

Mogućnost vizualizacije podataka prikupljenih putem senzora u IoT sustavu

Svalina, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:335288>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET**

ANA SVALINA

**MOGUĆNOSTI VIZUALIZACIJE
PODATAKA PRIKUPLJENIH PUTEM
SENZORA U IoT SUSTAVU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

ANA SVALINA

**MOGUĆNOSTI VIZUALIZACIJE
PODATAKA PRIKUPLJENIH PUTEM
SENZORA U IoT SUSTAVU**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
Prof. dr. sc. Jesenka Pibernik

Student:
Ana Svalina

Zagreb, 2020

Zahvale

Zahvaljujem se svojoj obitelji na neizmornoj i neiscrpnoj podršci kako kroz život, tako i kroz sve godine studiranja na Grafičkom fakultetu. Zahvaljujem se profesorima i kolegama na kolegijalnosti i dobrom duhu te kolegici Moniki Piragić na osloncu i motivaciji. Naposljetku, zahvaljujem se mentorici prof. dr. sc. Jesenki Pibernik na mentorstvu, podršci, suradnji i optimizmu kroz sve godine studija, pisanja završnog rada, rada na projektima te pisanja diplomskog rada.

–Ana

SAŽETAK

Oblikovani diplomski rad bavi se problematikom vizualizacije podataka prikupljenih putem senzora u sustavu Interneta stvari kroz istraživanje percepcije korisnika i oblikovanje vizualizacija za sustav pametnih zgrada. Središnje točke rada su upitnik o vizualnoj percepciji, oblikovane vizualizacije te A/B testiranje. Sustav Interneta stvari sastoji se od četiri komponente – senzori, povezanost, obrada podataka i korisničko sučelje. Prikupljeni podaci u IoT-ju kao takvi nemaju veliku vrijednost ali kada ih se smisleno obradi i prikaže ispravno, mogu biti od velike vrijednosti. Cilj istraživanja bio je prikazati mogućnosti vizualizacije podataka kroz BMS putem oblikovanja vizualizacija, opisa cjelokupnog procesa te načina percepcije takvih vizualizacija. Rezultati će pobliže prikazati mogućnosti vizualizacije podataka i rješavanje problematike objedinjenja pametnog sustava s regulacijom i nadzorom energetske potrošnje. U eksperimentalnom dijelu od instrumenata za prikupljanje podataka korištena su dva anketna upitnika s ljestvicama procjena i rangiranjem. Od metodoloških postupaka korišteno je anketiranje, procjenjivanje i rangiranje. Prvi dio istraživanja proveden je na uzorku od 159 ispitanika dok je drugi dio proveden na uzorku od 30 ispitanika. Krajnji prikazi mogućnosti vizualizacije podataka i zaključci oblikovani su prema rezultatima istraživanja.

Ključne riječi: IoT, Internet stvari, vizualizacija, vizualizacija podataka, BMS

ABSTRACT

This master's thesis deals with the subject of visualization of data collected through sensors in the Internet of Things system through research of user perception and design of visualizations for Building Management Systems. The central points of the thesis are a questionnaire on visual perception, designed visualizations and A/B testing. The IoT system consists of four components – sensors, connectivity, data processing and user interface. Data collected in the IoT system as such are not of great value, but when meaningfully processed and shown correctly, they can be very meaningful. The aim of the research was to show the possibilities of data visualization in BMS through design, the description of the process and the perception of visualizations. The results will show in more detail the possibilities of data visualization and solving the problem of combining a smart system with the regulation and control of energy consumption. Instruments used for data collection in the experimental part of the thesis were two online questionnaires with assessment and ranking scales. Methodological procedures used were surveying, assessment and ranking. The first part of the research was conducted on a sample of 159 participants, while the second part of the research was conducted on a sample of 30 participants. Final representations of data visualization possibilities and design conclusions were designed according to research results.

Key words: IoT, Internet of Things, visualization, data visualization, BMS

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. Internet stvari (IoT)	2
2.2. Sustavi upravljanja zgradama (BMS)	7
2.3. Vizualizacija podataka	11
2.3.1. Vrste prikaza podataka	14
2.3.2. Principi za vizualizaciju podataka	18
2.4. Nadzorna ploča.....	21
3. EKSPERIMENTALNI DIO	26
3.1. Metodologija i plan istraživanja	26
3.2. Ciljevi i očekivani rezultati	27
3.3. Dizajn proces razvoja vizualizacija za BMS.....	27
3.3.1. Definiranje problema i razumijevanje konteksta.....	28
3.3.2. Upitnik o vizualnoj percepciji	31
3.3.2.1. Preatentivni atributi.....	32
3.3.2.2. Percepcija boje	35
3.3.2.3. Percepcija grafova.....	36
3.3.3. Odabir prikaza za vizualizaciju	44
3.3.4. Vizualizacija podataka prema principima za vizualizaciju	46
3.3.5. A/B testiranje – Ispitivanje stavova prema vizualizacijama podataka	53
3.4. Interpretacija rezultata.....	71
3.5. Oblikovanje nadzorne ploče BMS sustava prema rezultatima testiranja.....	74
4. ZAKLJUČAK	75
5. LITERATURA.....	76
6. PRILOZI.....	78

1. UVOD

U ovome radu tema mogućnosti vizualizacije podataka prikupljenih putem senzora u *Internet of Things* (Internet stvari, IoT) sustavu obrađena je unutar dvije cjeline – teorijski i eksperimentalni dio. Diplomski rad bavi se problematikom vizualizacije podataka prikupljenih putem senzora kroz oblikovanje vizualizacija za sustave upravljanja zgradama (*Building Management System*, BMS) prema principima za vizualizaciju podataka. Teorijski dio predstavlja IoT tehnologiju s fokusom na BMS-ove te vizualizaciju podataka unutar njih. S druge strane, eksperimentalni dio rada obuhvaća istraživanje vizualne percepcije, oblikovanje vizualizacija te njihovo testiranje.

Tema diplomskog rada obrađuje aktualnu problematiku prikaza velike količine podataka koji se prikupljaju putem senzora. IoT kao brzorastući i trenutno aktualni sustav donosi mnoge mogućnosti i prilike koje su opisane unutar ovog rada. Odabir BMS-a kao sustava unutar kojeg će se proučavati prikaz vizualizacija proizašao je iz kompleksnosti sustava u odnosu na druge i velike mogućnosti utjecaja podataka na rad i funkcioniranje monumentalnih sustava poput pametnih zgrada. Pametne zgrade su jedne od glavnih područja primjene IoT tehnologije. Takvi sustavi mogu poprimiti mnoštvo oblika i formi te je vizualizacija unutar njih vrlo zahtjevna i kompleksna. Termin pametne zgrade, njezini aspekti, tehnologija i standardi postojali su puno prije IoT-ja, a pojavom takvog sustava njihov potencijal i mogućnosti samo su se umnogostručile [1]. Pametne zgrade ne obuhvaćaju samo tehnologiju ili samo IoT, već puno više od toga.

Metodologija koja je korištena u radu obuhvaća deskripciju, analizu rezultata i modeliranje. Cilj istraživanja bio je prikazati mogućnosti IoT tehnologije i vizualizacije podataka kroz BMS. Očekivani rezultati pobliže će prikazati mogućnosti vizualizacije podataka i rješavanje problematike objedinjenja pametnog sustava s regulacijom i nadzorom energetske potrošnje. Središnje točke rada su oblikovanje vizualizacija i A/B testiranje putem kojih će se doći do vrijednih i korisnih zaključaka za ovo polje i disciplinu. Obrađena literatura uključuje knjige, članke, priručnike i web portale te obuhvaća kako stariju tako i noviju literaturu. Temeljni principi provlače se iz starijih kroz novija izdanja referentne literature što dokazuje da koliko god se brzo svijet oko nas mijenjao, temeljne istine ostaju iste.

2. TEORIJSKI DIO

S obzirom da je područje Interneta stvari, BMS sustava i vizualizacija sveobuhvatno, u ovome radu biti će obrađeni oni podaci koji su potrebni za razumijevanje teorijskog dijela te se rad neće baviti prikupljanjem podataka i načinom funkcioniranja Interneta stvari i BMS-a. Fokus ovog rada je na vizualizaciji podataka unutar takvih sustava i njihovim mogućnostima. Sustav će biti opisan u onoj mjeri koja je potrebna za razumijevanje problematike eksperimentalnog dijela rada i onoga što je potrebno za sami proces vizualizacije.

2.1. Internet stvari (IoT)

Internet stvari označuje široki spektar tehnologije i može se opisati kao sustav međusobno povezanih uređaja, objekata ili živih bića kojima su dodijeljeni jedinstveni identifikatori i mogućnost da prenose podatke putem mreže bez potrebe interakcije čovjek-čovjek ili čovjek-računalo [2]. Kevin Ashton izumio je izraz Internet stvari 1999. godine kada je predložio poboljšanja u lancu nabave korištenjem RFID tehnologije svom tadašnjem poslodavcu [3]. IoT je širok pojam koji jednostavnije rečeno znači da se sva mjesta i stvari mogu povezati s Internetom te omogućuje slanje i primanje informacija od predmeta i uređaja putem Interneta (Slika 1) [4]. U literaturi se pojavljuje i pod nazivima povezani uređaji, pametni objekti, programibilni svijet, *Web of Things*, *Internet of Everything* i slično [3]. Svrha Interneta stvari je povećanje učinkovitosti, poboljšanje zdravlja i/ili sigurnosti, stvaranje boljih iskustava ili sve od navedenog [2].



Slika 1: Primjer IoT proizvoda, *Google Nest* pametni termostat, izvor [3]

Aspekt Interneta stvari kojim će se ovaj rad baviti je obrada podataka dobivenih putem senzora (temperatura, rasvjeta, potrošnja energije, itd.) i njihova vizualizacija u svrhu energetske učinkovitosti i nadzora podataka u stvarnom vremenu. IoT nam daje podatke o svijetu i mogućnost da te podatke koristimo u svrhu stvaranja pametn(ij)ih proizvoda i usluga koje se prilagođavaju našim potrebama i omogućuju učinkovitije korištenje resursa [3]. Sirovi prikupljeni podaci nemaju veliku vrijednost dok nismo u mogućnosti iz njih generirati djelotvorne uvide i izdvojiti njihovo značenje te je u tom procesu vizualizacija bitan alat za razumijevanje samih podataka [3].

Vrijednost IoT sustava nalazi se u mogućnosti automatske anticipacije i adresiranja potreba čime dovodi do boljeg iskustva [2]. IoT sustav donosi neizmjernu vrijednost organizacijama i pojedincima kroz spajanje stvari, ljudi i okoliša. Dizajn izazov u IoT sustavu leži u detekciji prilika za korištenje podataka za stvaranje novih proizvoda i usluga i dostavljanja boljeg iskustva [3]. Svaki IoT sustav sastoji se od četiri istaknute komponente, a to su senzori ili uređaji, povezanost, obrada podataka i korisničko sučelje (Slika 2) [2]. Ovisno o potrebi sustava u kojemu su komponente, kao i o primjeni, one se mogu kombinirati i povezivati na različite načine. Obrada podataka u ovome procesu podrazumijeva pretvorbu podataka u informacije [5].



Slika 2: Komponente IoT sustava, prilagođeno iz izvora (<https://bit.ly/3gW4LWK>)

IoT sustav možemo podijeliti na potrošački IoT i IoT poduzeća. Potrošački IoT odnosi se na stvari koje se plasiraju izravno potrošaču, dok se IoT poduzeća odnosi na poboljšanje postojećih sustava i procesa organizacija i povećanje njihove operativne učinkovitosti ili stvaranje novih vrijednosti [2]. Od brojnih primjera sustava Interneta stvari, neki od najpoznatijih su *Google Nest*, *Samsung SmartThings*, *Philips Hue*,

Withings, Amazon Echo, Hive Connected Home (Slika 3), Belkin Wemo, termostat tado, Fitbit, Efergy, Xfinity Home, AT&T Digital Life, Kasa Smart, Bitdefender BOX...



Slika 3: *Hive* termostat, izvor [3]

Podaci prikupljeni putem povezanih uređaja (senzora) mogu biti informacije o fizičkom svijetu, informacije o stvarima, biometrijski podaci, podaci o ljudskom ponašanju ili kombinacija svega navedenog [3]. Stvari povezane unutar IoT sustava mogu biti višenamjenska računala, specijalizirani ugrađeni uređaji, povezani senzori i objekti koji se mogu pasivno pratiti [3]. Sustavi se većinom sastoje od više navedenih uređaja kombiniranih u jedno rješenje. Kada je nešto povezano s Internetom, ono šalje i/ili prima informacije što čini stvari „pametnima“ [2]. Prema tome možemo definirati kategorije stvari kao stvari koje skupljaju informacije i šalju ih, stvari koje primaju informacije i zatim djeluju na temelju njih i stvari koje mogu oboje [2].

Senzori iz okoliša prikupljaju podatke koji mogu biti jednostavni ili kompleksni te se nakon prikupljanja šalju na oblak¹ (engl. *cloud*) putem mreže gdje dolazi do softverske obrade podataka [3]. Oni primaju energetska očitavanja iz okoliša (pokret, svjetlost, kvaliteta zraka, kontakt, lokacija, blizina, vlažnost, itd.) i pretvaraju ih u brojčane vrijednosti putem kvantifikacije [3]. Senzori detektiraju prisutnost energije ili promjene u energiji te mogu biti aktivni ili pasivni [3]. Pasivni senzori uočavaju energiju koja postoji u okolišu, a aktivni ubrizgavaju energiju u okoliš u svrhu otkrivanja promjena.

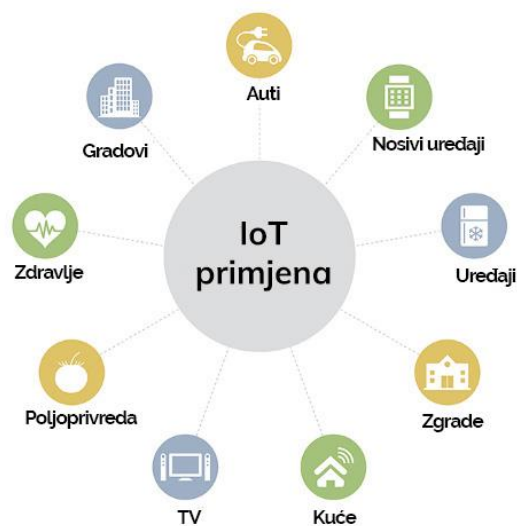
Oni mogu biti temperaturni, senzori pokreta, vlage, kvalitete zraka, svjetlosni, i sl. [2]. Senzori skupljaju podatke i izvršavaju naredbe, a u oblaku se podaci obrađuju,

¹ Oblak je povezana mreža servera koji obavljaju uslugu za poduzeća i ljude [2].

vrše se naredbe i analitika podataka te se stvaraju uvidi i komparacije. Senzori mogu biti spojeni na oblak različitim metodama (mobilna, satelitska mreža, *WiFi*, *Bluetooth*, itd.) [3]. Prava moć IoT-ja dolazi do izražaja kada stvari mogu skupljati i slati, ali i primati i djelovati prema primljenim informacijama [2]. Prikupljeni i obrađeni podaci naposljetku dovode do donošenja inteligentnijih odluka koje se tiču sustava.

Ovisno o vrsti sustava, korisnik može primati obavijesti ili imati sučelje putem kojega može pratiti sustav i utjecati na njega. Sve što korisnik napravi šalje se natrag prema senzoru. Također, neke od aktivnosti mogu biti automatske (predefinirana pravila). U svrhu olakšavanja komunikacije, protoka podataka, upravljanja uređajima i funkcionalnosti aplikacija, često se koriste IoT platforme [2]. To su softvereri za podršku koji povezuju cjelokupni IoT sustav i pomažu kod rukovanja protokolima, pružanja sigurnosti, prikupljanja, vizualizacije i analize podataka i integracije s drugim uslugama.

IoT sustavi povezuju fizičko i digitalno i upravo iz tog razloga njihova sučelja trebaju biti prikladna i za platformu i sam uređaj na kojemu se koriste [3]. Zbog mnogih suboptimalnih situacija koje se tiču hardvera i dizajna teško je definirati dizajn uzorke za IoT polje, ali određene problematike imaju sličnosti. Oblikovanje korisničkog iskustva i korisničkog sučelja za IoT sustave razlikuje se od klasičnog pristupa istome. Vrijednost proizvoda očitava se u razumijevanju korisnika o tome što proizvod radi za njih i zašto ga žele [3]. IoT se često opisuje kao mješavina industrijskog i produkt dizajna jer obuhvaća mnoge discipline (Slika 4).



Slika 4: Mogućnosti primjene IoT sustava, prilagođeno iz izvora (<https://bit.ly/3gW4LWK>)

Kod dizajna za IoT sustave u obzir se trebaju uzeti mnogi aspekti dizajna koje je potrebno rješavati sveobuhvatno kako bi korisničko iskustvo bilo koherentno. UX za IoT se razlikuje od UX-a za digitalne usluge na više načina. Funkcionalnosti mogu biti distribuirane preko više uređaja koje imaju različite sposobnosti te je stoga bitno uzeti u obzir međuporabljivost. Ona se odnosi na distribuciju korisničkog iskustva na više uređaja i razmatranje interakcija koje obuhvaćaju više uređaja u kojemu se preporuča holistički pristup oblikovanju korisničkog iskustva. Kada je riječ o vizualnoj hijerarhiji, ono što je važno treba biti istaknuto, stvari koje su povezane moraju biti povezane logički te informacije trebaju biti ugniježdene kako bi bilo jasno što je dio čega [6]. Navigacija treba biti jasna, jednostavna i konzistentna, a korisniku je potrebno dati vodstvo koje je sažeto, pravovremeno i neizbježno [6].

„Nikada ne podcjenjujte snagu jednostavnog objašnjenja... [3]“ –
Denise Wilton

Bitno je voditi računa o elementima koji mogu biti prekonfigurirani, o fleksibilnosti, pružanju uputa i povratnim informacijama [3]. IoT usluga sastoji se od jednog ili više ugrađenih uređaja (stvari), Internet usluge i jedne ili više mobilnih ili web aplikacija putem kojih korisnik komunicira s uslugom putem mobilnog uređaja, tableta ili računala [3]. Stoga, ono što može utjecati na funkcionalnost UX-a u IoT sustavu su isprekidanost, latencija, responzivnost i pouzdanost [3]. Kako bi korisnici razumjeli ono što trebaju, Steve Krug navodi kako je bitno koristiti konvencije, stvoriti učinkovitu vizualnu hijerarhiju, podijeliti stranicu na jasno definirana područja, eliminirati distrakcije i formatirati sadržaj na način da je skenabilan [6]. Također navodi i da jasnoća pobija konzistentnost te upozorava da se uvijek ide u korist jasnoće u slučaju da se nešto može prikazati jasnije tako da je djelomično nekonzistentno [6].

Korisnici imaju određena očekivanja s obzirom na to gdje se stvari nalaze, kako stvari funkcioniraju i kako stvari izgledaju te je stoga potrebno koristiti postojeće konvencije [6]. One se odnose na standardizirane dizajn uzorke i olakšavaju korisniku snalaženje i ubrzavaju proces dešifriranja [6]. Zbog konceptualne razlike u jednostavnim i kompleksnim uređajima specifične interakcijske kontrole trebaju biti optimizirane za platformu [3].

2.2. Sustavi upravljanja zgradama (BMS)

Sustav upravljanja zgradama (BMS) je koncept koji upravlja zgradama (hoteli, uredi, trgovački centri, itd.) na način da omogućuje kontrolu sustava (HVAC, rasvjeta, sjenčanje, itd.) i pruža mogućnost upravljanja s više elemenata istovremeno putem kompletnog pristupa optimizaciji i smanjenju troškova u svrhu boljeg upravljanja zgradama (Slika 5). Koncept pametnih zgrada obuhvaća instalaciju i korištenje naprednih sustava tehnologija zgrada poput automatizacije, sigurnosti, telekomunikacija, korisničkih sustava i sustava upravljanjem objektima [7].



Slika 5: Primjer BMS-a, izvor (www.dglogik.com)

„Sustavi upravljanja zgradama su računalni upravljački sustavi koji se koriste u zgradama za prikupljanje podataka iz tehničkih sustava poput HVAC-a (grijanje, ventilacija i klimatizacija), rasvjete i sl. [8].“

Koncept inteligentnih zgrada pojavio se 1980-ih godina u SAD-u kada je *City Place Building* (Hartford, Connecticut) proglašen prvom inteligentnom zgradom na svijetu [7]. Putem pametnih zgrada energetska učinkovitost, sustavi sigurnosti, telekomunikacijski sustavi i automatizacija radnog mjesta objedinjuju se unutar jednog sustava [7]. BMS-ovi povećavaju vrijednost nekretnine za izvođače radova i vlasnike, za upravitelje objekata one pružaju efikasno upravljanje i kontrolu, dok za arhitekta i inženjere pružaju kombinaciju dizajna i izgradnje s uštedama vremena [7]. Tržište pametnih kuća trenutno je u procvatu te su u igri rješenja potrošačkih divova poput *Apple-a*, *Google*, *Amazona* [4]. Razlog zašto se takve potrošačke aplikacije ne mogu koristiti za komercijalne zgrade je to što su vlasnici kuća vezani za dodavanje aplikacija i značajki

jednog prodavača. Tipično rješenje za automatizaciju kuća građeno je na bazi jednog ekosustava (npr. *Amazon*) od kojih svaki komunicira putem vlastitog oblaka [4].

Potrošački IoT trenutno je na razini na kojoj je automatizacija zgrada bila prije 30 godina, kada je stvoren koncept *BACnet* (komunikacijski protokol) [4]. Većina IoT uređaja dizajniranih za tržište pametnih kuća imaju manje slobode i opcija u upravljanju, te je sigurnosni aspekt slabiji. Također, dok domovi imaju oko 10-12 IoT uređaja, komercijalne zgrade mogu imati 20 i više dobavljača s osjetljivim podacima unutar 20 različitih oblaka [4]. Stoga, utjecaj zgrada s energetske i ekološke perspektive puno je veći od pojedinačnih domova [1].

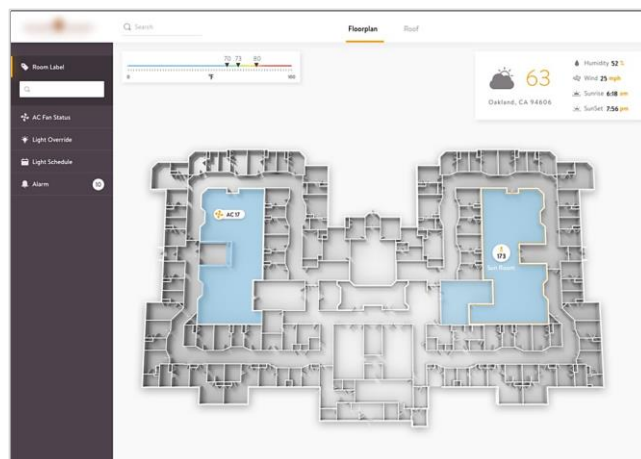
Pametni sustavi postižu učinkovitost kroz automatizaciju te se sastoje od više uređaja koji su distribuirani u okolišu ili prostoru [3]. Iz tog razloga ključni izazovi su već spomenuta međuuporabljivost, ali i međuoperabilnost. Sustavi pametnih zgrada sastoje se od više uređaja i mogu imati višenamjensko računalo (sučelje), specijalizirane ugrađene uređaje (HVAC regulator – grijanje, ventilacija, klimatizacija, zaključavanje vrata na daljinsko upravljanje i sl.) i povezane senzore (senzori pokreta) [3].

„Smisao IoT-ja je da je zbog dijelova puno moćniji od pojedinačnih komponenti [3].“ – Gawain Edwards

Kako bi sustav zadovoljio različite potrebe korisnika, potrebna je organizacijska UX logika koja se odnosi na inteligenciju sustava i modele za opisivanje uređaja, podataka i funkcionalnosti. Korisnikov cilj nema veze s podacima kao takvima i stoga je bitno oblikovati podatke i vizualizirati ih s obzirom na ciljeve korisnika (štednja novca, energije, i sl.). Najvažniji uvidi su oni koji su *actionable* (omogućiti da se dogodi nešto od vrijednosti kao rezultat prikupljenih podataka) u smislu korisnikovih ciljeva [3]. Jedna od često korištenih dizajn tehnika je progresivno razotkrivanje (*progressive disclosure*) u kojoj se korisniku daju samo osnovne informacije potrebne za razumijevanje određenih stavki. Tehnika se koristi u svrhu reduciranja kognitivnog opterećenja s opcijom da korisnik na zahtjev vidi detalje. Takav pristup je piramidalni u kojemu su uvidi s gornje razine potkrijepljeni objašnjenjima i podržani s podacima za one koji ih žele vidjeti [3].

Kada govorimo o motivacijama i ciljevima kod nadzora zgrada, neke od motivacija mogu biti održavanje standarda komfora, ušteda novca, minimaliziranje utjecaja na okoliš i sl. Bitno je pronaći balans i svim korisnicima pružiti ono što im treba, a kod prikaza podataka bitno je pružiti kontekst. Cjelokupni sustav mora biti konzistentan, koherentan i ponašati se na uobičajeni način. Zbog kompleksnosti ovakvih sustava, dizajneri moraju izbalansirati kontrolu korisnika s autonomnim akcijama sustava što dovodi do inteligencije cjelokupne platforme. U tim slučajevima bitno je napomenuti da računala ne razumiju kontekst na način na koji ga ljudi razumiju i ne mogu anticipirati sve naše potrebe ispravno. Iz tog razloga, ne preporuča se davanje potpune autonomnosti sustavu te je bitno da korisnik ima osjećaj kontrole nad istim.

Najčešće BMS funkcije su kontrola rasvjete (prema ambijentalnoj rasvjeti uz senzor ekspozicije), kontrola sjenčanja (prema vremenskoj stanici ili senzorima ekspozicije), kontrola grijanja, kontrola hlađenja, kontrola ventilacije, prikaz trendova (temperatura, vlažnost, zastupljenost ureda) te mjerenje potrošnje energije (Slika 6).

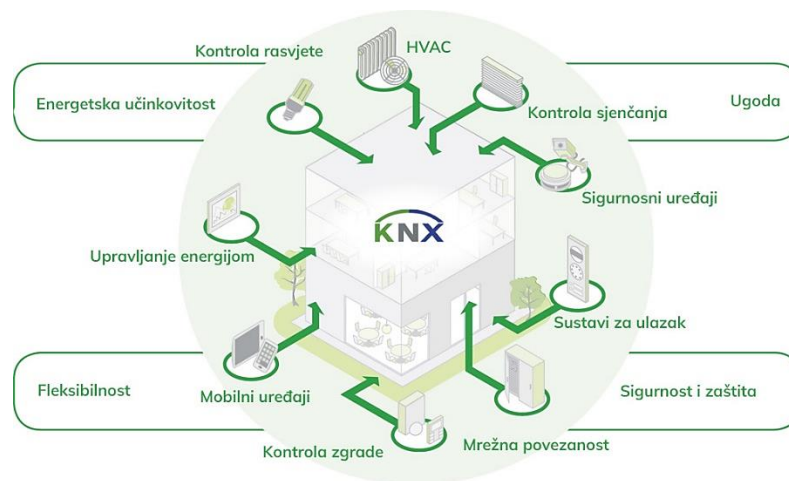


Slika 6: Primjer kontrole temperature unutar zgrade, izvor (www.dglogik.com)

Glavna značajka ovakvog sustava je integracija heterogenog sustava, a danas postoje mnoge opcije oblikovane za komercijalna i institucijska tržišta – od individualnih senzora do cjelovitih platformi koje skupljaju podatke iz različitih sustava zgrada [4]. Ono što je svima zajedničko je korištenje Interneta za komunikaciju računalo-računalo s naglaskom na sigurnost i privatnost podataka [4]. Neke od tvrtki koje pružaju softvere za pametne zgrade su: *Huawei*, *Structure Monitoring Technology*, *GE Current*, *Schneider*

Electric, Semtech, DGLogik, Entelec, Elipse software, Optergy, Cisco... Neke od platforma koje se često koriste su *Niagara (Tridium), Agile Controller, Sky-Walker* i dr.

Bežične tehnologije koje se koriste u sustavima pametnih zgrada su *ZigBee, Wi-Fi* i *Bluetooth* [7]. Tijekom godina razvili su se različiti komunikacijski protokoli koji su postali standardi u ovom području. Neki od njih su *BACnet, LonWorks, Modbus, PROFIBUS* i *KNX* (Slika 7) [7]. Kako bi se podaci mogli prenijeti svim komponentama upravljanja zgradom (pametnih uređajima), sustav ne smije imati uređaje koji govore „različitim jezicima“. Protokoli osiguravaju da sve komponente, uređaji, značajke i funkcije neke zgrade ili vanjskog prostora komuniciraju putem jednog jezika [9].

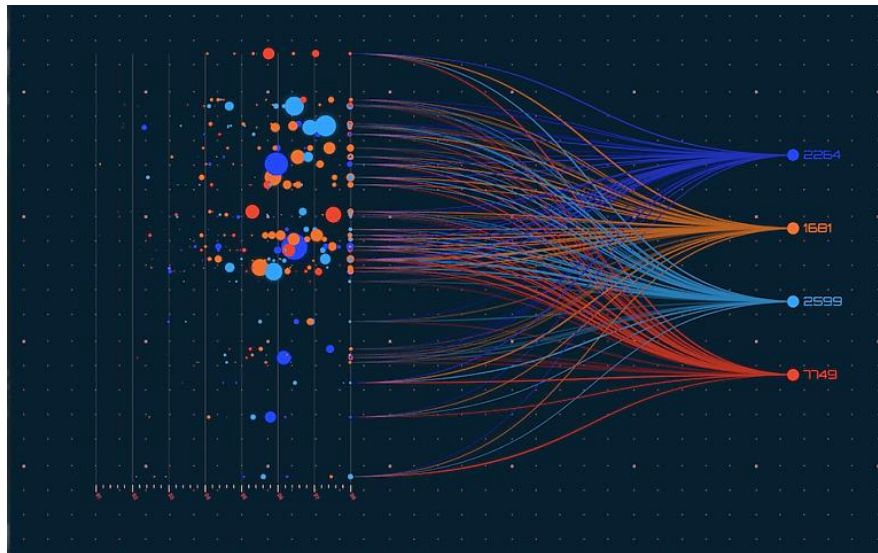


Slika 7: Mogućnosti KNX-a, prilagođeno iz izvora (<https://bit.ly/2QLxO4T>)

Bitno je reći da se svaki od navedenih protokola koristi za različite primjene, da postoji mnoštvo razloga za njihovim korištenjem te se mogu koristiti i unutar istih mreža zgrade. Protokoli se biraju prema svakom pojedinom slučaju i potrebama, ovisno o raznim faktorima i njihova implementacija nije jednaka. Infrastrukture različitih protokola mogu se koristiti u svim stambenim i vanjskim prostorima poput privatnih kuća, stambenih smještaja (stanovi, domovi...), ureda, trgova, škola, bolnica, trgovačkih centara, javnih zgrada i vanjskih prostora (vladine zgrade, knjižnice...), industrijskih postrojenja i tvornica, itd. [9]. BMS bazirani proizvodi i usluge mijenjaju se rapidno i u korak s potražnjom [4]. Potražnja za pametnim zgradama raste jer su one temelj ekosustava pametnog života te će se u nadolazećim godinama samo još više razvijati.

2.3. Vizualizacija podataka

Podaci su oduvijek svuda oko nas. Podatak je jednostavna neobrađena izolirana misaona činjenica koja ima neko značenje [5]. Oni se nalaze u svakom aspektu života i oduvijek su imali potencijal da budu kvantificirani, ali je tek u nedavnoj povijesti stvorena tehnologija koja učinkovito može istaknuti skrivene brojeve i dovesti do boljeg uvida u ljudsko ponašanje i ljude općenito [10]. Vizualizacija podataka kombinira koncept, podatke, dizajn i analizu kako bi približila svijet brojki korisnicima (Slika 8) [5].



Slika 8: Primjer vizualizacije podataka, izvor (<https://bit.ly/3biHm0E>)

Vizualizaciju možemo definirati kao grafički prikaz podataka ili koncepata čija je najveća prednost kvantiteta informacija koje se mogu interpretirati rapidno (ako su prikazane ispravno) [11]. Vizualizacija apstraktizira informacije shematski kako bi istaknula dublje značenje istih, pruža mogućnost razumijevanja velike količine podataka i omogućuje automatsko detektiranje problema [10]. Vizualizacija podataka je svaka vrsta vizualnog prikaza informacija dizajnirana tako da omogući komunikaciju, analizu, otkriće, istraživanje, itd. [12]. Ljudski vizualni sustav u svemu traži uzorke, ima veliku moć i suptilnost te najvažnije, ima svoja pravila. Zbog pravila prema kojima funkcionira neke uzorke vidimo odmah, a neke ne uočavamo jer postanu nevidljivi zbog načina na koji su prikazani [11]. Ako razumijemo način na koji funkcionira ljudska percepcija i ako pratimo pravila koja su temeljena na tom funkcioniranju, možemo vizualizirati podatke na način da istaknemo one koji su bitni i informativni [11]. Iz tog razloga bitno je

razumjeti osnove teorije kognitivnih sustava koja je šira od psihologije. Ako pak ne pratimo pravila percepcije, podaci neće biti razumljivi ili će biti nevidljivi. Rana vizualna istraživanja i nastojanja u vizualizaciji podataka prikazivala su isječke podataka koji daju uvid u geografski svijet kroz karte i ona koja rješavaju pitanja koja se tiču javnog zdravstva (kolera karta John Snowa u Londonu iz 1854. godine) (Slika 9) [10].



Slika 9: Kolera karta, John Snow, London, 1854, izvor [10]

Putem vida usvajamo puno više informacija nego kroz sva druga osjetila zajedno te su zato vizualizacije bitan dio kognitivnih sustava [11]. Već dugo vremena istina je to da je pojedinac koji barata s kognitivnim alatima (pisanje, crtanje, korištenje papira i olovke, itd.) puno moćniji od osobe koja se oslanja samo na svoje misli [11]. Sam dizajn podataka može utjecati na percepciju informacija stoga je bitno oprezno pristupiti tom zadatku.

„Ali pazite, ne brojite samo stvari. Podaci se trebaju koristiti za pružanje stvarnih uvida na koje korisnici mogu djelovati [3].“

Ljudski mozak u kratkotrajnom pamćenju istovremeno može zadržati tri do devet vizualnih informacija, a kada se pojavi nova mijenja se s jednom od već postojećih. Iz tog razloga bitno je grupiranje informacija kako bi se one mogle apsorbirati kao cjelina [13].

Vizualizacija podataka mora imati vrlo jasno definiranu hijerarhijsku strukturu koja će reći korisniku kako procesuirati informacije (koji redom, što je najvažnije, itd.) [10]. Mnoge discipline poput umjetnosti, dizajna, IT struke, semiotike, i mnogih drugih izučavaju vizualizaciju [5]. Vizualizaciji se stoga može prići na mnogo načina zbog čega je teško definirati njezina pravila i obujam. Kod oblikovanja vizualnih elemenata bitna je semantička konzistentnost. Ako vizualizacijama pristupimo sa znanstvene strane (temeljene na percepciji), tada pravila postaju unificirana za sva područja i postaju univerzalna iz razloga što je struktura ljudskog vizualnog sustava relativno stabilna [11]. Kroz efektivno korištenje *Gestalt* psihologije, dizajn principa i boja može se postići optimizacija obrazaca i dobra vizualizacija podataka (Slika 10).



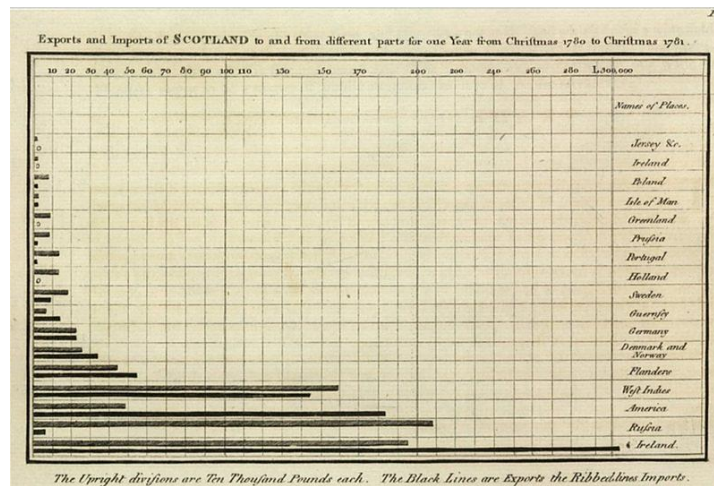
Slika 10: Metode naglašavanja putem preatentivnih atributa, izvor [11]

Kako bi vizualizacija podataka bila funkcionalna bitno je odabrati prikladan medij prikaza i reducirati piksele koji se ne odnose na podatke na minimum [13]. Mediji su najčešće grafovi koji će u daljnjim poglavljima biti pobliže definirani i raščlanjeni. Kod oblikovanja grafova bitno je pronaći balans između davanja dovoljno informacija i održavanja jednostavnosti teksta [10]. Neke od smjernica za postizanje jednostavne estetike bez kompromitiranja podataka su prikladan odabir boja, visoka rezolucija za jasnoću i odabir tipografije [13]. Organizacija informacija obuhvaća grupe, grupiranje podataka koji pripadaju istoj grupi, odvajanje podataka (putem linija, okvira, ispuna, bijelog prostora i sl.), korištenje smislenih usporedbi i sl. [13].

U današnje vrijeme došlo je do eksplozije novih vizualizacijskih tehnika u svrhu razumijevanja i analiziranja kompleksnih informacija i velikog broja podataka [11]. Ware smatra kako trenutna kreativna eksplozija u dizajnu vizualizacija neće trajati još dugo, već će kao i kod svih tehnika i tehnologija doći do stadija kada će se tehnike standardizirati i ono što je novo postati će konvencionalno i standardno [11].

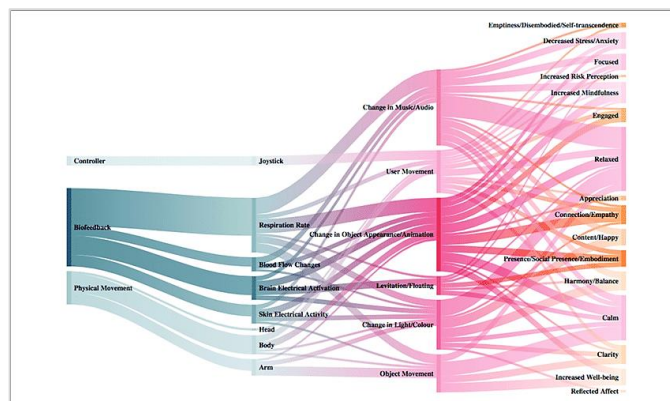
2.3.1. Vrste prikaza podataka

William Playfair bio je britanski znanstvenik koji je u 18. stoljeću izumio većinu grafova koje poznajemo i koristimo danas te je dao vrijednost oblicima koji omogućavaju vizualizaciju brojki (Slika 11) [13]. Grafikon (graf, dijagram, grafički prikaz) je prikaz u kojemu su podaci kodirani simbolima koji imaju različite oblike, boje i/ili proporcije, najčešće su postavljeni u Kartezijev koordinatni sustav te daju oblik brojevima i ističu uzorke [12].



Slika 11: Prvi stupičasti graf, trgovinski partneri Škotske, William Playfair, izvor (<https://bit.ly/3bme6Gc>)

Kao što je već spomenuto, podaci mogu biti vizualizirani kroz različite medije i za vizualizaciju možemo koristiti različite grafičke elemente (Slika 12). Stephen Few te elemente dijeli u kategorije na grafove, slike, ikone, crteže, tekst i organizatore [13]. Većina prikaza vizualizacija pripadaju kategoriji grafova te su najčešće putem njih podaci strukturirani i organizirani.



Slika 12: Sankey dijagram, izvor (<https://bit.ly/2EYJBdk>)

Vizualizacija podataka je postupak kojim se podaci vizualiziraju i uključuje donošenje odluka o tome koji će se podaci vizualizirati i kako te koja će se poruka podijeliti s ciljanom publikom [10]. Vrstu prikaza odabiremo ovisno o vezi koju želimo prikazati [14]. Vizualizacije podataka podijeljene su u četiri kategorije: prikaz veza, usporedba, distribucija i kompozicija.

U ovome poglavlju detaljnije će biti objašnjeni grafovi koji su najčešće korišteni u vizualizaciji podataka. Neki od najkorištenijih su jednostavni tekst, tablica, linijski graf, stupičasti grafovi (horizontalni, vertikalni, složeni), kombinirani grafovi, površinski grafovi, toplinska mapa, dijagram raspršenja, histogram i kružni graf [13]. Anatomija grafa sadrži oznake kategorije, vertikalne i/ili horizontalne osi i njihove naslove, naslov grafa, oznake podataka i legendu [10].

„Najveća vrijednost slike je kada nas prisili da primijetimo ono što nismo očekivali vidjeti [12].“ – John W. Tukey

Podaci se ne moraju uvijek prikazati u obliku grafa. Ako su podaci jednostavni, i bitno je istaknuti jednu vrijednost ili postotak, može se koristiti jednostavni tekst. Tablice su prvi korak kod pripreme podataka te se ne preporučuju koristiti u finalnom prikazu podataka zbog svoje nepreglednosti.

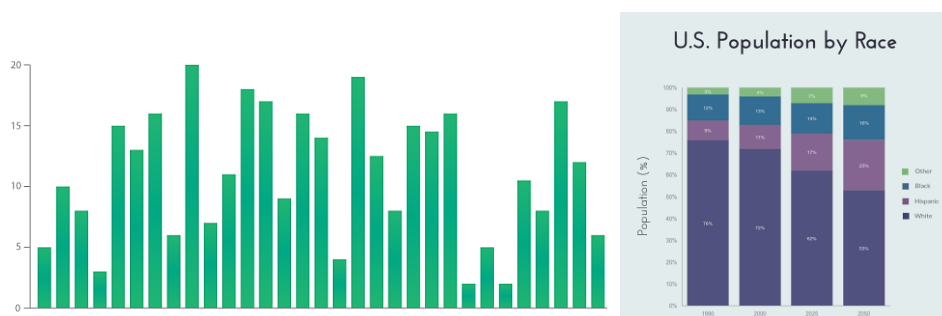
Linijski graf koristi točke koje su povezane linijski i predstavljaju vrijednost seta podataka s jednom ili više ovisnih varijabli i jednom neovisnom [10]. Prikladni su kod intervalnih skala zbog jednakog intervalnog razmaka točaka i korisni su za dekodiranje vrijednosti na intervalnoj skali, iako ponekad prednost mogu imati stupičasti. To je u slučajevima kada je potrebno naglasiti individualne vrijednosti, a ne trend ili prikazivanje uzoraka. Linijski grafovi izvrsni su za prikaz uzoraka, trendova, fluktuacija i sl. Odlično prikazuju pokret kroz vrijeme i kontinuitet podataka te naglasak nije na individualnim vrijednostima već na obliku podataka. Točke koje su povezane linijski moraju imati smisla (Slika 13) [15].



Slika 13: Linijski graf, izvor (<https://bit.ly/32Li9rO>)

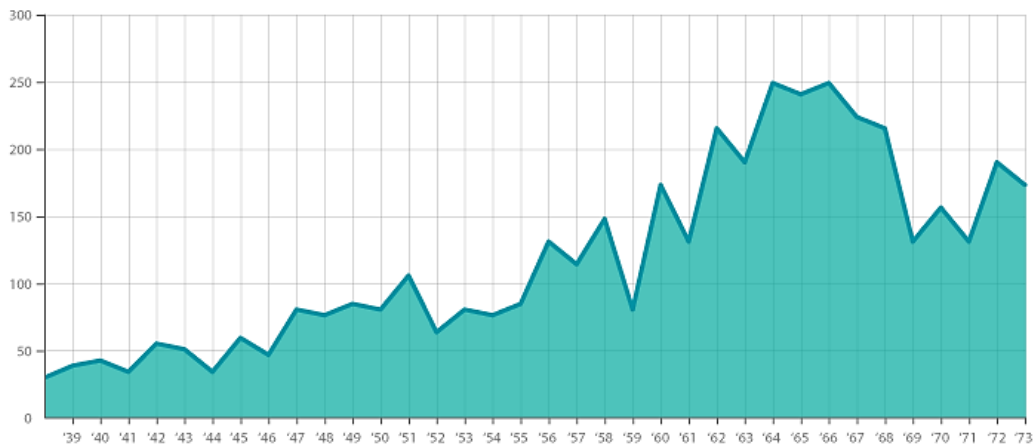
Stupičasti grafovi (*bar graph*) mogu biti horizontalni ili vertikalni te kroz vodoravne ili vertikalne stupce proporcionalno predstavljaju vrijednosti u skupu podataka (Slika 14) [10]. Oni prikazuju više instanci odjednom i posebno su dobri za prikazivanje mjerenja unutar jedne kategorije [13]. Podaci koji se prikazuju su zapažanja, činjenice ili numeričke vrijednosti koje se mogu opisati ili izmjeriti, interpretirati ili analizirati [10]. Stupičasti grafovi omogućuju jednostavnu usporedbu i naglašavaju individualne vrijednosti. Preporučuje se koristiti stupičaste grafove i kada se žele prikazati dijelovi cjeline (umjesto kružnog grafa). Pravilo koje treba pratiti je da bez iznimke moraju imati ishodište u nuli [15].

Složeni stupičasti graf (*stacked bar graph*) je vrsta grafikona čiji su stupci podijeljeni u podsekcije od kojih svaki proporcionalno predstavlja kategorije podataka u skupu podataka koji se mogu složiti u veću kategoriju (Slika 14) [10]. Složeni stupičasti grafovi koriste se samo kod prikaza višestrukih instanci cjeline i njezinih dijelova, s naglaskom na cjelinu. Kombinirani grafovi stupičastih i linijskih koriste se onda kada se samo određeni podaci mogu prikazati stupcima s naglaskom na individualne vrijednosti i lokalne usporedbe, a neke linijski s naglaskom na oblik podataka.



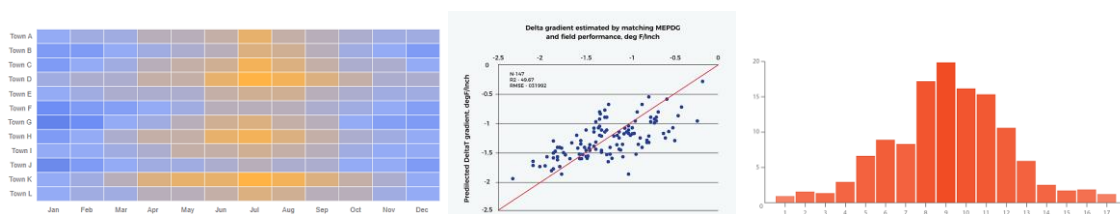
Slika 14: Stupičasti graf (lijevo), izvor (www.datavizcatalogue.com), složeni stupičasti graf (desno), izvor (<https://bit.ly/32Li9rO>)

Površinski grafovi koriste se za prikaz promjene u nekom vremenu i koriste se u istim slučajevima kao i linijski (Slika 15). Osim prikaza promjene oni naglasak stavljaju na ukupnu vrijednost podataka.



Slika 15: Površinski graf, izvor (www.datavizcatalogue.com)

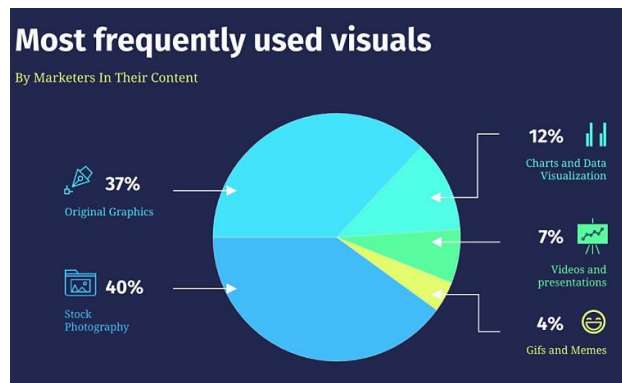
Toplinska mapa (*heat map*) je grafikon koji koristi boje za prikaz kategoričkih podataka u kojima zasićenost boje odražava učestalost kategorije u skupu podataka (Slika 16) [10]. Kod ovakvih prikaza ljudsko oko lako uočava velike razlike u boji, dok se manje ne ističu [15]. Dijagram raspršenja (*scatter plot*) koristi točke (koje nisu povezane linijski) za predstavljanje vrijednosti skupa podataka s jednom ili više ovisnih varijabli i jednom neovisnom (Slika 16) [10]. Pogodan je za simultano kodiranje podataka na dvije osi kako bi se identificirale postojeće veze [15]. Histogram je graf koji koristi stupce za proporcionalno predstavljanje kontinuirane varijable ovisno o tome koliko se često vrijednosti pojavljuju unutar skupa podataka (Slika 16) [10].



Slika 16: Toplinska mapa, izvor (www.datavizcatalogue.com), dijagram raspršenja, izvor (<https://bit.ly/32Li9rO>), histogram, izvor (www.datavizcatalogue.com)

Kružni grafikon (*pie chart*) oblikovan je za prikazivanje dijelova cjeline i zbroj dijelova uvijek mora biti 100% (Slika 17) [13]. Ne preporučuje se koristiti kružne

grafikone jer se često koriste neispravno i ne prikazuju efektivno kvalitativne podatke, a ljudski vizualni sustav teško percipira razlike u kutovima i dvodimenzionalnim područjima. Stephen Few preporučuje umjesto kružnih grafikona koristiti stupičaste koji se mogu interpretirati efikasnije i točnije [13].



Slika 17: Kružni grafikon, izvor (<https://bit.ly/32Li9rO>)

2.3.2. Principi za vizualizaciju podataka

Proces vizualizacije podataka prema Ware-u obuhvaća četiri faze. To su skupljanje i pohrana podataka, predobrada u kojoj se podaci transformiraju u nešto čime je lakše rukovati (redukcija podataka i istraživanje podataka), mapiranje odabranih podataka u vizualnu reprezentaciju (kroz računalne algoritme koji reproduciraju grafiku) i ljudski perceptualni i kognitivni sustav [11]. Analiza podataka obuhvaća pronalazak do tada nepoznatih uzoraka koji odskakuju od norme [11].

Zakone percepcije uzoraka oblikovali su njemački psiholozi unutar *Gestalt* škole psihologije u kojoj su predstavili jasne principe percepcijskih fenomena u obliku zakona o percepciji uzoraka koji opisuju način na koji vidimo obrasce [14]. Ti zakoni su načelo sličnosti, blizine, kontinuiteta, povezanosti, simetrije, zatvorenosti, zajedničkog kretanja i relativne veličine [14]. Pomoću navedenih principa možemo povezivati ili razdvajati određene podatke u svrhu razumijevanja istih. Model percepcijske obrade sastoji se od tri faze: paralelna obrada informacija kako bi se izvukle osnovne značajke okoliša, aktivni procesi percepcije uzoraka koji izvlače strukturu i segmentiraju vizualnu scenu te reduciranje informacija na nekoliko objekata zadržanih u vizualnoj radnoj memoriji u svrhu formiranja osnove vizualnog razmišljanja [11]. Ukratko, proces obuhvaća procesuiranje informacija, percepciju uzoraka i vizualnu spoznaju.

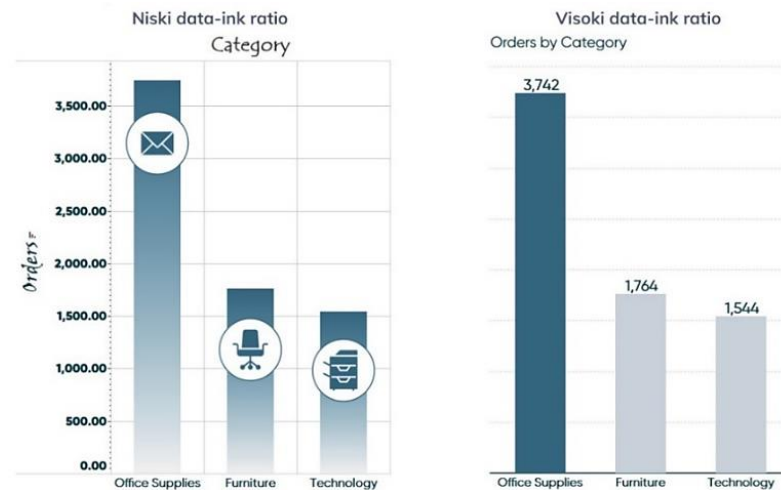
Znanje o percepciji obrazaca može se predstaviti kroz dizajn principe koji govore kako organizirati podatke tako da se percipiraju važne strukture [11]. Tako Colin Ware navodi neke od smjernica i principa za vizualizaciju podataka:

1. Kod dizajna grafičkih prikaza podataka potrebno je uzeti u obzir ljudske senzorne mogućnosti na način da se bitni podaci i obrasci mogu brzo uočiti [11].
2. Važni podaci trebaju biti prikazani grafičkim elementima koji su vizualno različiti od onih koji predstavljaju manje važne informacije [11].
3. Veće numeričke količine trebaju biti predstavljene jasnijim i istaknutijim grafičkim elementima [11].
4. Sustavi grafičkih simbola trebaju biti standardizirani unutar i kroz cijeli sustav [11].
5. U slučaju kada dva ili više alata mogu obavljati isti zadatak, odabire se onaj koji omogućuje obavljanje najvrjednijih poslova po jedinici vremena [11].

Kod odabira najboljeg medija za prikaz podataka uvijek je potrebno odabrati prema prirodi same informacije, prirodi poruke i prema potrebama i preferencijama korisnika [13]. Kod odabira prikazati informacije kao tekst, grafiku ili oboje bitno je reći da se verbalni jezik procesira serijski – riječ po riječ. Razlika između grafike, brojki i riječi je preciznost. Stoga, ako je cilj i svrha precizno komunicirati neki podatak, onda se koristi tekstualni, tj. brojčani prikaz jer grafovi ne podržavaju efikasno definiranje individualnih vrijednosti. Jedan od principa oblikovanja vizualizacije podataka je Shneidermanova mantra. Od mnogih Shneidermanovih smjernica za vizualni dizajn, osnovni princip sažet je kao mantra traženja vizualnih informacija: „Prvo pregled, zatim zumiranje i filtriranje te na kraju detalji na zahtjev [16].“ Tako Shneiderman predlaže vrstu informacija prema taksonomiji zadataka informacijske vizualizacije i navodi sedam vrsta podataka (1-, 2-, 3-dimenzionalne, temporalne, multi-dimenzionalne, *tree data* i mrežni podaci) kao i sedam zadataka [16].

Zadaci su sljedeći: pregled (dobivanje pregleda cijele kolekcije), zumiranje (zumiranje na objekte interesa), filtriranje (filtracija nezanimljivih objekata), detalji na zahtjev (odabir stavki ili grupa i dobivanje detalja onda kada su potrebni), povezivanje (vidjeti odnose između stavki), povijest (imati povijest akcija) te ekstrakcija (ekstrakcije podkolekcija i parametara) [16]. Shneiderman također navodi da apstraktne vizualizacije

informacija otkrivaju uzorke, agregate i praznine u statističkim podacima. Još jedan često korišten i značajan princip unutar vizualizacije podataka je Tuftov princip (*data-ink ratio*) koji se odnosi na sažimanje velikog broja podataka putem sumiranja i iznimaka [13]. Tufto navodi da kada su kvantitativni podaci prikazani u tiskanom obliku, dio tinte predstavlja podatke, a dio tinte predstavlja vizualni sadržaj koji nisu podaci [13]. Stoga je kod oblikovanja vizualizacija podataka bitno reducirati piksele koji nisu podaci i povećati piksele podataka (Slika 18).



Slika 18: Primjer korištenja Tuftovog principa, izvor (<https://bit.ly/3IHZXrG>)

Nussbaumer Knaflić navodi šest principa za bolju vizualnu komunikaciju s podacima: razumjeti kontekst, odabrati odgovarajući vizualni prikaz, ukloniti smetnje (*clutter*), fokusirati pažnju na mjesto koje želimo, razmišljati kao dizajner i ispričati priču [14]. Navodi da je kod naglašavanja jedne ili dvije brojke, najbolje koristiti jednostavni tekst, da su linijski grafovi najbolji za neprekidne podatke, dok su stupičasti grafovi za kategoričke podatke te moraju imati nulu kao početak [14].

Cairo također navodi određene principe kao smjernice za vizualizaciju podataka. Kao pet kvaliteta izvrsnih vizualizacija navodi istinitost, funkcionalnost, estetiku (ljepotu), pronicljivost i prosvijetljenost [12]. Istinitost se odnosi na temeljito i korektno istraživanje, funkcionalnost na točan prikaz podataka koji omogućuje značajne radnje temeljene na njima (promjene u vremenu), estetika na vizualnu intrigantnost, atraktivnost na estetsku ujednačenost, pronicljivost na otkrivanje i uočavanje informacija koje se inače ne bi lagano detektirane, a prosvijetljenost na promjenu koju će podaci izazvati u promatraču [12].

Cairo smatra da dobra vizualizacija sadrži pouzdane informacije, da je vizualno kodirana tako da su relevantni uzorci uočljivi, organizirana na način da dozvoljava istraživanje (onda kada je prikladno) i prikazana na privlačan način (s jasnoćom, dubinom i iskrenošću na umu) [12].

2.4. Nadzorna ploča

Povijesno, nadzorna ploča (*dashboard*) samo je novo ime za *Executive Information Systems* (EISs) razvijenih 1980-ih godina čija je svrha bila prikazati najvažnije financijske pokazatelje kroz jednostavno sučelje [13]. Ideja je tada bila ispred svog vremena te se razvila dolaskom informacijskog doba 1990-ih kada se skladištenje podataka i analitičko procesuiranje počelo sve više razvijati [13]. Definicija nadzorne ploče prema Stephenu Fewu glasi:

„Nadzorna ploča (Slika 19) je vizualni prikaz najvažnijih informacija potrebnih za postizanje jednog ili više ciljeva; konsolidirani i raspoređeni na jednom zaslonu tako da se informacije mogu vidjeti na prvi pogled i jednostavno pratiti [13].“



Slika 19: Primjer nadzorne ploče, izvor (www.dglogik.com)

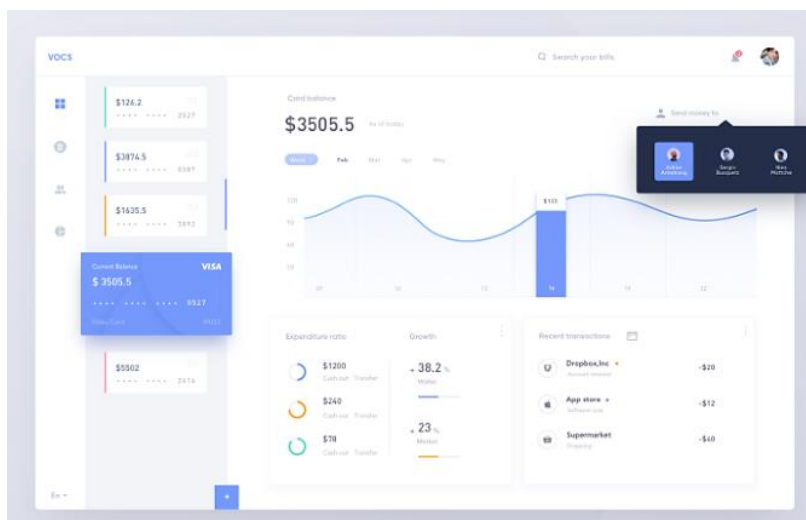
Stoga možemo reći da su nadzorne ploče medij komunikacije koji pružaju jedinstven i moćan način prikaza informacija [13]. To su vizualni prikazi koji prikazuju informacije potrebne za postizanje specifičnih ciljeva, koriste se za praćenje informacija i pružaju sitne, koncizne i intuitivne mehanizme prikaza koji jasno prikazuju poruku bez zauzimanja više prostora nego što je potrebno [13]. Nadzorne ploče privlače pozornost korisnika na ono što je bitno i što zahtijeva određenu akciju i poduzimanje određenih radnji. Nadzorne ploče imaju raznoliku primjenu te najčešće primarno prikazuju kvantitativne prikaze onoga što se trenutno događa u svrhu nadzora kritičnih informacija kako bi se postigli zadani ciljevi. One uz vizualizaciju podataka pomažu korisniku identificirati trendove, uzorke i anomalije te donijeti zaključke koji će ih dovesti do efektivnih odluka [13]. Kod dizajna nadzornih ploča treba obratiti pozornost na funkcionalnost i upotrebljivost i da one ispunjavaju svoju namjenu i pružaju zadovoljavajuće korisničko iskustvo [17].

Najveći izazov kod oblikovanja nadzornih ploča je prikaz velikog broja podataka na malom prostoru uz isticanje najvažnijih podataka i sve to na način slaganja informacija koji je smislen i značenjski [13]. Stoga je bitno pridržavati se već spomenutih *Gestalt* principa vizualne percepcije koji vrijede za bilo koju granu dizajna kao i razumjeti predodređene atribute preatentivne ljudske vizualne percepcije. Nussbaumer Knaflic kao preatentivne atribute navodi orijentaciju, oblik, duljinu, širinu, veličinu, zaobljenost, dodane oznake, zatvorenost, boju, intenzitet, prostorni položaj i pokret (Slika 20) [15].



Slika 20: Preatentivni atributi, prilagođeno iz izvora [15]

Stephen Few navodi da nadzorna ploča ne bi trebala prelaziti granice jednog zaslona kako bi se podaci mogli vidjeti istovremeno [13]. Ograničenost kratkotrajnog pamćenja je razlog zašto ne trebamo fragmentirati informacije koje trebaju biti zajedno [13]. Cilj je da su najbitnije informacije dostupne i pregledne kako bi ih korisnik što brže apsorbirao (Slika 21). Fragmentiranje je poželjno u nekim slučajevima, ali ne onda kada je potrebno vidjeti sve podatke istovremeno. Prikazi moraju biti vrlo jednostavni upravo zato da se akcije mogu učiniti jednostavno kako ne bi došlo do pogrešaka [13]. Nadzorna ploča mora odvući pozornost na bitne informacije u slučaju da je došlo do nečega što nije uobičajeno i u tim slučajevima poželjno je i prikazivanje više detalja te je zbog toga interaktivnost česta kod ovih ploča [13]. Few naglašava postavljanje informacija od velike važnosti u gornji lijevi kvadrant nadzorne ploče zbog načina na koji korisnici gledaju prikaze. Osim gornjeg lijevog kvadranta i centralno područje je područje naglaska zbog same prirode ljudske vizualne percepcije. Vizualna hijerarhija i naglašavanje postižu cilj neposrednog prepoznavanja i brze reakcije i odgovora [13].



Slika 21: Primjer nadzorne ploče, izvor (<https://bit.ly/34ZCTi4>)

Stephen Few navodi neke od najčešćih pogrešaka kod oblikovanja nadzornih ploča, a to su: prekoračenje granice jednog zaslona, nedovoljan kontekst za podatke, prikaz prekomjernih detalja, odabir neprikladne mjere, odabir neprikladnog medija za prikaz, uvođenje nerelevantne raznolikosti, loše oblikovani prikazi, neispravno šifriranje kvantitativnih podataka, loš raspored podataka, neučinkovito ili nikakvo isticanje važnih

podataka, zatrpavanje prikaza s dekoracijama, prekomjerna upotreba boje, oblikovanje neprivačnog vizualnog prikaza i mnoge druge [13].

S obzirom da se znakovi u kurzivu čitaju teže od onih vertikalnih, Stephen Few ne preporuča takav način naglašavanja već preporučuje varijaciju debljine linije u svrhu privlačenja pozornosti [13]. Bitno je uzeti u obzir i način na koji percipiramo boje i značenje iza njih, tj. psihologiju boja i prikladno ih koristiti. Stephen Few navodi varijable i njihove vrijednosti poput rola (vrijednosti su strateške, analitičke, operacijske), vrste podataka (kvantitativne i kvalitativne), područje podataka (prodaja, financije, marketing...), vrste mjerenja (kartice rezultata poput KPI-ja, ne-performansne), raspon podataka (cijelo poduzeće, odjelno, individualno), frekventnost ažuriranja (mjesečno, tjedno, dnevno, svaki sat, stvarno vrijeme), interaktivnost (statični i interaktivni prikaz), mehanizmi prikaza (primarno grafički, primarno tekstualni, integracija grafika i teksta) i portal funkcionalnosti [13].

Od mogućih klasifikacija, ona koja dijeli nadzorne ploče prema ulozi je jedina koja značajno utječe na razlike u dizajnu istih [13]. Tako nadzorne ploče prema ulozi dijelimo na strateške, analitičke ili operacijske [13]. Kod strateških ploča koriste se jednostavni mehanizmi prikaza i statični prikazi bez interakcija jer ne zahtijevaju neposrednu interakciju i akciju [13]. Kod analitičkih su bitni detalji i slojevi informacija što zahtijeva interaktivnost i pomno ispitivanje. Kao posljednju kategoriju u klasifikaciji prema ulogama navodimo operacijske ploče (Slika 22) i upravo toj kategoriji pripada nadzorna ploča koja će se oblikovati unutar ovog rada.



Slika 22: Primjer operacijske nadzorne ploče, izvor (www.dglogik.com)

Kada se ploče koriste za nadzor operacija (djelovanja), one moraju biti i oblikovane s time na umu. Najbitnije karakteristike ovakvih ploča su dinamičnost i neposrednost te kod nadziranja operacija sve aktivnosti i događaji moraju biti prikazani kao i njihove promjene. Komparativne mjere često su prikazane grafički upravo kako bi se naglasile razlike među vrijednostima koje bi se inače teško uočile. Dodjeljivanjem vizualnih atributa informacijama možemo definirati jesu li neki podaci dobri ili loši. Osim kvantitativnih podataka, neki od podataka koji se često koriste u nadzornim pločama su liste (kontakti, zadaci i sl.), rasporedi, rokovi, odgovorni ljudi, prikaz entiteta i njihovih odnosa. Dobro oblikovane nadzorne ploče dostavljaju informacije koje su izvrsno organizirane, kondenzirane (u obliku sažetaka i iznimaka), specifične i personalizirane za ciljanu publiku i njezine ciljeve, prikazane koristeći se konciznim medijem koji komunicira podatke i poruku na najjasniji i najdirektniji mogući način [13].

3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu provedeno je istraživanje putem kojeg se želio definirati kontekst i uporaba vizualizacija unutar BMS sustava. Nakon definiranja problema i konteksta, proveden je upitnik o vizualnoj percepciji, oblikovanje vizualizacija, A/B testiranje te oblikovanje krajnjeg prijedloga.

3.1. Metodologija i plan istraživanja

Od instrumenata za prikupljanje podataka korištena su dva *online* anketna upitnika s ljestvicama procjena i rangiranjem. Od metodoloških postupaka korišteno je anketiranje, procjenjivanje i rangiranje. Prvi dio istraživanja proveden je na uzorku od 159 ispitanika dok je drugi dio proveden na uzorku od 30 ispitanika. Prvi upitnik oblikovan je s ciljem potvrđivanja preatentivnih atributa, percepcije boje u kontekstu temperature i razumijevanja i percepcije grafičkih prikaza (vizualizacija) putem Likertove skale. Cilj istraživanja bio je oblikovati vizualizacije podataka za nadzornu ploču BMS-a (temperaturni podaci, podaci o potrošnji, rasvjeti i sl.) na temelju analize rezultata upitnika.

Krajnji prikazi mogućnosti vizualizacije podataka i zaključci oblikovani su prema rezultatima istraživanja. Oblikovano je pet vizualizacija prema principima za vizualizaciju podataka od kojih svaka ima dvije varijante. Te dvije varijante zatim su se A/B testirale na manjem broju korisnika. Rezultati testiranja analizirani su, a varijante koje su ocijenjene kao prikladne prikazane su unutar dizajna nadzorne ploče za BMS sustav. Putem takvog rješenja cjelokupnog istraživanja kumulativno su se prikazale mogućnosti vizualizacije podataka prikupljenih putem senzora u IoT sustavu. Vizualizacije su oblikovane prema principima za vizualizaciju podataka, a naglasak je bio na donošenju vrijednosti korisnicima, najboljem načinu prikaza podataka i kvaliteti podataka. Također, stavke koje su bile bitne u istraživanju vizualizacija su nužnost prikaza, oznake, kontekst i vizualno kodiranje u svrhu razumljivosti.

3.2. Ciljevi i očekivani rezultati

Cilj istraživanja bio je prikazati mogućnosti vizualizacije podataka i njihove različite primjene te način na koji poboljšavaju korisničko iskustvo i pomažu u regulaciji, praćenju i nadzoru različitih skupova podataka. U daljnjim poglavljima će se kroz postavljanje hipoteza predvidjeti utjecaj dizajna na korisnika i potvrditi ili opovrgnuti hipoteze kvantitativnim rezultatom nakon provođenja eksperimenta (testiranja) kroz upitnik i A/B testiranje. S obzirom na ciljeve, postavljene su temeljne hipoteze istraživanja:

H1: Podaci vizualizirani prema principima za informacijsku hijerarhiju razumljiviji su korisniku od onih koji nisu vizualizirani prema istim principima.

H2: Vrijednost i korisnost vizualizacije podataka ovisi o kontekstu potreba korisnika.

H3: Vizualizacija podataka pomaže korisniku da brže i lakše dođe do potrebnih informacija.

H4: Postoji statistički značajna razlika u percepciji ispitanika prema dvjema varijantama oblikovanja vizualizacija.

H5: Postoji statistički značajna razlika u mišljenju ispitanika u odnosu na dvije varijante oblikovanja vizualizacija.

3.3. Dizajn proces razvoja vizualizacija za BMS

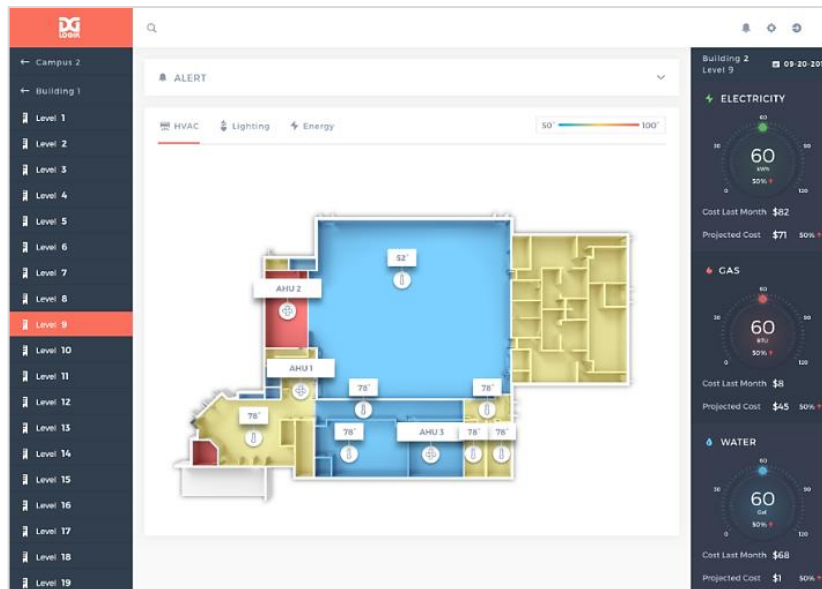
Kod razvoja elemenata sustava upravljanja zgradama potrebno je uzeti u obzir mnoštvo faktora. Uloga dizajnera u takvom procesu je istražiti kako korisnici doživljavaju prikaze podataka i kako stvaraju značenje iz tih podataka. S obzirom da je fokus ovog rada oblikovanje vizualizacija za nadzornu ploču BMS-a, u ovom dijelu rada ispitat će se percepcija ispitanika, prikazat će se proces oblikovanja vizualizacija, unutar tog sustava prikazat će se različite mogućnosti vizualizacije podataka, način na koji oni mogu biti prikazani te će se ispitati postavljene hipoteze kroz analizu upitnika i testiranje.

3.3.1. Definiranje problema i razumijevanje konteksta

Sustav za pametno upravljanje zgradama putem vizualizacije podataka korisniku omogućuje učinkovito upravljanje energijom, povećanje udobnosti i radne produktivnosti s automatizacijama dizajniranim s krajnjim korisnikom na umu. Dobro strukturirani BMS osigurava jednostavan rad zgrada i omogućuje uvid u sve sustave zgrade. Pametne zgrade koriste automatizaciju kako bi optimizirale procese unutar zgrade poput grijanja, hlađenja, sigurnosti, rasvjete, ventilacije i korištenja vode [18]. To sve dolazi iz prikupljanja podataka. Osim financijske uštede, postoji mnogo prednosti korištenja i ulaganja u ovakve sustave. Neke od njih su energetska učinkovitost, povećanje udobnosti stanara, fleksibilnost, sigurnost i zaštita [9]. Neki od poslovnih ishoda ovakvih sustava uključuju pozicioniranje na tržištu, financijsku uštedu, bolje iskorištenje nekretnina i povećanje sigurnosti.

Vodeći titani u razvoju BMS-a su *Cisco, Honeywell, Johnson Controls, Schneider Electric, United Technologies, Emerson Electric, Siemens, Bajaj Electricals, Bosch* i *Building Logix*. Neke od poznatih pametnih zgrada su *The Mirage, Las Vegas, UNIQA* toranj, Beč, *MIT Green Building, Cambridge, Deloitte's The Edge, Amsterdam, Siemensov The Crystal, London* i mnoge druge [18]. Aplikacijama se najčešće pristupa putem web pretraživača te na taj način korisnik može ostati povezan i imati potpunu kontrolu nad zgradom. Putem web aplikacije može se kontrolirati, nadzirati, kreirati rasporede, pratiti trendove i postavljati alarmiranje.

Neke od vrsta postojećih sustava su HVAC, kontrola rasvjete, mjerenje vode, mjerenje plina, mjerenje energije, mjerenje snage, sustavi solarne energije, vremenske stanice, dizala i pokretne stepenice, ventili, prepoznavanje požara, detekcija provala, kontrola pristupa i CCTV (video nadzor) (Slika 23).



Slika 23: Primjer kontrole unutar BMS-a, izvor (www.dglogik.com)

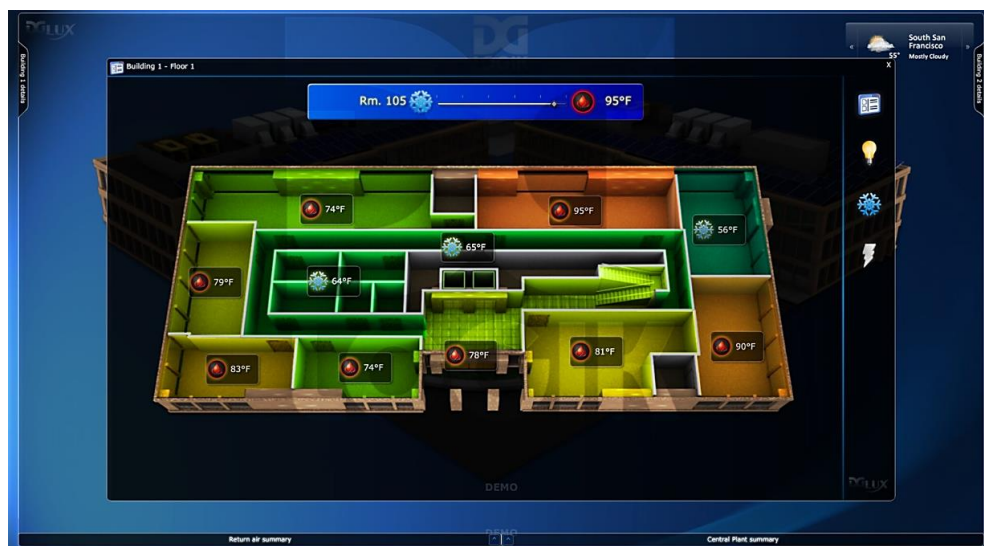
Najveći izazov ovakvih sustava je u poboljšanju održivosti zgrada smanjenjem njihove potrošnje energije. Upravo kroz spajanje svih sustava i usluga (rasvjeta, klimatizacija, alarmi, itd.) stvara se infrastruktura koja donosi novu vrijednost vlasnicima i stanarima. Time zgrade postaju održive, smanjuju se i optimiziraju troškovi održavanja i upravljanja, potrebno je manje resursa za upravljanje, a mogućnosti postaju sve veće. *Schneider Electric* [19] navodi da se 42% svjetske energije upotrebljava u zgradama i da se 50% iste energije potraži zbog neučinkovitog sustava za upravljanje zgradama od čega 30% energije propada. Također, samo se 25% troškova zgrada povezuje s kapitalnim izdacima, dok se 75% iskoristi za funkcioniranje zgrade [19].

Bitna informacija je i da samo 20% upravitelja objekata upotrebljava 80% dostupnih mogućnosti u svojim sustavima upravljanja zgradama [19]. Krajnji cilj BMS-a je smanjiti godišnje operativne troškove zgrade na temelju praćenja i kontrole potrošnje energije, brže praćenje i rješavanje tehničkih problema te pružanje udobnosti i sigurnosti svim stanovnicima zgrade. Optimizacija samo HVAC-a i rasvjete prema nekim projekcijama postiže 70% optimizacije cjelokupne energetske i/ili plinske potrošnje zgrade [8].

Iz navedenih razloga proizlazi i način funkcioniranja BMS-ova tako da softver analizira podatke koji su prikupljeni putem senzora iz više izvora unutar zgrade i pruža korisne uvide upraviteljima objekata koji zatim mogu optimizirati i prioritizirati radnje

koje se tiču prostorija unutar ili izvan zgrada. Na taj način stvara se jedna centralna baza za nadzor i analizu cjelokupnog sustava zgrade. Korisnici koji su dio BMS-a su upravitelji objekata, tehničko osoblje, vlasnici zgrada, stanari i menadžeri. Zadatak upravitelja objekta je učiniti zgradu sigurnom, efikasnom i – pametnom [1]. „Upravljanje objektima je profesija koja obuhvaća više disciplina kako bi se osigurala funkcionalnost izgrađenog okoliša integrirajući ljude, mjesto, proces i tehnologiju [1].“

Vizualizacija podataka bitna je stavka svakog BMS IoT proizvoda te je ujedno i stavka koja nije u potpunosti iskorištena u takvim proizvodima. Iako je cilj većine IoT proizvoda za pametne zgrade automatizacija radnji, poboljšanje iskustva življenja i sigurnosti te energetska učinkovitost, korisniku su podaci često prikazani ili u grubim crtama (s nedovoljno podataka) ili pak s previše detalja i podataka. U vizualizaciji podataka leži prilika i mogućnost da se korisniku približi aspekt energetske učinkovitosti na način da mu se podaci vizualiziraju i da ih može kontrolirati, a ne samo upravljati njima u sadašnjosti, odnosno planirati za budućnost prema projekcijama iz prošlosti. Također, u svrhu personalizacije, aspekt koji postoji u mnogim BMS-ovima, ali se može vizualno poboljšati, je tlocrtna definicija zgrade kroz koju se vizualizacija podataka može vrlo intuitivno i inovativno koristiti (Slika 24).



Slika 24: Primjer BMS-a, izvor (www.dglogik.com)

Neke od vrsta grafova koje je moguće vizualizirati unutar ovakvog sustava su grafovi potrošnje i proizvodnje (energija, plin, temperatura, voda, struja, itd.), mjerači, tlocrti sa superponiranim podacima, i mnogi drugi. U današnje vrijeme sve više tvrtki

odlučuju se za BMS-ove za svoje urede, hotele, apartmane i slično, dok će tržište pametnih zgrada prema nekim projekcijama do 2026. godine narasti i do 110 milijardi dolara (44 milijardi dolara, 2018) [20]. Pametna rješenja za zgrade su dio velike i rastuće zajednice IoT-ja i ekosustava povezanih uređaja stoga je bitno oblikovati ih na ispravan način koji će korisniku omogućiti postizanje njegovih ciljeva.

3.3.2. Upitnik o vizualnoj percepciji

Upitnik o vizualnoj percepciji oblikovan je s ciljem potvrđivanja preatentivnih atributa, percepcije boje u kontekstu temperature i razumijevanja i percepcije grafičkih prikaza. Upitnik se sastojao od općenitih pitanja, pitanja vezanih uz fotografiju, boju i grafove (Prilog 1). Upitnik je oblikovan u alatu *Google Forms*, dok su prikupljeni podaci kvantitativno analizirani u *Excel* programu i obrađeni deskriptivnom analizom. Za dobivene rezultate izračunati su deskriptivni parametri – postotak dobivenih odgovora (%), najmanji i najveći rezultat, aritmetička sredina (AS) i standardna devijacija (SD). Rezultati analize upitnika koristiti će se za oblikovanje grafova kao i za potvrđivanje/opovrgavanje nekih od postavljenih hipoteza:

H1: Podaci vizualizirani prema principima za informacijsku hijerarhiju razumljiviji su korisniku od onih koji nisu vizualizirani prema istim principima.

H2: Vrijednost i korisnost vizualizacije podataka ovisi o kontekstu potreba korisnika.

H3: Vizualizacija podataka pomaže korisniku da brže i lakše dođe do potrebnih informacija.

Istraživanje je provedeno na uzorku od 159 ispitanika od kojih su 127 (79,9%) pripadnice ženskog spola, dok je 32 (10,1%) ispitanika muškog spola. Ispitanici su pretežno studenti i mladi od 18 do 34 godine. Tako je 109 (68,6%) ispitanika unutar dobne skupine 18-24, 46 ispitanika (28,9%) unutar skupine 25-34 te manji broj onih koji su stariji od 34 godine, 4 (2,5%). Što se tiče završene razine obrazovanja ispitanika, njih 77

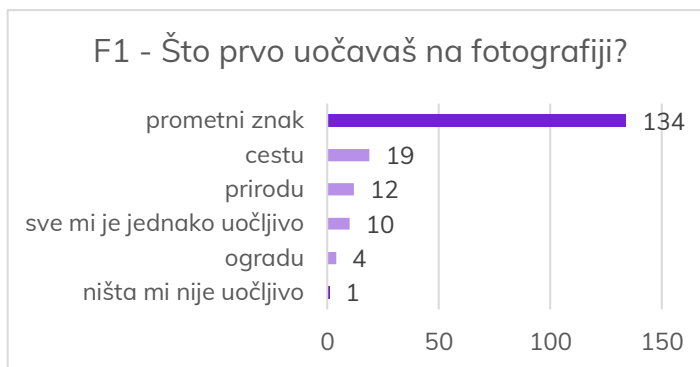
(48,4%) navodi završen preddiplomski studij, njih 63 (39,6%) završenu srednju školu, a njih 19 (11,9%) završen diplomski studij.

Od ostalih odgovora u skupini općih pitanja, ispitanici su odgovorili na pitanja u vezi njihovog statusa zaposlenja i područja obrazovanja. Tako se njih 54 (34,2%) obrazovalo/obrazuje u području tehničkih znanosti, njih 41 (25,9%) u području društvenih znanosti, njih 19 (12%) u području humanističkih znanosti, njih 12 (7,6%) u umjetničkom području te isti broj i u području biomedicine i zdravstva, njih 9 (5,7%) u području prirodnih znanosti, 8 (5,1%) u interdisciplinarnim područjima i tri (1,9%) ispitanika u području biotehničkih znanosti. U vezi trenutnog statusa zaposlenja, 97 (61%) ispitanika izjavilo je da su trenutno studenti, njih 30 (18,9%) da su zaposleni studenti, 22 (13,8%) da su zaposleni, a njih 10 (6,3%) da su nezaposleni.

3.3.2.1. Preatentivni atributi

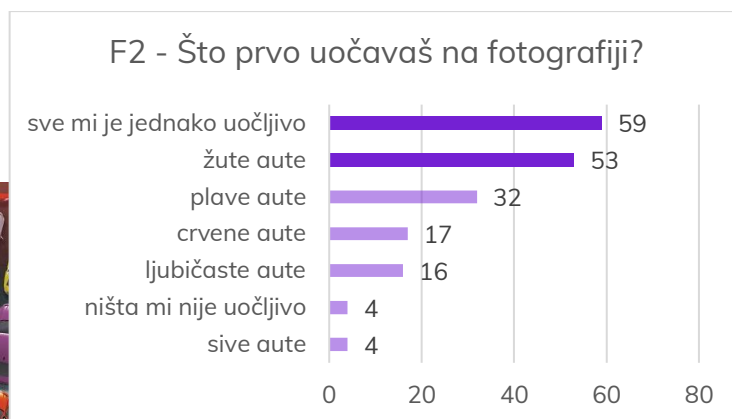
Pitanja vezana uz fotografiju oblikovana su s ciljem da se potvrde neki od preatentivnih atributa koji su bitni za razumijevanje ne samo grafičkih prikaza, već svega vizualnog što nas okružuje. Fotografije su preuzete iz priručnika Nussbaumer Knafllic, *Storytelling with Data: Let's Practice!* [15] kako bi se rezultati mogli usporediti sa zaključcima iz priručnika. Ispitanici su trebali odgovoriti što prvo uočavaju na prikazanim fotografijama te su imali ponuđene višestruke odgovore.

Tako na prvoj fotografiji većina ispitanika, njih 134 (84,3%), prvo uočava prometni znak, dok njih 19 (11,9%) uočava cestu, njih 12 (7,5%) prirodu, za 10 (6,3%) ispitanika sve je jednako uočljivo, 4 (2,5%) ispitanika uočava ogradu, a za jednog (0,6%) ispitanika ništa nije uočljivo (Slika 25). Rezultati za prvu fotografiju potvrdili su tvrdnje Nussbaumer Knafllic [15] koja navodi da se na fotografiji instantno uočava prometni znak zbog svoje veličine, boje i pozicije unutar kompozicije. Preatentivni atributi koji su prisutni na fotografiji su oblik, veličina, zaobljenost, zatvorenost, boja, intenzitet i prostorni položaj.



Slika 25: Fotografija 1, izvor [15] (lijevo), uočavanje elemenata na prvoj fotografiji (desno)

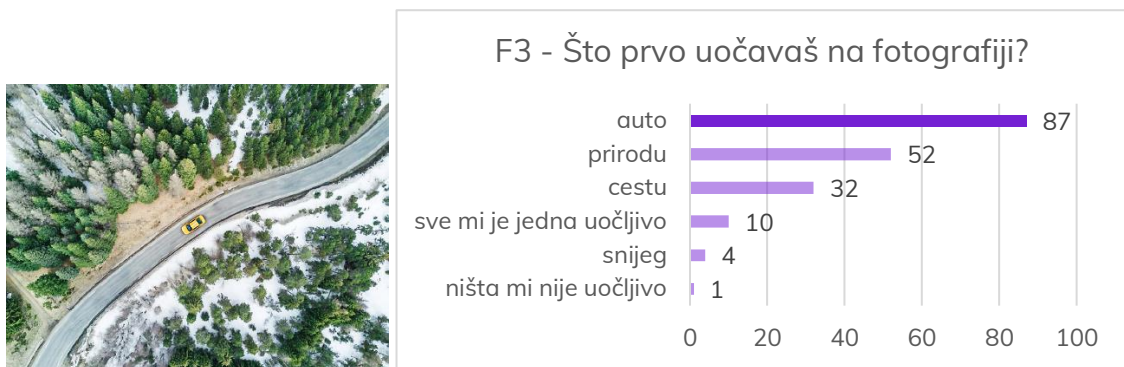
Na drugoj fotografiji skoro polovici ispitanika, 59 (37,1%) sve je jednako uočljivo, njih 53 (33,3%) prvo uočava žute aute, njih 32 (20,1%) plave aute, njih 17 (10,7%) crvene aute, njih 16 (10,1%) ljubičaste aute, njih 4 (2,5%) sive aute, dok 4 (2,5%) ispitanika navode da im ništa nije uočljivo (Slika 26). Rezultati za drugu fotografiju potvrdili su tvrdnje Nussbaumer Knaflic [15] koja navodi da se na fotografiji teško fokusirati na jedan element i da se fokus prebacuje s plavih na žute i crvene aute. Na priloženoj fotografiji preatentivni atribut boje nije prisutan jer je na fotografiji previše različitih elemenata i boja te na taj način boja gubi svoju preatentivnu funkciju.



Slika 26: Fotografija 2, izvor [15] (lijevo), uočavanje elemenata na drugoj fotografiji (desno)

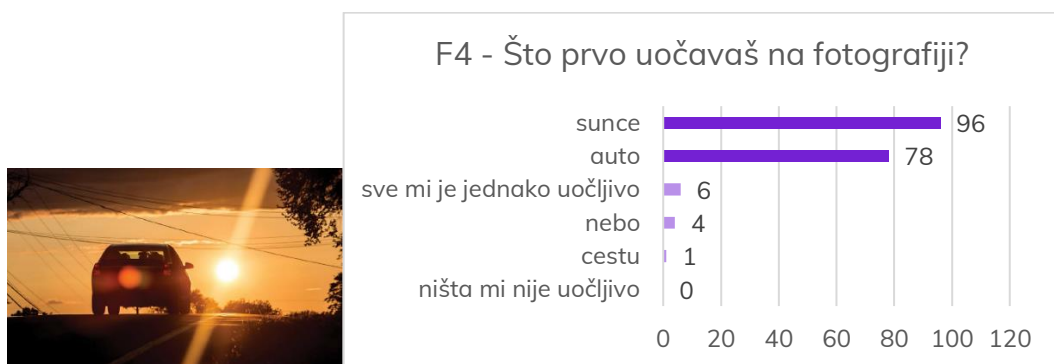
Na trećoj fotografiji polovica ispitanika, 87 (54,7%), prvo uočava automobil, njih 52 (32,7%) prirodu, njih 32 (20,1%) cestu, 10 (6,3%) ispitanika navodi da im je sve jednako uočljivo, dok 4 (2,5%) prvo uočava snijeg, a jedan (0,6%) ispitanik navodi da mu ništa nije uočljivo (Slika 27). Rezultati za treću fotografiju djelomično su potvrdili tvrdnje Nussbaumer Knaflic [15] koja navodi da se na fotografiji prvo uočava automobil

(što je potvrđeno) te da se nakon automobila fokus usmjerava uz cestu. Iako navodi da priroda ne privlači fokus, 52 ispitanika navelo je da upravo nju prvu uočavaju. Preatentivni atributi koji su prisutni na fotografiji su orijentacija, duljina, veličina, zaobljenost, zatvorenost, boja, prostorni položaj i pokret.



Slika 27: Fotografija 3, izvor [15] (lijevo), uočavanje elemenata na trećoj fotografiji (desno)

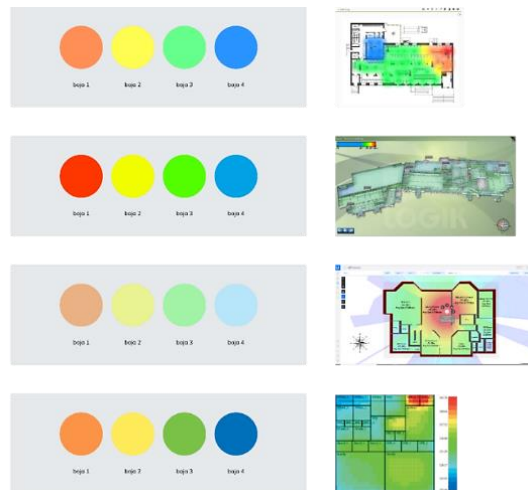
Na četvrtoj fotografiji 96 ispitanika (60,4%) prvo uočava sunce, njih 78 (49,1%) automobil, za 6 (3,8%) ispitanika sve je jednako uočljivo, 4 (2,5%) ispitanika prvo uočava nebo, dok jedan (0,6%) ispitanik izjavljuje da mu je sve jednako uočljivo (Slika 28). Rezultati za četvrtu fotografiju potvrdili su tvrdnje Nussbaumer Knaflić [15] koja navodi da se na četvrtoj fotografiji fokus izmjenjuje sa sunca na automobil i obrnuto. Navodi da je to iz razloga što se stvara napetost kada se naglašava više elemenata istovremeno. Preatentivni atributi koji su prisutni na fotografiji su oblik, veličina, zaobljenost, intenzitet i prostorni položaj. Prema rezultatima za sve četiri fotografije možemo zaključiti da su tvrdnje Nussbaumer Knaflić potvrđene (osim djelomično kod treće fotografije) i da smo potvrdili preatentivne attribute ispitanika.



Slika 28: Fotografija 4, izvor [15] (lijevo), uočavanje elemenata na četvrtoj fotografiji (desno)

3.3.2.2. Percepcija boje

U odjeljku o bojama cilj je bio detektirati koje nijanse boja ispitanici povezuju s određenim pojmovima. To je vrlo bitno iz razloga što će se vizualizacije koje će biti oblikovane na temelju rezultata upitnika većinom temeljiti na podacima vezanim uz temperaturu te će se na temelju rezultata ankete odabrati prikladne nijanse za korištenje u prikazima. Boje su odabrane prema nekima od korištenih boja u postojećim sustavima (Slika 29).

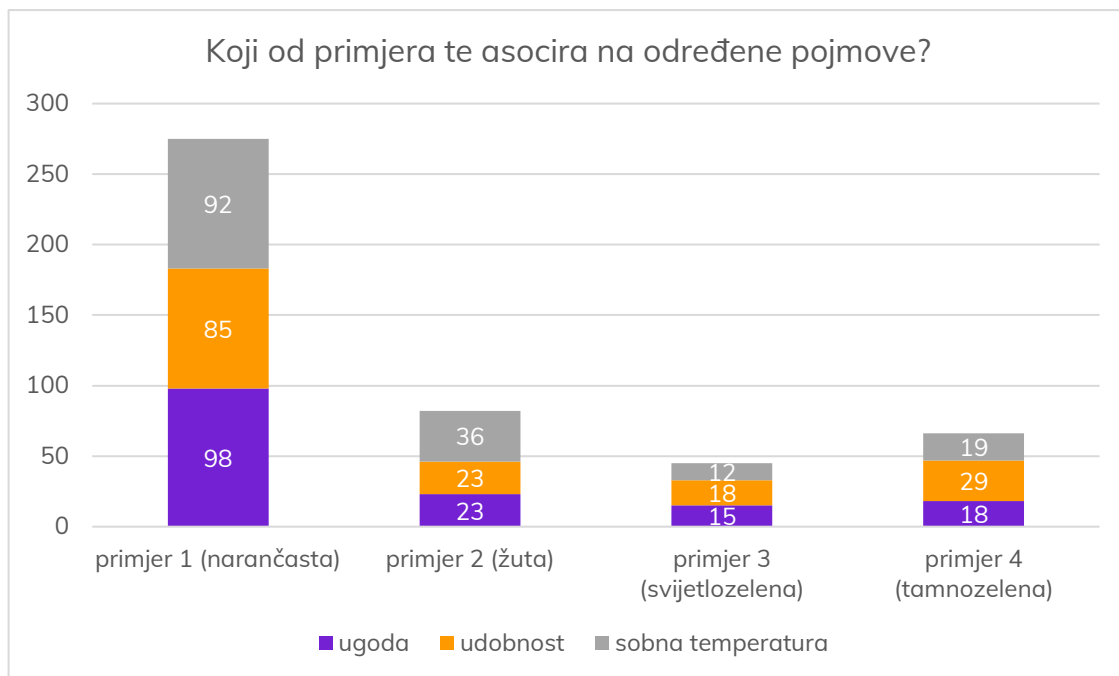


Slika 29: Boje korištene u postojećim sustavima tlocrtnog prikaza temperature

Ispitanici su trebali označiti koji od ponuđenih primjera ih asocira na pojmove ugoda, udobnost i sobna temperatura (Slika 30) (Slika 31). Tako ispitanike na pojam **ugoda** najviše asocira primjer 1 (narančasta boja) i to njih 98 (63,6%), na pojam **udobnost** 85 (54,8%) ispitanika navodi isti primjer kao i za pojam **sobna temperatura**, 92 (57,9%). Prema rezultatima ovog dijela upitnika možemo ustanoviti da ispitanike na pojmove ugoda, udobnost i sobna temperatura najviše asocira narančasta boja kada je u kombinaciji s crvenom i plavom. Prema ovim rezultatima narančasta boja će se koristiti u daljnjim vizualizacijama.



Slika 30: Tlocrti postavljeni unutar pitanja za asocijaciju



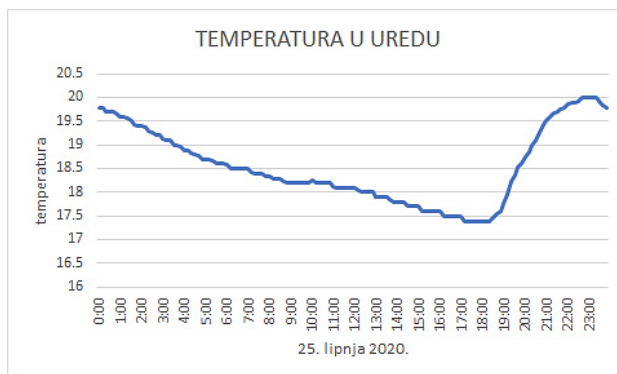
Slika 31: Asocijacije na pojmove ugode, udobnosti i sobne temperature

3.3.2.3. Percepcija grafova

Posljednji odjeljak vezan uz grafove sadržavao je pet autorskih prikaza za koje su oblikovane izjave za koje su ispitanici trebali izraziti stupanj slaganja putem Likertove skale. Izjave su bile sljedeće:

- Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.
- Na grafu su podaci prikazani na jasan način.
- Na grafu su korištene odgovarajuće boje.
- Prikazan graf je kompleksan.
- Putem grafa se brzo dolazi do informacija.

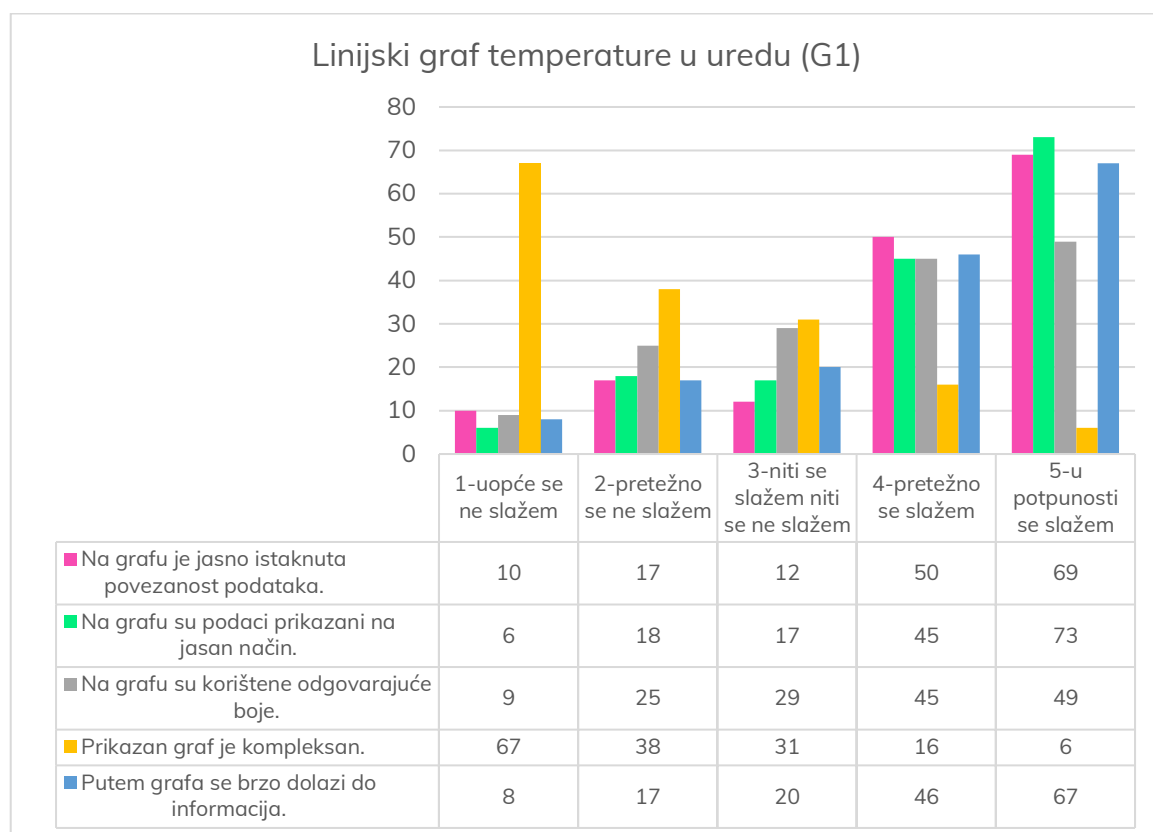
Linijski graf temperature u uredu (G1)



Slika 32: Linijski graf temperature u uredu

Za prvi prikaz (Slika 32) stupanj slaganja s navedenim izjavama vidljiv je na prikazima (Tablica 1) (Tablica 2). Možemo uočiti da se ispitanici pretežno slažu sa svim izjavama, osim onom koja se tiče kompleksnosti grafa (AS = 2,09). S obzirom da su ostale izjave vezane uz razumljivost i povezanost podataka, iz ovog podatka možemo zaključiti da ispitanici pojam kompleksnosti povezuju s nečim nerazumljivim i teškim. Odgovori su raspršeni, a najmanje raspršenje (SD = 1,17) je upravo u mišljenju da su podaci prikazani jasno i da je graf kompleksan.

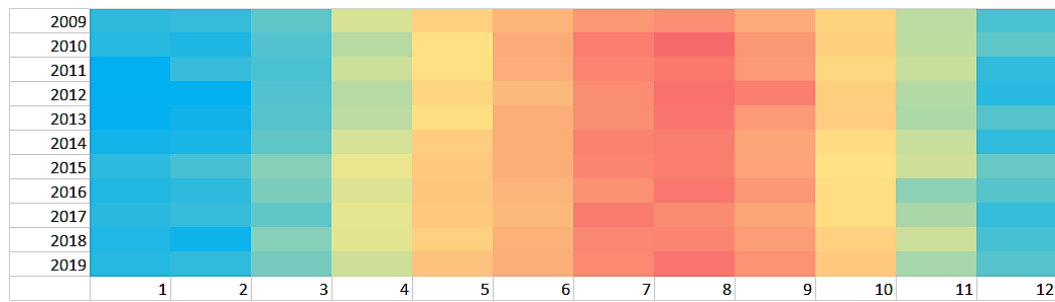
Tablica 1: Linijski graf, stupanj slaganja s izjavama - apsolutne frekvencije



Tablica 2: Linijski graf, stupanj slaganja s izjavama - prosječne skalne vrijednosti (AS) i raspršenje rezultata (SD)

GRAF 1		
	AS (1-5)	SD
1. Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	3,96	1,23
2. Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	4,01	1,17
3. Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	3,64	1,24
4. Prikazan graf je kompleksan.	2,09	1,17
5. Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	3,93	1,20

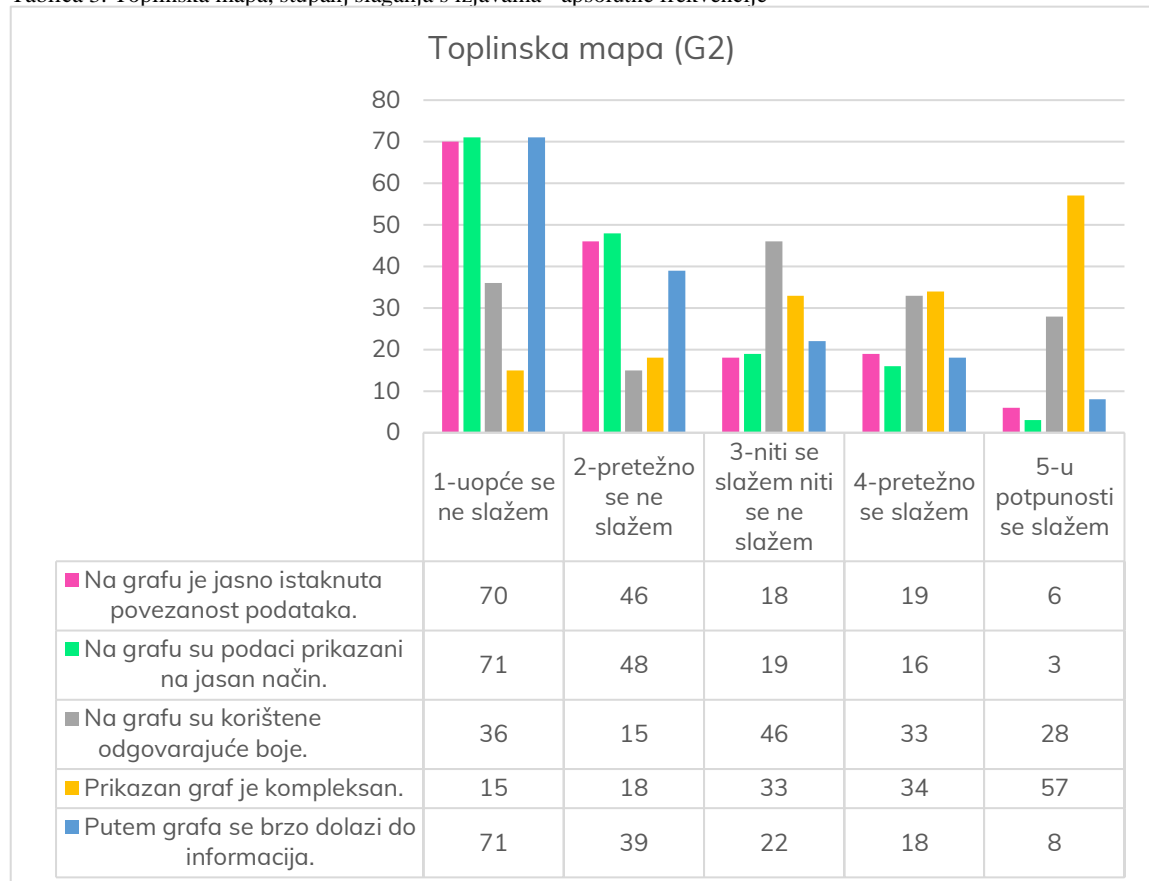
Toplinska mapa (G2)



Slika 33: Toplinska mapa

Za drugi prikaz (Slika 33) stupanj slaganja s navedenim izjavama vidljiv je na prikazima (Tablica 3) (Tablica 4). Možemo zaključiti da se ispitanici pretežno ne slažu s izjavama, osim onom koja se tiče kompleksnosti grafa ($AS = 3,64$) s kojom se pretežno slažu. Ovo nas također upućuje na to da ispitanici grafove koji su im nerazumljivi povezuju s kompleksnošću. Odgovori su također raspršeni, dok je najmanje raspršenje u mišljenju da podaci nisu prikazani na jasan način ($AS = 1,93$).

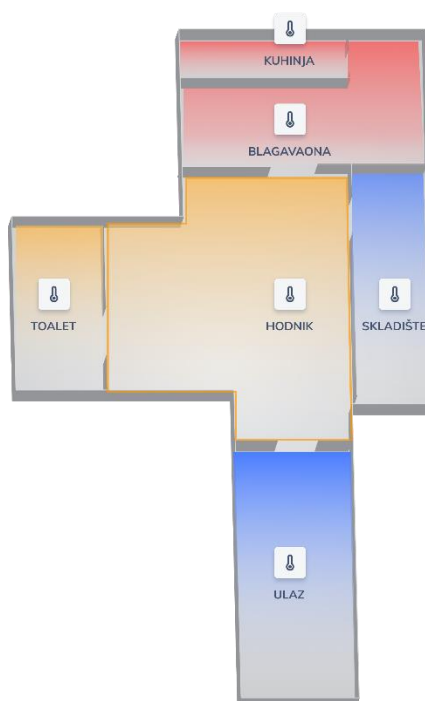
Tablica 3: Toplinska mapa, stupanj slaganja s izjavama - apsolutne frekvencije



Tablica 4: Toplinska mapa, stupanj slaganja s izjavama - prosječne skalne vrijednosti (AS) i raspršenje rezultata (SD)

GRAF 2		
	AS	SD
1. Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	2,03	1,17
2. Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	1,93	1,07
3. Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	3,01	1,39
4. Prikazan graf je kompleksan.	3,64	1,33
5. Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	2,07	1,23

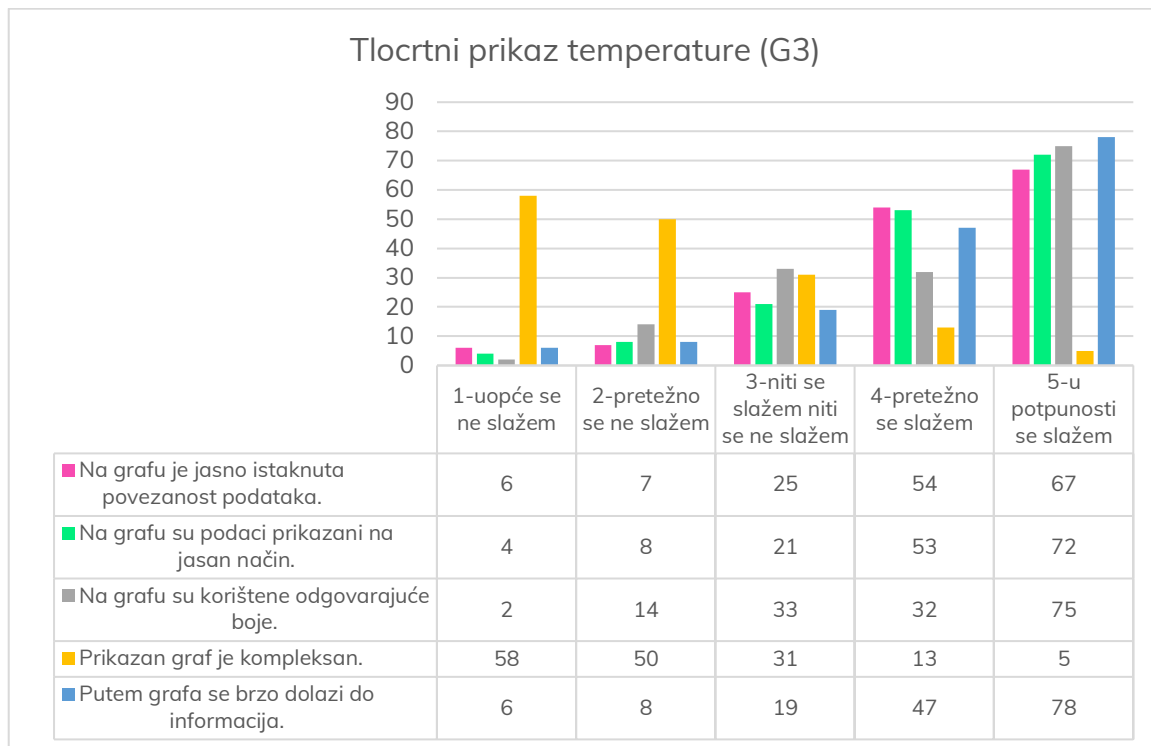
Tlocrtni prikaz temperature (G3)



Slika 34: Tlocrtni prikaz temperature

Za treći prikaz (Slika 34) stupanj slaganja s navedenim izjavama vidljiv je na prikazima (Tablica 5) (Tablica 6). Možemo uočiti da se ispitanici pretežno slažu sa svim izjavama, osim onom koja se tiče kompleksnosti grafa (AS = 2,09). Iz ovoga možemo zaključiti isto što i za prvi prikaz, da ispitanici kompleksnost povezuju s nerazumijevanjem te da im je ovaj prikaz razumljiv i jasan. Raspršenost odgovora manja je nego kod prva dva prikaza, a najmanje raspršenje (SD = 1,00) je u mišljenju da su podaci prikazani na jasan način.

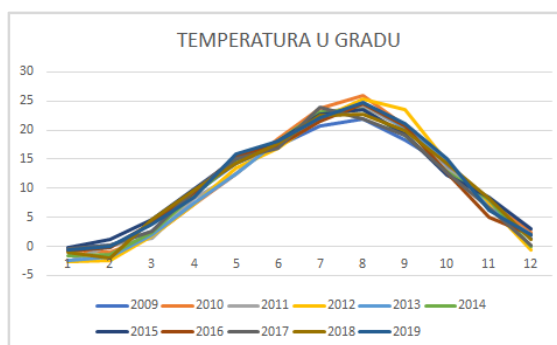
Tablica 5: Tlocrtni prikaz temperature, stupanj slaganja s izjavama - apsolutne frekvencije



Tablica 6: Tlocrtni prikaz temperature, stupanj slaganja s izjavama - prosječne skalne vrijednosti (AS) i raspršenje rezultata (SD)

GRAF 3		
	AS	SD
1. Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	4,06	1,05
2. Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	4,15	1,00
3. Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	4,05	1,08
4. Prikazan graf je kompleksan.	2,09	1,09
5. Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	4,16	1,07

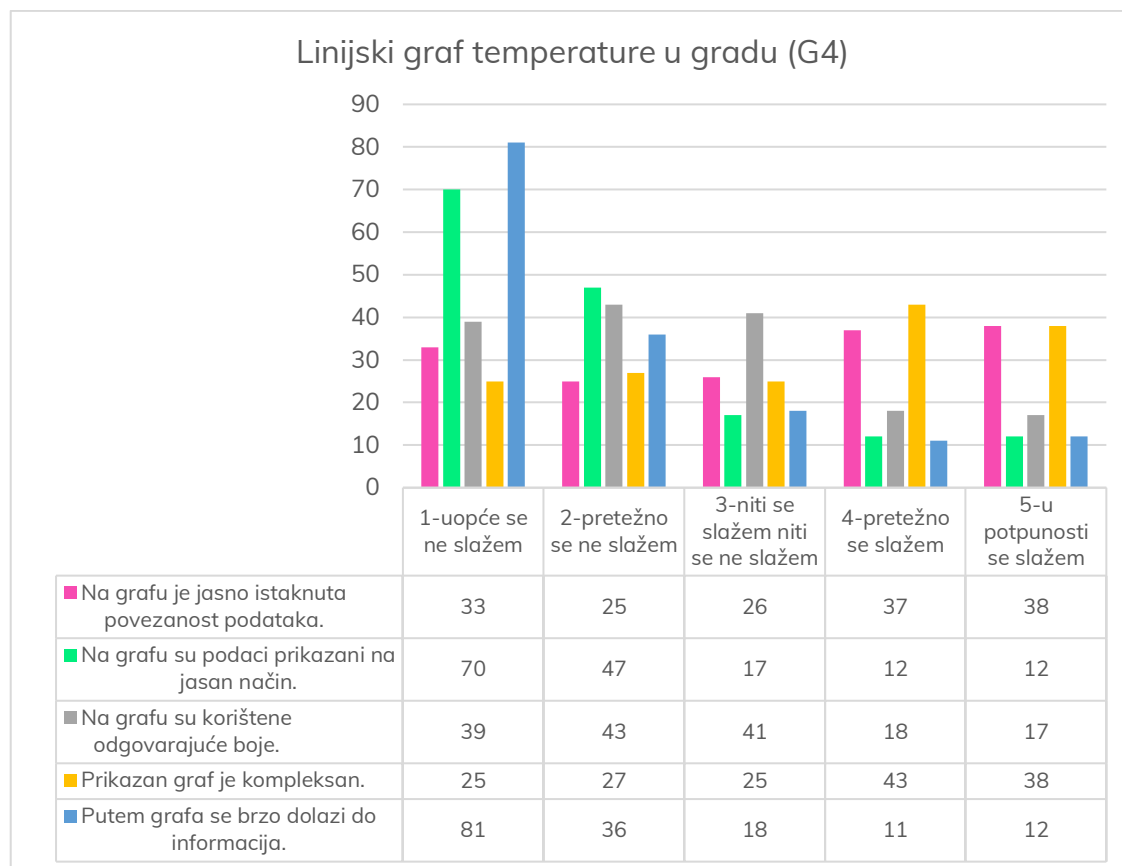
Linijski graf temperature u gradu (G4)



Slika 35: Linijski graf temperature u gradu

Za četvrti prikaz (Slika 35) stupanj slaganja s navedenim izjavama vidljiv je na prikazima (Tablica 7) (Tablica 8). Možemo zaključiti da se ispitanici pretežno ne slažu i niti se slažu niti ne slažu s izjavama. Izjava o kompleksnosti ima najveću aritmetički sredinu (AS = 3,27) što potvrđuje i dosadašnju analizu. Odgovori su raspršeni te je najmanje raspršenje u mišljenju da podaci nisu prikazani na jasan način (AS = 1,24).

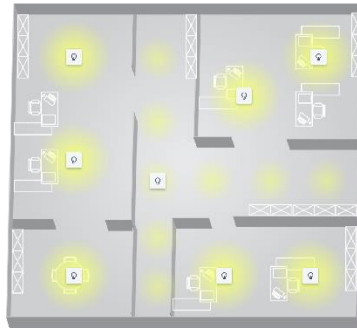
Tablica 7: Linijski graf temperature u gradu, stupanj slaganja s izjavama - apsolutne frekvencije



Tablica 8: Linijski graf temperature u gradu, stupanj slaganja s izjavama - prosječne skalne vrijednosti (AS) i raspršenje rezultata (SD)

GRAF 4		
	AS	SD
1. Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	3,14	1,47
2. Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	2,04	1,24
3. Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	2,56	1,27
4. Prikazan graf je kompleksan.	3,27	1,41
5. Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	1,97	1,26

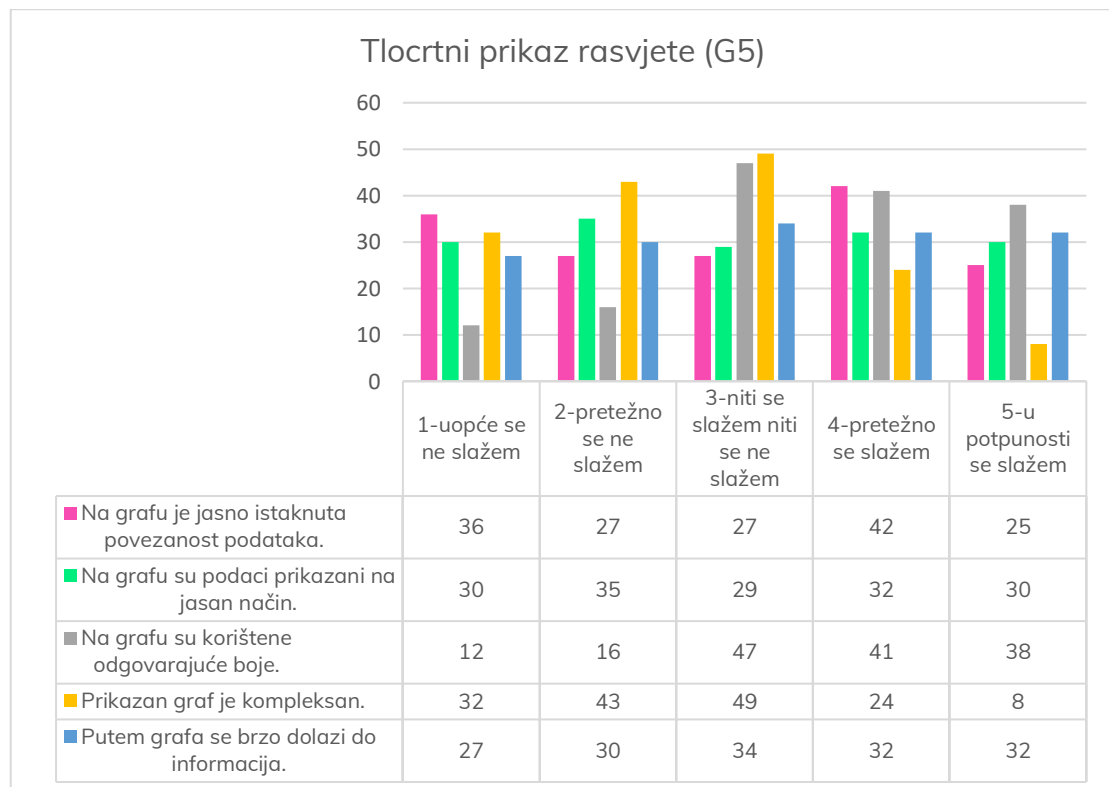
Tlocrtni prikaz rasvjete (G5)



Slika 36: Tlocrtni prikaz rasvjete

Za peti prikaz (Slika 36) stupanj slaganja s navedenim izjavama vidljiv je na prikazima (Tablica 9) (Tablica 10). Ispitanici se niti slažu niti ne slažu sa svim izjavama, osim onom da su korištene odgovarajuće boje s kojom se pretežno slažu (AS = 3,50). Ne smatraju graf kompleksnim te su za tu izjavu odgovori najmanje raspršeni (SD = 1,13). Također, bitno je istaknuti da se ispitanici pretežno slažu s izjavom da su korištene odgovarajuće boje (AS = 3,50).

Tablica 9: Tlocrtni prikaz rasvjete, stupanj slaganja s izjavama - apsolutne frekvencije



Tablica 10: Tlocrtni prikaz rasvjete, stupanj slaganja s izjavama - prosječne skalne vrijednosti (AS) i raspršenje rezultata (SD)

GRAF 5		
	AS	SD
1. Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	2,96	1,42
2. Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	2,98	1,41
3. Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	3,50	1,20
4. Prikazan graf je kompleksan.	2,57	1,13
5. Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	3,08	1,39

Kada usporedimo rezultate za svih pet grafova (Tablica 11), možemo zaključiti da je treći graf korisnicima najrazumljiviji i najjasniji, s obzirom na rezultate. Stoga je sličan prikaz tlocrtne vizualizacije temperature zadržan i za vizualizacije koje će se A/B testirati. Ispitanici se najmanje slažu s izjavama u odnosu na drugi i četvrti graf koji su im najmanje razumljivi. Stoga se prikaz toplinske mape kao i linijskog grafa u krajnjoj vizualizaciji unaprijedio u odnosu na ovaj prikaz kako bi bio razumljiviji. Ispitanicima je prvi graf pretežno razumljiv te je stoga sličan graf oblikovan i za krajnje vizualizacije s poboljšanjem odabira boja. Rezultati za posljednji graf pretežno su unutar odgovora ispitanika da se niti slažu niti ne slažu s izjavama stoga je takav prikaz također poboljšana, dok su se odabrane boje ostavile s obzirom na slaganje ispitanika da su boje pretežno odgovarajuće.

Tablica 11: Stupanj slaganja s izjavama, usporedba svih grafova - prosječne skalne vrijednosti (AS) i raspršenje rezultata (SD)

Izjave	GRAF 1		GRAF 2		GRAF 3		GRAF 4		GRAF 5	
	AS	SD	AS	SD	AS	SD	AS	SD	AS	SD
	1. Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	3,96	1,23	2,03	1,17	4,06	1,05	3,14	1,47	2,96
2. Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	4,01	1,17	1,93	1,07	4,15	1,00	2,04	1,24	2,98	1,41
3. Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	3,64	1,24	3,01	1,39	4,05	1,08	2,56	1,27	3,50	1,20
4. Prikazan graf je kompleksan.	2,09	1,17	3,64	1,33	2,09	1,09	3,27	1,41	2,57	1,13
5. Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	3,93	1,20	2,07	1,23	4,16	1,07	1,97	1,26	3,08	1,39

S obzirom da su neki od prikaza oblikovani s namjerom da korisniku budu manje ili više razumljivi, možemo potvrditi prvu hipotezu (H1) da su podaci vizualizirani prema principima za informacijsku hijerarhiju razumljiviji korisniku od onih koji nisu vizualizirani prema istim principima. S obzirom da drugi i četvrti graf nisu vizualizirani prema principima, ova hipoteza je potvrđena. Prikazani grafovi su izolirani elementi koji ispitanicima nisu prikazani unutar konteksta, tj. unutar sustava u kojemu bi se našli u stvarnom korištenju. Unatoč tome, korisnici su za tri grafa koja su vizualizirana prema principima za vizualizaciju podataka izrazili stupanj pretežnog slaganja da se putem njih brzo dolazi do informacija. Stoga možemo opovrgnuti drugu hipotezu (H2) da vrijednost i korisnost vizualizacije podataka ovisi o kontekstu potreba korisnika. Druga i peta izjava povezane su uz treću hipotezu (H3) kojom se pretpostavlja da vizualizacija podataka pomaže korisniku da brže i lakše dođe do potrebnih informacija. Treća hipoteza (H3) također je potvrđena s obzirom da se ispitanici s navedenim izjavama većinom slažu za prvi, treći i peti prikaz, dok se za drugi i četvrti ne slažu (nisu oblikovani prema principima).

3.3.3. Odabir prikaza za vizualizaciju

Kod odabira prikaza za vizualizaciju odabir nije uvijek jednostavan jer za vizualizaciju određenih podataka ne postoji samo jedna mogućnost prikaza. Podaci se mogu prikazati na bezbroj mogućih načina i odabir prikaza ovisi i o tome što želimo istaknuti. Sve podatke, pa tako i one prikupljene putem senzora, dobivamo u obliku sirovih podataka. Oni su najčešće prikazani unutar tablice. Nakon analize prvog upitnika, oblikovane su vizualizacije za A/B testiranje prema rezultatima.

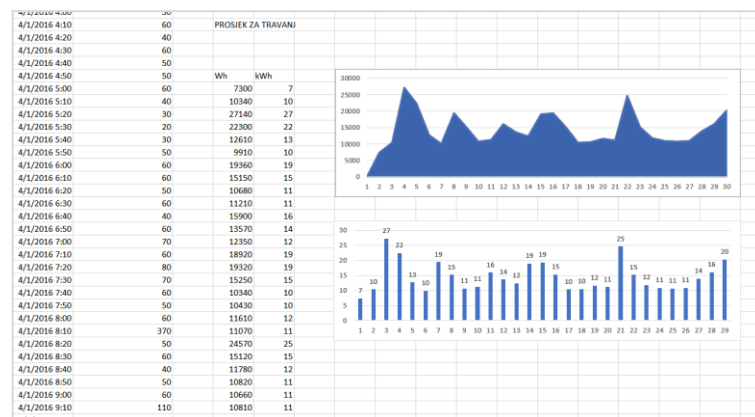
Kao izvor podataka korištena je web stranica *Kaggle*² na kojoj su javno dostupni podaci prikupljeni putem senzora. Same podatke bilo je potrebno pripremiti i „očistiti“ s obzirom na to da su to sirovi podaci prikupljeni direktno iz senzora. Za taj korak korišten je program *Microsoft Excel*, kao i za prvi korak oblikovanja vizualizacija. Zatim su prikazi obrađeni i pripremljeni u alatu *Figma*. Za prikaz temperature korišteni su temperaturni podaci iz seta *UCI_data*³ koji su prikupljeni svakih deset minuta u različitim

² <https://www.kaggle.com/datasets>

³ https://www.kaggle.com/subh86/uci-data?select=UCI_data.csv

prostorijama putem *ZigBee* bežičnog senzora. Za prikaz potrošnje energije korišteni su podaci iz seta *Appliances Energy Prediction*⁴ koji su prikupljeni svakih deset minuta putem m-bus brojilima energije. Oblikovano je pet vizualizacija od kojih svaka ima po dvije varijante. Oblikovane vizualizacije za tlocrtnu temperaturu, tlocrtnu rasvjetu, trenutnu potrošnju energije, potrošnju energije i temperaturu po prostorijama. Prilikom odabira prikaza za vizualizaciju određenih podataka korištene su smjernice za oblikovanje vizualizacija. Za tlocrtnu prikaze temperature unutar prostorija i rasvjete, VIZ 1 i VIZ 2, korištena je logika toplinske mape (Slika 48). Tlocrti su prikazani sa superponiranim podacima kako bi se moglo uočiti što se događa u kojoj prostoriji. Ovakav prikaz podataka je svojevrsna toplinska mapa u kojoj su podaci kodirani bojom preko tlocrta kako bi komunicirali temperaturu ili rasvjetu unutar prostorija.

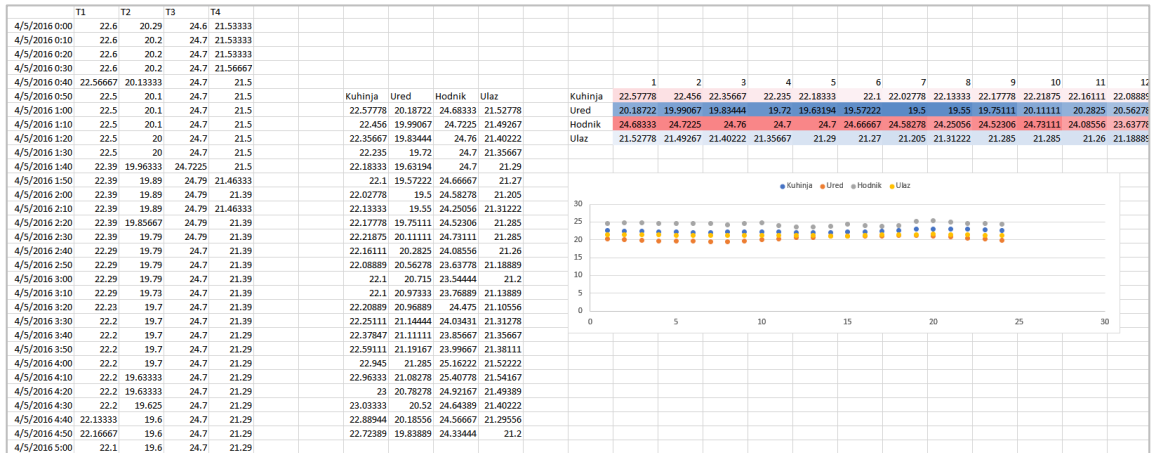
Za VIZ 3 koja prikazuje trenutnu potrošnju energije korišten je jednostavan tekst s trakom napretka koja je grafički element koji se koristi za vizualizaciju napretka određenih statusa, u ovom slučaju potrošnje energije (struja, voda, plin) i vizualno naglašava jednostavni tekst. Za VIZ 4 koja prikazuje potrošnju energije uređaja i rasvjete kroz dane, mjesece i godine koristila su se dva prikaza. To su površinski i stupičasti graf (Slika 37). S obzirom da su podaci prikazani kroz vrijeme, površinski graf je vrlo pogodan za takve podatke jer su točke povezani linijski te naglasak nije na individualnim vrijednostima već na obliku podataka. Također, naglasak je na ukupnoj vrijednosti podataka (za razliku od linijskog grafa). S druge strane, podaci su prikazani i unutar stupičastog grafa koji omogućuju jednostavnu usporedbu između vrijednosti i naglašavaju individualne vrijednosti.



Slika 37: Podaci o potrošnji energije prikupljeni putem senzora

⁴ <https://www.kaggle.com/loveall/appliances-energy-prediction>

Za VIZ 5 koja prikazuje temperaturu unutar prostorija korištena je toplinska mapa i dijagram raspršenja (Slika 38). Toplinska mapa prikazuje kategoričke podatke putem boja i korisna je jer ljudsko oko lako uočava velike razlike u boji te skeniranje informacija može biti vrlo brzo i učinkovito. Dijagram raspršenja kodira podatke kako bi se identificirale postojeće veze i mogli ustanoviti određeni uzorci.



Slika 38: Temperaturni podaci prikupljeni putem senzora

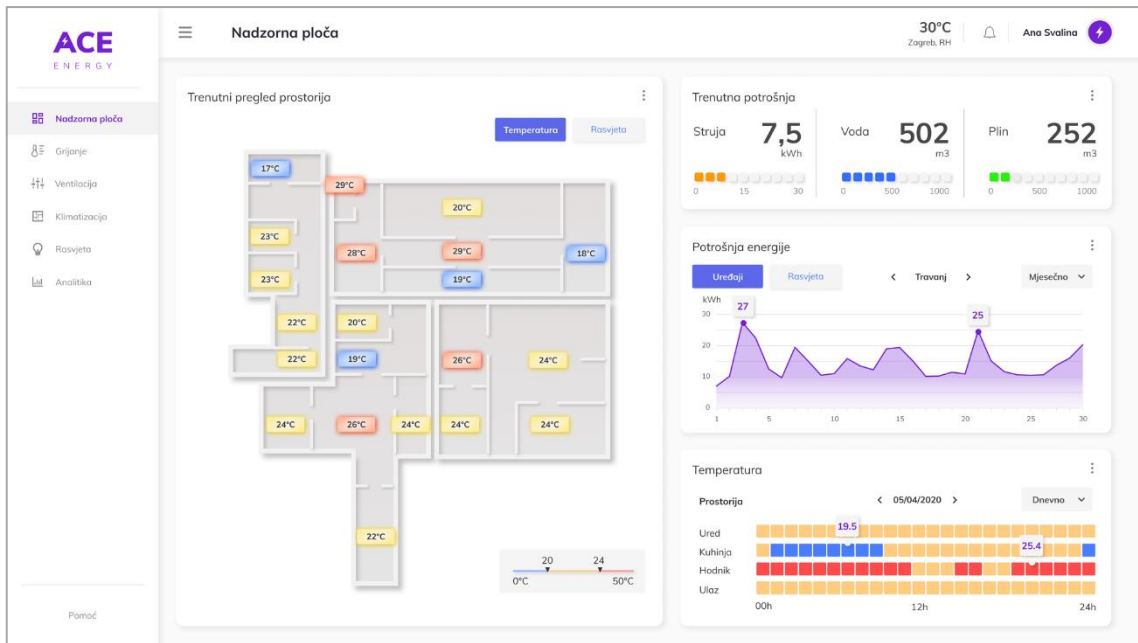
3.3.4. Vizualizacija podataka prema principima za vizualizaciju

„Ako su vam brojevi dosadni, onda imate krive brojeve [21].“ –
Edward Tufte

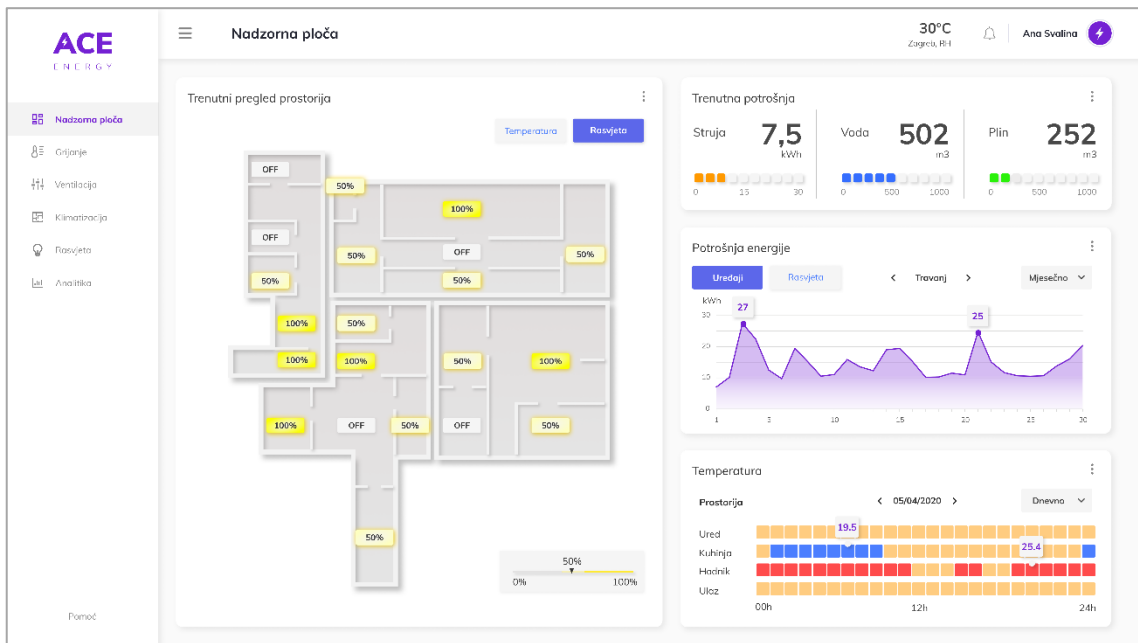
Nakon „čišćenja“ podataka i oblikovanja prve verzije vizualizacija unutar *Excelsa*, vizualizacije su daljnje doradene u alatu *Figma*^{5,6} (Slika 39) (Slika 40) (Slika 41) (Slika 42). Svaka od pet vizualizacija oblikovana je na dva načina kako bi se mogle usporediti i ocijeniti putem A/B testiranja (Slika 43). Kod oblikovanja vizualizacija koristili su se neki od principa opisanih u prošlim poglavljima. To su *Gestalt* principi i principi koje navode Edward Tufte, Alberto Cairo, Cole Nussbaumer Knaflic, Colin Ware i Ben Shneiderman.

⁵ Nadzorna ploča i vizualizacije u *Figma* (<https://bit.ly/2QOjhp7>)

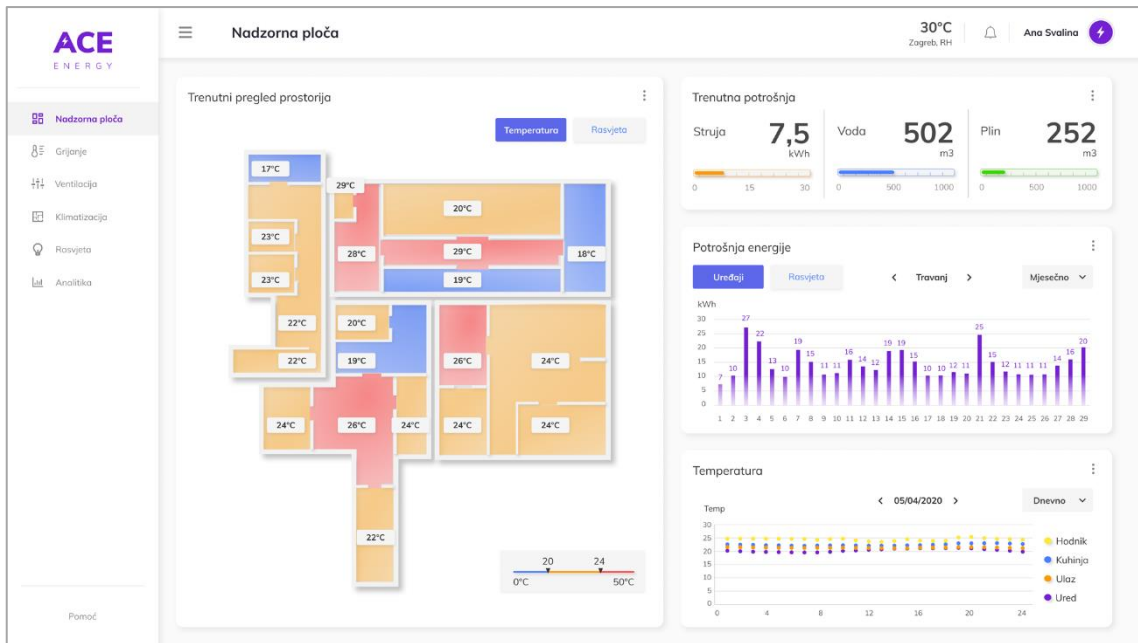
⁶ Nadzorna ploča u prikazu prototipa u *Figma* (<https://bit.ly/3IOZeFl>)



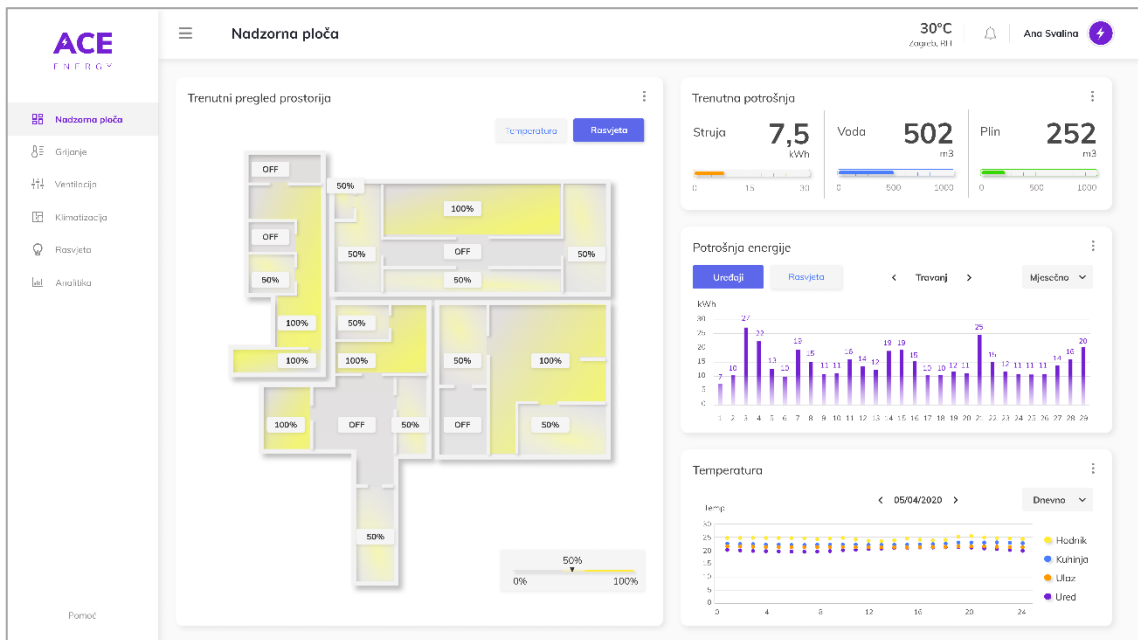
Slika 39: Nadzorna ploča verzije A s temperaturnim tlocrtom



Slika 40: Nadzorna ploča verzije A s tlocrtom rasvjete



Slika 41: Nadzorna ploča verzije B s temperaturim tlocrtom



Slika 42: Nadzorna ploča verzije B s tlocrtom rasvjete

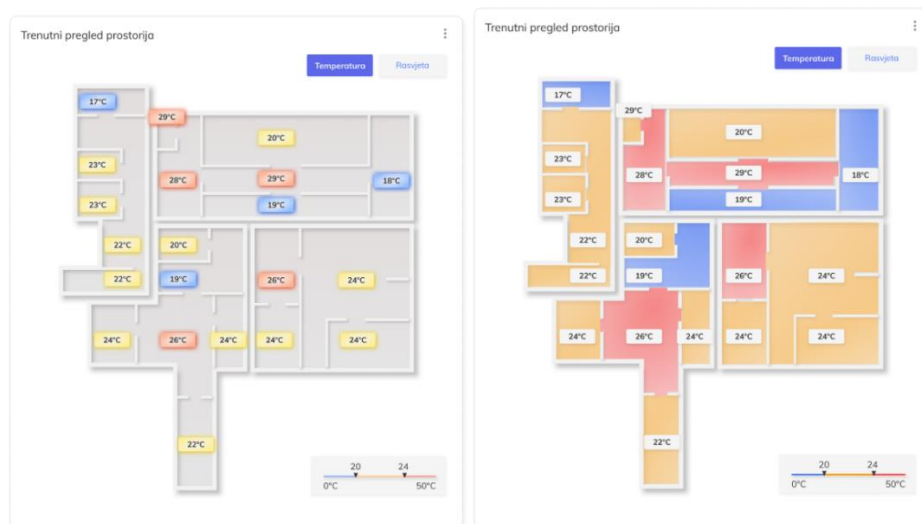


Slika 43: A/B varijante pojedinačnih vizualizacija BMS-a

Na vizualizaciji trenutnog pregleda prostorija postavljeni su *buttoni* za izmjenu prikaza temperature i rasvjete unutar tlocrta. U primjeru A temperatura je prikazana na način da su u tlocrt superponirani kvadratni elementi u kojima je brojčano prikazana temperatura tog prostora (Slika 44). Osim brojčanog prikaza, elementi su kodirani pomoću tri boje kako bi ubrzali proces dešifriranja i detekcije unutar prikaza. S druge strane, primjer B prikazan je na sličan način, osim što su u ovome prikazu prostorije cjelovito kodirane bojom, dok su kvadratni elementi u neutralnoj boji. Korištene su tri boje za tri razine temperature, plava, narančasta i crvena. Oba primjera imaju legendu s objašnjenjem kodiranja temperature.

Tako su elementi koji će se A/B testirati sljedeći:

Vizualizacija 1: A kodiranje boje kvadratnih elemenata / **B** kodiranje boje tlocrta

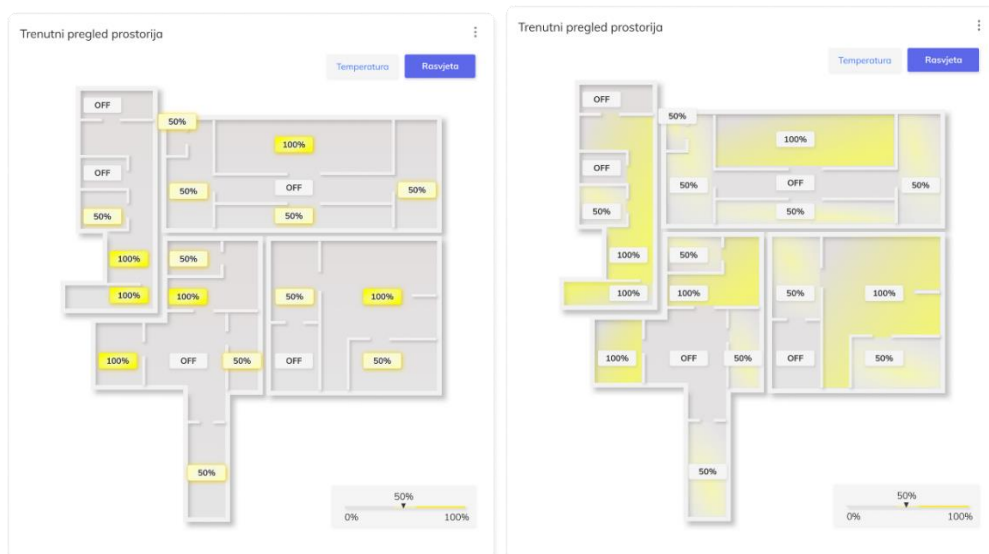


Slika 44: Vizualizacija 1 - Temperaturni pregled prostorija, A i B varijanta

Tlocrtna vizualizacija rasvjete oblikovana je po istom principu kao i temperature (Slika 45). U ovom prikazu korištene su također tri boje (siva, svijetložuta i žuta) kako bi se prikazale razlike u rasvjeti.

Tako su elementi koji će se A/B testirati sljedeći:

Vizualizacija 2: A kodiranje boje kvadratnih elemenata / **B** kodiranje boje tlocrta

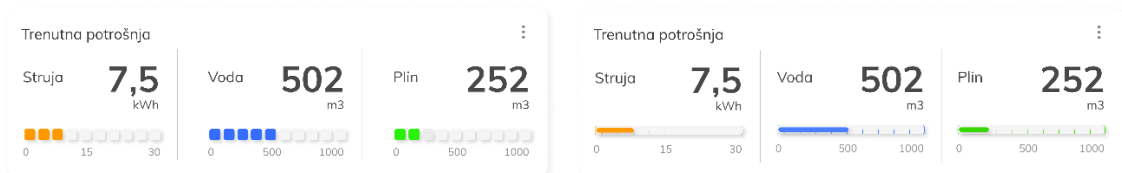


Slika 45: Vizualizacija 2 - Rasvjeta unutar prostorija, A i B varijanta

Na vizualizaciji koja prikazuje trenutnu potrošnju prikazana je trenutna potrošnja struje, vode i plina (Slika 46). Osim oznaka za vrstu potrošnje, prikazane su brojčane oznake (jednostavni tekst), mjerna jedinica i brojčane oznake na x-osi. Za prikaz potrošnje korištena je traka napretka koja vizualno podupire prikazani tekst. Minimum trake napretka je nula, dok je maksimum kapacitet. Na ovaj način korisnik može ustanoviti da li je trenutna potrošnja unutar kapaciteta. Razlike između dva prikaza odnose se na oblikovanje trake. U prikazu A traka se sastoji od deset kvadratića čija ispunjenost bojom signalizira trenutnu potrošnju. U prikazu B traka je jedan pravokutnik s grafičkim oznakama vrijednosti (tanke linije) koji je ispunjen s bojom kao signal potrošnje.

Tako su elementi koji će se A/B testirati sljedeći:

Vizualizacija 3: A traka napretka u obliku kvadratića s ispunom boje / **B** traka napretka u obliku jednog pravokutnika s ispunom boje



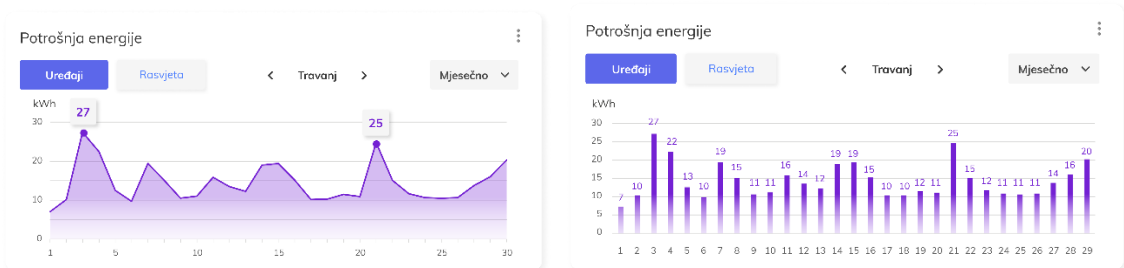
Slika 46: Vizualizacija 3 - Pregled trenutne potrošnje, A i B varijanta

Vizualizacija prikaza potrošnje energije oblikovana je putem površinskog i stupičastog grafa (Slika 47). Oba prikaza imaju *buttone* za izmjenu između potrošnje uređaja ili rasvjete, izmjenu vremena prikaza (dnevno, mjesečno, godišnje) kao i kontrolu za pojedinačne dane, mjeseci i godine. Prikazi imaju oznaku mjerne jedinice kao i brojčane oznake apscise i ordinate. Razlike između dva prikaza su u njihovom oblikovanju. Tako primjer A koristi površinski graf kako bi korisnik imao uvid u ukupnu potrošnju po danima i istaknuta su dva maksimuma. Primjer B koristi stupičasti graf u kojemu su istaknute sve vrijednosti te su prikazani svi dani. Na ovaj način primjer A pokazuje promjenu kroz vrijeme i trendove, dok je primjer B usmjeren na individualne podatke.

Tako su elementi koji će se A/B testirati sljedeći:

Vizualizacija 4:

1. **A** prikaz potrošnje putem površinskog grafa / **B** prikaz potrošnje putem stupičastog grafa
2. **A** istaknutost samo najveće vrijednosti / **B** istaknutost svih vrijednosti
3. **A** istaknutost samo nekih dana / **B** istaknutost svih dana



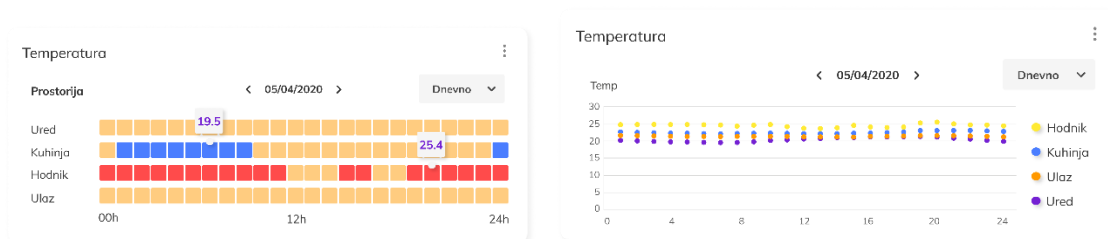
Slika 47: Vizualizacija 4 - Potrošnja energije, A i B varijanta

U posljednjoj vizualizaciji prikazana je temperatura unutar prostorija (Slika 48). Vizualizacije su oblikovane putem toplinske mape i grafa raspršenja. Oba prikaza imaju kontrolu izmjene vremena prikaza (dnevno, mjesečno, godišnje) i kontrolu za pojedinačne dane, mjesece i godine. Oba primjera sadrže legendu za oznake prostorija. Razlike između dva prikaza su u njihovom oblikovanju. Tako primjer A koristi toplinsku mapu s kodiranjem boje (3 boje, korištene i u tlocrtnom prikazu) i istaknutost minimuma i maksimuma. Označene su samo tri vrijednost osi x. Primjer A koristi graf raspršenosti kako bi mogli prikazati uzorke i odnose podataka. Sadrži oznake za x i y os te legendu za nazive prostorija.

Tako su elementi koji će se A/B testirati sljedeći:

Vizualizacija 5:

1. **A** prikaz potrošnje putem toplinske mape / **B** prikaz potrošnje putem grafa raspršenja
2. **A** istaknutost minimuma i maksimuma / **B** vrijednosti nisu istaknute
3. **A** kodiranje temperature putem boja / **B** kodiranje temperature brojčanim vrijednostima
4. **A** istaknutost samo tri sata u danu / **B** istaknutost sedam sati u danu



Slika 48: Vizualizacija 5 - Prikaz temperature po prostorijama, A i B varijanta

3.3.5. A/B testiranje – Ispitivanje stavova prema vizualizacijama podataka

Ako želimo da su podaci značajni, moraju se moći razumjeti, a ako želimo da se mogu razumjeti, moraju se testirati [22]. Kod vizualizacije podataka u obzir uzimamo više od same uporabljivosti [22]. Upitnik za A/B testiranje oblikovan je s ciljem potvrđivanja ili opovrgavanja sljedećih hipotezi i donošenja zaključaka i uvida u način percepcije vizualizacija i stavova prema njima (Prilog 2). Rezultati upitnika koristiti će se za oblikovanje finalne nadzorne ploče i za potvrđivanje/opovrgavanje nekih od postavljenih hipoteza:

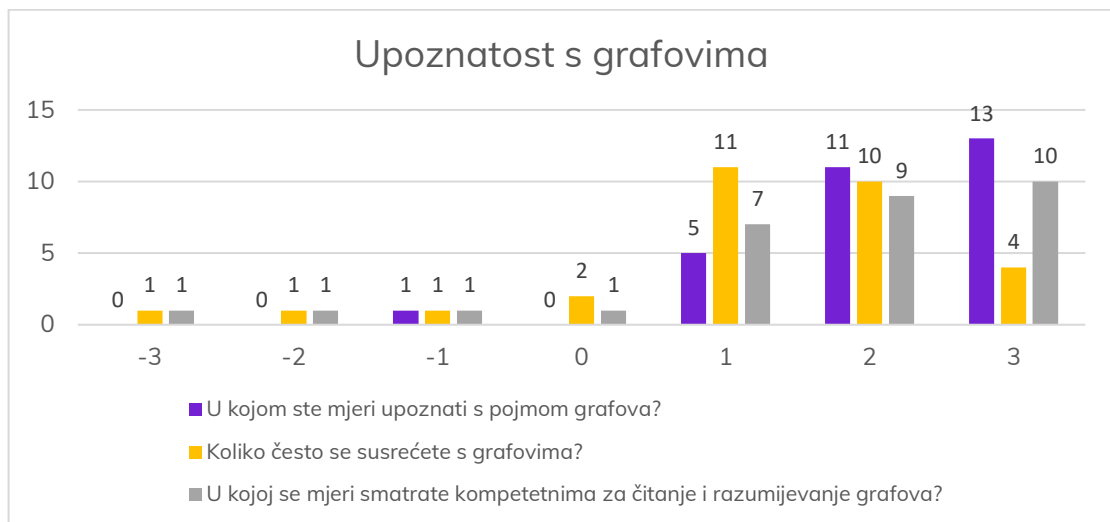
H4: Postoji statistički značajna razlika u percepciji ispitanika prema dvjema varijantama oblikovanja vizualizacija.

H5: Postoji statistički značajna razlika u mišljenju ispitanika u odnosu na dvije varijante oblikovanja vizualizacija.

Upitnik je oblikovan u alatu *SurveyGizmo*, a prikupljeni podaci su kvantitativno analizirani u programu *SPSS Statistics* i obrađeni deskriptivnom analizom. Na dobivenim rezultatima izračunati su deskriptivni parametri postotak dobivenih odgovora (%), najmanji i najveći rezultat, aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD) te je proveden t-test kako bi se utvrdilo postoje li statistički značajne razlike u odgovorima prema dvije varijante. Iz t-testa izračunati su parametri p-vrijednost (p) i t-vrijednost (t). Ako je p-vrijednost jednaka ili manja od 0,05 (5%), to znači da su odgovori ispitanika grupirani i da među njima ne postoje veće razlike. Pozitivna t-vrijednost označava da je razlika značajna u korist prve grupe (A), dok negativna t-vrijednost označava da je razlika značajna u korist druge grupe (B). Upitnik se sastojao od općih pitanja i prikaza pet vizualizacija u A i B varijanti s tri pitanja. Prvo pitanje bilo je pitanje razumijevanja grafa,

drugo je bilo u obliku semantičkog diferencijala, a treće Likertova skala stupnja slaganja s određenim izjavama. Izjave za stupanj slaganja kroz Likertovu skalu oblikovane su prema tablici procjena iz priručnika Nussbaumer Knaflic, *Storytelling with Data: Let's Practice!* [15].

Testiranje je provedeno na uzorku od 30 ispitanika od kojih su 20 (66,7%) pripadnice ženskog spola, dok je 10 (33,3%) ispitanika muškog spola. Ispitanici su unutar dobne skupine 18 do 34 godine. Njih 22 (73,3%) pripada dobnoj skupini 18-24 godine, a njih 8 (26,7%) dobnoj skupini 25-34 godine. Također, većina ispitanika se obrazovalo/obrazuje u području tehničkih znanosti, njih 21 (70%), njih 4 (13,3%) u umjetničkom području, njih 2 (6,7%) u području društvenih znanosti, te po jedan ispitanik u području biomedicine i zdravstva, području biotehničkih znanosti i interdisciplinarnom području (9,9%). Opća pitanja sadržavala su tri pitanja vezana uz upoznatost s pojmom grafova u obliku semantičkog diferencijala (Slika 49). Iz odgovora možemo zaključiti da su ispitanici u velikoj mjeri upoznati s grafovima (AS = 2,17), često se susreću s njima (AS = 1,23) i smatraju se kompetentnima za čitanje istih (AS = 1,63).



Slika 49: Stupanj upoznatosti s grafovima

Sljedeća pitanja bila su vezana uz vizualizacije. Kao što je već navedeno, ispitanici su odgovorili na pitanje o razumijevanju, opisali su prikaz putem semantičkog diferencijala i izrazili su stupanj slaganja s određenim izjavama. Pojmovi i izjave bile su sljedeće:

zbunjujuće-strukturirano
neupečaljivo-impresivno
nejasno-jasno
neinformativno-informativno
neprivlačno-privlačno

Prikaz je razumljiv na prvi pogled.
Na prikazu su istaknute bitne informacije
Boja je korištena učinkovito.
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.

Kako bi procijenili je li jedna od varijanti pogodnija za vizualizaciju od druge, potrebno je da postoji statistički značajna razlika za barem 5/10 pitanja. Također, na ovaj način ćemo potvrditi ili opovrgnuti posljednje dvije hipoteze (H4 i H5). Hipoteza H4 biti će potvrđena ako je analiza razlike u odgovorima za A ili B varijantu statistički značajna za barem 3 od 5 pojmova unutar semantičkog diferencijala, dok će hipoteza H5 biti potvrđena ako je ista razlika značajna za barem 3 od 5 pojmova unutar Likertove skale slaganja s izjavama.

Vizualizacija 1



Slika 50: Vizualizacija 1 – Temperaturni pregled prostorija, A i B varijanta

Za VIZ 1 (Slika 50) na pitanje razumijevanja (*Koja temperatura prevladava na tloctu?*) za A varijantu točno je odgovorilo 89,7% sudionika, dok je na isto pitanje za B varijantu točno odgovorilo 96,6% ispitanika. Unutar pitanja s pojmovima semantičkog diferencijala, možemo uočiti da su ispitanici prema aritmetičkoj sredini (Tablica 12) varijantu B ocijenili kao više strukturiranu, impresivniju, jasniju, informativniju i privlačniju od varijante A. Unatoč tome, odgovori za A varijantu su puno raspršeniji od onih za varijantu B (Slika 51).

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	0	2	3	0	5	8	12	
Row %	0.0%	6.7%	10.0%	0.0%	16.7%	26.7%	40.0%	
neupečatljivo								impresivno
Count	0	0	6	8	6	5	4	
Row %	0.0%	0.0%	20.7%	27.6%	20.7%	17.2%	13.8%	
nejasno								jasno
Count	0	1	1	2	3	10	13	
Row %	0.0%	3.3%	3.3%	6.7%	10.0%	33.3%	43.3%	
neinformativno								informativno
Count	0	1	0	2	7	8	12	
Row %	0.0%	3.3%	0.0%	6.7%	23.3%	26.7%	40.0%	
neprivlačno								privlačno
Count	3	1	3	5	8	4	4	
Row %	10.7%	3.6%	10.7%	17.9%	28.6%	14.3%	14.3%	

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	0	0	1	0	6	8	15	
Row %	0.0%	0.0%	3.3%	0.0%	20.0%	26.7%	50.0%	
neupečatljivo								impresivno
Count	0	0	3	3	4	9	11	
Row %	0.0%	0.0%	10.0%	10.0%	13.3%	30.0%	36.7%	
nejasno								jasno
Count	0	0	0	2	2	6	19	
Row %	0.0%	0.0%	0.0%	6.9%	6.9%	20.7%	65.5%	
neinformativno								informativno
Count	0	0	0	1	5	6	18	
Row %	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	16.7%	20.0%	60.0%	
neprivlačno								privlačno
Count	0	0	3	2	4	7	14	
Row %	0.0%	0.0%	10.0%	6.7%	13.3%	23.3%	46.7%	

Slika 51: Vizualizacija 1 – semantički diferencijal, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Za obje vizualizacije stupanj slaganja s izjavama je veći od 4 (pretežno se slažem) što upućuje na to da su vizualizacije ispitanicima razumljive, da su bitne informacije istaknute, da je boja korištena učinkovito, da su dobro strukturirane i da se mogu raditi usporedbe podataka. Također, za ove rezultate odgovori nisu raspršeni (Slika 52) te kada pogledamo podatke aritmetičke sredine (Tablica 12) možemo uočiti da su ispitanici B varijantu ocijenili s većim stupnjem slaganja.

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled. Count Row %	0 0.0%	1 3.3%	3 10.0%	12 40.0%	14 46.7%
Na prikazu su istaknute bitne informacije. Count Row %	0 0.0%	0 0.0%	2 6.7%	12 40.0%	16 53.3%
Boja je korištena učinkovito. Count Row %	1 3.3%	0 0.0%	4 13.3%	4 13.3%	21 70.0%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran. Count Row %	0 0.0%	1 3.4%	2 6.9%	10 34.5%	16 55.2%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka. Count Row %	0 0.0%	3 10.0%	5 16.7%	11 36.7%	11 36.7%

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled. Count Row %	0 0.0%	1 3.3%	1 3.3%	2 6.7%	26 86.7%
Na prikazu su istaknute bitne informacije. Count Row %	0 0.0%	0 0.0%	1 3.3%	8 26.7%	21 70.0%
Boja je korištena učinkovito. Count Row %	0 0.0%	0 0.0%	1 3.3%	4 13.3%	25 83.3%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran. Count Row %	0 0.0%	0 0.0%	3 10.0%	7 23.3%	20 66.7%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka. Count Row %	0 0.0%	0 0.0%	6 20.0%	7 23.3%	17 56.7%

Slika 52: Vizualizacija 1 – Likertova skala, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Tako iz analize podataka možemo uočiti da za prvu skupinu pitanja (semantički diferencijal) postoji statistički značajna razlika za pojmove zbunjujuće-strukturirano. Tako je B vizualizacija prema asocijacijama ispitanika više strukturirana ($AS(B) = 2,2$ – strukturirano). Za drugu skupinu pitanja (Likertova skala) postoji statistički značajna razlika za prvu i treću izjavu. Tako je vizualizacija B prema stupnju slaganja ispitanika razumljivija na prvi pogled ($AS(B) = 4,77$) te su boje korištene učinkovitije ($AS(B) = 4,80$). Time za VIZ 1 nisu potvrđene hipoteze H4 i H5.

Tablica 12: VIZ 1, semantički diferencijal i Likertova skala – prosječne skalne vrijednosti (AS), raspršenje rezultata (SD), p-vrijednost (p) i t-vrijednost (t)

	VIZ 1					
	A		B		p	t
	AS	SD	AS	SD		
Pojmovi (-3 do +3)						
1. zbunjujuće-strukturirano	1,67	1,58	2,2	0,99	0,03	-1,56
2. neupečatljivo-impresivno	0,76	1,35	1,73	1,34	0,76	-2,78
3. nejasno-jasno	1,97	1,30	2,45	0,91	0,32	-1,65
4. neinformativno-informativno	1,90	1,21	2,37	0,89	0,28	-1,70
5. neprivlačno-privlačno	0,50	1,80	1,90	1,35	0,15	-3,34
Izjave (1 do 5)						
1. Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	4,30	0,79	4,77	0,68	0,05	-2,45
2. Na prikazu su istaknute bitne informacije	4,47	0,63	4,67	0,55	0,13	-1,32
3. Boja je korištena učinkovito.	4,47	0,97	4,80	0,48	0,01	-1,68
4. Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	4,41	0,78	4,57	0,68	0,49	-0,80
5. Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	4,00	0,98	4,37	0,81	0,91	-1,58

Vizualizacija 2



Slika 53: Vizualizacija 2 – Rasvjeta unutar prostorija, A i B varijanta

Za VIZ 3 (Slika 53) na pitanje razumijevanja (*Koja rasvjeta prevladava na tlocrtu?*) za A varijantu točno je odgovorilo 82,8% sudionika, dok je na isto pitanje za B varijantu točno odgovorilo 51,7% ispitanika. To nas upućuje na to da je ispitanicima na prvi pogled jasnija varijanta A. Unutar pitanja s pojmovima semantičkog diferencijala, odgovori se dosta razlikuju (Slika 54). Tako ispitanici A varijantu ocjenjuju kao strukturiraniju i jasniju, dok B varijantu ocjenjuju kao impresivniju, informativniju i privlačniju (Tablica 13). Odgovori za obje varijante su raspršeni.

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	0	1	2	2	8	7	10	
Row %	0.0%	3.3%	6.7%	6.7%	26.7%	23.3%	33.3%	
neupečatljivo								impresivno
Count	2	2	4	5	8	5	3	
Row %	6.9%	6.9%	13.8%	17.2%	27.6%	17.2%	10.3%	
nejasno								jasno
Count	0	2	1	3	7	6	11	
Row %	0.0%	6.7%	3.3%	10.0%	23.3%	20.0%	36.7%	
neinformativno								informativno
Count	0	1	0	4	8	6	11	
Row %	0.0%	3.3%	0.0%	13.3%	26.7%	20.0%	36.7%	
neprivlačno								privlačno
Count	2	2	2	4	8	4	7	
Row %	6.9%	6.9%	6.9%	13.8%	27.6%	13.8%	24.1%	

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	1	1	5	2	4	8	9	
Row %	3.3%	3.3%	16.7%	6.7%	13.3%	26.7%	30.0%	
neupečatljivo								impresivno
Count	0	3	2	6	5	10	4	
Row %	0.0%	10.0%	6.7%	20.0%	16.7%	33.3%	13.3%	
nejasno								jasno
Count	0	1	6	1	5	9	8	
Row %	0.0%	3.3%	20.0%	3.3%	16.7%	30.0%	26.7%	
neinformativno								informativno
Count	0	0	2	3	4	9	12	
Row %	0.0%	0.0%	6.7%	10.0%	13.3%	30.0%	40.0%	
neprivlačno								privlačno
Count	0	1	2	5	6	8	8	
Row %	0.0%	3.3%	6.7%	16.7%	20.0%	26.7%	26.7%	

Slika 54: Vizualizacija 2 – semantički diferencijal, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Za obje vizualizacije stupanj slaganja s izjavama je većinom veći od 4 (pretežno se slažem) i također se razlikuju za obje varijante. Ispitanicima je A varijanta razumljivija na prvi pogled, dok im B varijanta ima istaknute bitne informacije, boja je korištena učinkovito te su im obje varijante podjednako dobro strukturirane. Za ove rezultate odgovori nisu toliko raspršeni kao za prethodno pitanje (Slika 55).

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled. Count Row %	1 3.3%	1 3.3%	4 13.3%	11 36.7%	13 43.3%
Na prikazu su istaknute bitne informacije. Count Row %	0 0.0%	0 0.0%	2 6.7%	14 46.7%	14 46.7%
Boja je korištena učinkovito. Count Row %	2 6.7%	5 16.7%	1 3.3%	7 23.3%	15 50.0%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran. Count Row %	0 0.0%	1 3.3%	9 30.0%	6 20.0%	14 46.7%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka. Count Row %	0 0.0%	1 3.4%	5 17.2%	12 41.4%	11 37.9%

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled. Count Row %	0 0.0%	1 3.3%	5 16.7%	14 46.7%	10 33.3%
Na prikazu su istaknute bitne informacije. Count Row %	0 0.0%	0 0.0%	2 6.7%	10 33.3%	18 60.0%
Boja je korištena učinkovito. Count Row %	0 0.0%	3 10.3%	5 17.2%	10 34.5%	11 37.9%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran. Count Row %	1 3.3%	1 3.3%	4 13.3%	13 43.3%	11 36.7%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka. Count Row %	0 0.0%	1 3.3%	5 16.7%	12 40.0%	12 40.0%

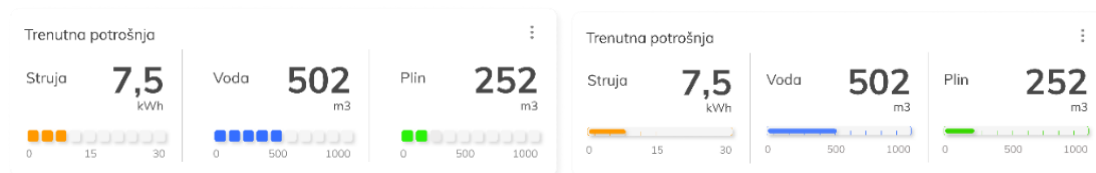
Slika 55: Vizualizacija 2 – Likertova skala, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Tako iz analize podataka (Tablica 13) možemo uočiti da ne postoji statistički značajna razlika ni u prvoj ni u drugoj skupini pitanja. Time za VIZ 2 nisu potvrđene hipoteze H4 i H5.

Tablica 13: VIZ 2, semantički diferencijal i Likertova skala – prosječne skalne vrijednosti (AS), raspršenje rezultata (SD), p-vrijednost (p) i t-vrijednost (t)

	VIZ 2					
	A		B		p	t
	AS	SD	AS	SD		
Pojmovi (-3 do +3)						
1. zbunjujuće-strukturirano	1,60	1,37	1,23	1,76	0,12	0,90
2. neupečatljivo-impresivno	0,45	1,68	0,97	1,52	0,59	-1,24
3. nejasno-jasno	1,57	1,50	1,30	1,58	0,64	0,67
4. neinformativno-informativno	1,70	1,29	1,87	1,25	0,64	-0,51
5. neprivlačno-privlačno	0,86	1,83	1,40	1,41	0,32	-1,27
Izjave (1 do 5)						
1. Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	4,13	1,01	4,10	0,80	0,33	0,14
2. Na prikazu su istaknute bitne informacije.	4,40	0,62	4,53	0,63	1,00	-0,83
3. Boja je korištena učinkovito.	3,93	1,36	4,00	1,00	0,73	-0,22
4. Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	4,10	0,96	4,10	0,98	0,30	0,13
5. Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	4,13	0,83	4,16	0,83	0,92	-0,13

Vizualizacija 3



Slika 56: Vizualizacija 3 – Pregled trenutne potrošnje, A i B varijanta

Za VIZ 3 (Slika 56) na pitanje razumijevanja (*Potrošnja čega je na polovici svoga kapaciteta?*) za A varijantu točno je odgovorilo 100% sudionika, dok je na isto pitanje za B varijantu točno odgovorilo 96,6% ispitanika. Unutar pitanja s pojmovima semantičkog diferencijala, možemo uočiti da su ispitanici prema aritmetičkoj sredini (Tablica 14) varijantu B ocijenili kao strukturiraniju, impresivniju, jasniju, informativniju i privlačniju od varijante A. Odgovori su raspršeni za obje varijante, a za B varijantu malo manje (Slika 57).

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	0	1	1	1	3	7	17	
Row %	0.0%	3.3%	3.3%	3.3%	10.0%	23.3%	56.7%	
neupečatljivo								impresivno
Count	0	0	3	6	3	10	8	
Row %	0.0%	0.0%	10.0%	20.0%	10.0%	33.3%	26.7%	
nejasno								jasno
Count	0	1	1	2	3	5	17	
Row %	0.0%	3.4%	3.4%	6.9%	10.3%	17.2%	58.6%	
neinformativno								informativno
Count	0	0	2	1	3	9	15	
Row %	0.0%	0.0%	6.7%	3.3%	10.0%	30.0%	50.0%	
neprivlačno								privlačno
Count	0	0	5	3	5	6	11	
Row %	0.0%	0.0%	16.7%	10.0%	16.7%	20.0%	36.7%	

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	0	1	0	0	2	10	17	
Row %	0.0%	3.3%	0.0%	0.0%	6.7%	33.3%	56.7%	
neupečatljivo								impresivno
Count	0	0	2	7	2	9	10	
Row %	0.0%	0.0%	6.7%	23.3%	6.7%	30.0%	33.3%	
nejasno								jasno
Count	0	0	1	0	2	10	17	
Row %	0.0%	0.0%	3.3%	0.0%	6.7%	33.3%	56.7%	
neinformativno								informativno
Count	0	0	1	0	0	12	17	
Row %	0.0%	0.0%	3.3%	0.0%	0.0%	40.0%	56.7%	
neprivlačno								privlačno
Count	0	1	1	2	6	6	14	
Row %	0.0%	3.3%	3.3%	6.7%	20.0%	20.0%	46.7%	

Slika 57: Vizualizacija 3 – semantički diferencijal, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Za obje vizualizacije stupanj slaganja s izjavama je veći od 4 (pretežno se slažem). Ispitanici su stupnjem slaganja prema aritmetičkoj sredini (Tablica 14) varijantu A označili kao onu s istaknutim bitnim informacijama, da je dobro strukturirana i da se mogu raditi usporedbe podataka, dok je aritmetička sredina za B varijantu veća za izjavu razumljivosti i učinkovitog korištenja boje. Za ovo pitanje odgovori nisu raspršeni (Slika 58).

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.					
Count	0	1	0	9	20
Row %	0.0%	3.3%	0.0%	30.0%	66.7%
Na prikazu su istaknute bitne informacije.					
Count	0	0	1	6	23
Row %	0.0%	0.0%	3.3%	20.0%	76.7%
Boja je korištena učinkovito.					
Count	0	0	2	11	17
Row %	0.0%	0.0%	6.7%	36.7%	56.7%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.					
Count	0	0	1	8	21
Row %	0.0%	0.0%	3.3%	26.7%	70.0%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.					
Count	0	2	3	6	19
Row %	0.0%	6.7%	10.0%	20.0%	63.3%

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.					
Count	0	0	0	9	21
Row %	0.0%	0.0%	0.0%	30.0%	70.0%
Na prikazu su istaknute bitne informacije.					
Count	0	0	0	8	22
Row %	0.0%	0.0%	0.0%	26.7%	73.3%
Boja je korištena učinkovito.					
Count	0	0	1	10	19
Row %	0.0%	0.0%	3.3%	33.3%	63.3%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.					
Count	0	0	0	10	20
Row %	0.0%	0.0%	0.0%	33.3%	66.7%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.					
Count	0	0	4	8	18
Row %	0.0%	0.0%	13.3%	26.7%	60.0%

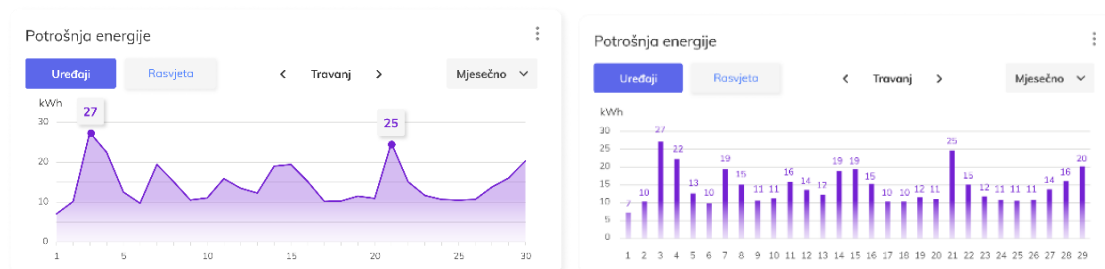
Slika 58: Vizualizacija 3 – Likertova skala, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Iz analize podataka zaključujemo da za prvu skupinu pitanja postoji statistički značajna razlika za pojmove nejasno-jasno. Tako je B vizualizacija prema asocijacijama ispitanika jasnija ($AS(B) = 2,40$ – jasno). Za drugu skupinu ne postoji statistički značajna razlika u odgovorima. Time za VIZ 3 nisu potvrđene hipoteze H4 i H5.

Tablica 14: VIZ 3, semantički diferencijal i Likertova skala – prosječne skalne vrijednosti (AS), raspršenje rezultata (SD), p-vrijednost (p) i t-vrijednost (t)

	VIZ 3					
	A		B		p	t
	AS	SD	AS	SD		
Pojmovi (-3 do +3)						
1. zbunjujuće-strukturirano	2,17	1,29	2,37	1,03	0,28	-0,66
2. neupečatljivo-impresivno	1,47	1,36	1,60	1,36	1,00	-0,38
3. nejasno-jasno	2,10	1,37	2,40	0,89	0,05	-0,99
4. neinformativno-informativno	2,13	1,17	2,47	0,82	0,13	-1,28
5. neprivlačno-privlačno	1,50	1,50	1,90	1,35	0,24	-1,09
Izjave (1 do 5)						
1. Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	4,60	0,67	4,70	0,47	0,17	-0,67
2. Na prikazu su istaknute bitne informacije	4,77	0,43	4,73	0,45	0,56	0,29
3. Boja je korištena učinkovito.	4,57	0,50	4,60	0,56	0,72	-0,24
4. Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	4,70	0,47	4,67	0,48	0,59	0,27
5. Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	4,50	0,82	4,47	0,73	0,95	0,16

Vizualizacija 4



Slika 59: Vizualizacija 4 – Potrošnja energije, A i B varijanta

Za VIZ 4 (Slika 59) na pitanje razumijevanja (*Koja je najveća vrijednost potrošnje energije prikazana na grafu?*) za A varijantu točno je odgovorilo 96,9% sudionika, dok je na isto pitanje za B varijantu točno odgovorilo 100% ispitanika. Unutar pitanja s pojmovima semantičkog diferencijala, možemo uočiti da su ispitanici prema aritmetičkoj sredini (Tablica 15) varijantu A ocijenili kao strukturiraniju, impresivniju, jasniju i privlačniju, dok su varijantu B ocijenili kao informativniju. Odgovori su raspršeni za obje varijante (Slika 60).

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	0	0	0	4	5	6	15	
Row %	0.0%	0.0%	0.0%	13.3%	16.7%	20.0%	50.0%	
neupečatljivo								impresivno
Count	0	0	4	6	7	7	6	
Row %	0.0%	0.0%	13.3%	20.0%	23.3%	23.3%	20.0%	
nejasno								jasno
Count	0	0	1	3	4	8	14	
Row %	0.0%	0.0%	3.3%	10.0%	13.3%	26.7%	46.7%	
neinformativno								informativno
Count	0	0	2	1	3	8	15	
Row %	0.0%	0.0%	6.9%	3.4%	10.3%	27.6%	51.7%	
neprivlačno								privlačno
Count	0	1	2	5	6	6	10	
Row %	0.0%	3.3%	6.7%	16.7%	20.0%	20.0%	33.3%	

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	1	1	2	1	4	8	13	
Row %	3.3%	3.3%	6.7%	3.3%	13.3%	26.7%	43.3%	
neupečatljivo								impresivno
Count	0	2	5	4	4	9	6	
Row %	0.0%	6.7%	16.7%	13.3%	13.3%	30.0%	20.0%	
nejasno								jasno
Count	0	2	3	1	2	8	14	
Row %	0.0%	6.7%	10.0%	3.3%	6.7%	26.7%	46.7%	
neinformativno								informativno
Count	0	1	1	0	4	7	17	
Row %	0.0%	3.3%	3.3%	0.0%	13.3%	23.3%	56.7%	
neprivlačno								privlačno
Count	3	1	3	2	8	5	8	
Row %	10.0%	3.3%	10.0%	6.7%	26.7%	16.7%	26.7%	

Slika 60: Vizualizacija 4 – semantički diferencijal, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Za obje vizualizacije stupanj slaganja s izjavama je veći od 4 (pretežno se slažem). Ispitanici su stupnjem slaganja prema aritmetičkoj sredini (Tablica 15) varijantu A označili kao razumljivu na prvi pogled, da je boja korištena učinkovito i da je dobro strukturirana, dok je aritmetička sredina za B varijantu veća za izjavu istaknutosti podataka i usporedbe podataka. Za ovo pitanje odgovori nisu raspršeni (Slika 61).

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	nitri se slažem nitri se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.					
Count	0	1	2	11	16
Row %	0.0%	3.3%	6.7%	36.7%	53.3%
Na prikazu su istaknute bitne informacije.					
Count	0	2	1	9	18
Row %	0.0%	6.7%	3.3%	30.0%	60.0%
Boja je korištena učinkovito.					
Count	0	0	8	7	14
Row %	0.0%	0.0%	27.6%	24.1%	48.3%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.					
Count	0	0	5	11	14
Row %	0.0%	0.0%	16.7%	36.7%	46.7%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.					
Count	0	2	3	8	17
Row %	0.0%	6.7%	10.0%	26.7%	56.7%

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	nitri se slažem nitri se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.					
Count	0	1	5	9	14
Row %	0.0%	3.4%	17.2%	31.0%	48.3%
Na prikazu su istaknute bitne informacije.					
Count	0	1	3	6	20
Row %	0.0%	3.3%	10.0%	20.0%	66.7%
Boja je korištena učinkovito.					
Count	1	3	4	9	13
Row %	3.3%	10.0%	13.3%	30.0%	43.3%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.					
Count	1	1	3	11	14
Row %	3.3%	3.3%	10.0%	36.7%	46.7%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.					
Count	0	0	1	9	20
Row %	0.0%	0.0%	3.3%	30.0%	66.7%

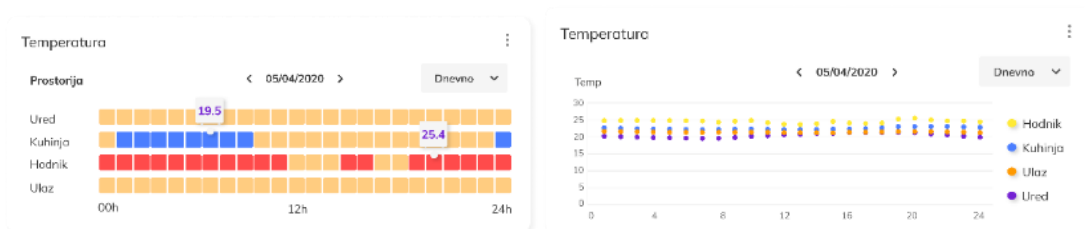
Slika 61: Vizualizacija 4 – Likertova skala, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Iz analize podataka zaključujemo da za prvu skupinu pitanja ne postoji statistički značajna razlika. Za drugu skupinu pitanja postoji statistički značajna razlika u odgovorima za usporedbu podataka. Tako je B vizualizacija prema stupnju slaganja pogodnija za usporedbe podataka ($AS(B) = 4,63$). Time za VIZ 4 nisu potvrđene hipoteze H4 i H5.

Tablica 15: VIZ 4, semantički diferencijal i Likertova skala – prosječne skalne vrijednosti (AS), raspršenje rezultata (SD), p-vrijednost (p) i t-vrijednost (t)

	VIZ 4					
	A		B		p	t
	AS	SD	AS	SD		
Pojmovi (-3 do +3)						
1. zbunjujuće-strukturirano	2,07	1,11	1,73	1,64	0,17	0,92
2. neupečatljivo-impresivno	1,17	1,34	1,03	1,61	0,22	0,35
3. nejasno-jasno	2,03	1,16	1,77	1,63	0,10	0,73
4. neinformativno-informativno	2,14	1,19	2,20	1,24	0,94	-0,20
5. neprivlačno-privlačno	1,47	1,46	0,93	1,93	0,32	1,21
Izjave (1 do 5)						
1. Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	4,40	0,77	4,24	0,87	0,42	0,74
2. Na prikazu su istaknute bitne informacije	4,43	0,86	4,50	0,82	0,92	-0,31
3. Boja je korištena učinkovito.	4,21	0,86	4,00	1,14	0,51	0,78
4. Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	4,30	0,75	4,20	0,10	0,49	0,44
5. Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	4,33	0,92	4,63	0,56	0,01	-1,53

Vizualizacija 5



Slika 62: Vizualizacija 5 – Prikaz temperature po prostorijama, A i B varijanta

Za VIZ 5 (Slika 62) na pitanje razumijevanja (*U kojoj prostoriji je bilo najtoplije?*) za A varijantu točno je odgovorilo 96,4% sudionika, dok je na isto pitanje za B varijantu točno odgovorilo 100% ispitanika. Unutar pitanja s pojmovima semantičkog diferencijala možemo uočiti da su ispitanici prema aritmetičkoj sredini (Tablica 16) varijantu A ocijenili kao strukturiraniju, impresivniju, jasniju, informativniju i privlačniju. Odgovori su raspršeni za obje varijante (Slika 63).

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	0	4	1	1	9	5	10	
Row %	0.0%	13.3%	3.3%	3.3%	30.0%	16.7%	33.3%	
neupečatljivo								impresivno
Count	1	0	2	9	7	7	4	
Row %	3.3%	0.0%	6.7%	30.0%	23.3%	23.3%	13.3%	
nejasno								jasno
Count	0	2	5	2	2	12	7	
Row %	0.0%	6.7%	16.7%	6.7%	6.7%	40.0%	23.3%	
neinformativno								informativno
Count	0	1	1	3	5	9	11	
Row %	0.0%	3.3%	3.3%	10.0%	16.7%	30.0%	36.7%	
neprivlačno								privlačno
Count	1	2	2	6	5	9	4	
Row %	3.4%	6.9%	6.9%	20.7%	17.2%	31.0%	13.8%	

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
zbunjujuće								strukturirano
Count	3	5	2	2	7	7	4	
Row %	10.0%	16.7%	6.7%	6.7%	23.3%	23.3%	13.3%	
neupečatljivo								impresivno
Count	2	3	4	5	7	6	3	
Row %	6.7%	10.0%	13.3%	16.7%	23.3%	20.0%	10.0%	
nejasno								jasno
Count	3	2	8	1	5	7	4	
Row %	10.0%	6.7%	26.7%	3.3%	16.7%	23.3%	13.3%	
neinformativno								informativno
Count	2	0	4	4	6	6	8	
Row %	6.7%	0.0%	13.3%	13.3%	20.0%	20.0%	26.7%	
neprivlačno								privlačno
Count	4	4	3	3	6	6	4	
Row %	13.3%	13.3%	10.0%	10.0%	20.0%	20.0%	13.3%	

Slika 63: Vizualizacija 5 – semantički diferencijal, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Za B vizualizaciju stupanj slaganja s izjavama je manji od 4, dok je za A većinom veći od 4 (pretežno se slažem). Ispitanici su stupnjem slaganja prema aritmetičkoj sredini (Tablica 16) varijantu A označili kao razumljivu na prvi pogled, da su istaknute bitne informacije, da je boja korištena učinkovito, da je dobro strukturirana i da se mogu raditi usporedbe. Odgovori su raspršeni za obje varijante (Slika 64).

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.					
Count	2	4	4	13	7
Row %	6.7%	13.3%	13.3%	43.3%	23.3%
Na prikazu su istaknute bitne informacije.					
Count	1	3	2	8	16
Row %	3.3%	10.0%	6.7%	26.7%	53.3%
Boja je korištena učinkovito.					
Count	0	2	3	12	13
Row %	0.0%	6.7%	10.0%	40.0%	43.3%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.					
Count	0	6	2	12	10
Row %	0.0%	20.0%	6.7%	40.0%	33.3%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.					
Count	1	0	5	13	10
Row %	3.4%	0.0%	17.2%	44.8%	34.5%

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.					
Count	4	9	7	4	6
Row %	13.3%	30.0%	23.3%	13.3%	20.0%
Na prikazu su istaknute bitne informacije.					
Count	3	2	3	9	13
Row %	10.0%	6.7%	10.0%	30.0%	43.3%
Boja je korištena učinkovito.					
Count	1	5	5	7	12
Row %	3.3%	16.7%	16.7%	23.3%	40.0%
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.					
Count	4	7	7	4	8
Row %	13.3%	23.3%	23.3%	13.3%	26.7%
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.					
Count	1	2	6	10	11
Row %	3.3%	6.7%	20.0%	33.3%	36.7%

Slika 64: Vizualizacija 5 – Likertova skala, A varijanta (gore), B varijanta (dolje)

Iz analize zaključujemo da za prvu skupinu pitanja postoji statistički značajna razlika za pojmove neprivlačno-privlačno prema čemu je A vizualizacija privlačnija ispitanicima (AS (A) = 0,90). Za drugu skupinu pitanja postoji statistički značajna razlika u odgovorima za korištenje boja i strukturiranje prikaza. Tako A vizualizacija prema stupnju slaganja učinkovitije koristi boje (AS (A) = 4,20) te je strukturiranija (AS (A) = 3,87). Time za VIZ 5 nisu potvrđene hipoteze H4 i H5.

Tablica 16: VIZ 5, semantički diferencijal i Likertova skala – prosječne skalne vrijednosti (AS), raspršenje rezultata (SD), p-vrijednost (p) i t-vrijednost (t)

	VIZ 5					
	A		B		p	t
	AS	SD	AS	SD		
Pojmovi (-3 do +3)						
1. zbunjujuće-strukturirano	1,33	1,69	0,40	1,99	0,13	1,96
2. neupečatljivo-impresivno	0,93	1,39	0,40	1,73	0,12	1,32
3. nejasno-jasno	1,27	1,64	0,33	1,94	0,15	2,02
4. neinformativno-informativno	1,77	1,33	1,07	1,76	0,14	1,74
5. neprivlačno-privlačno	0,90	1,61	0,23	2,03	0,07	1,39
Izjave (1 do 5)						
1. Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	3,63	1,19	2,97	1,35	0,43	2,03
2. Na prikazu su istaknute bitne informacije	4,17	1,15	3,90	1,32	0,53	0,83
3. Boja je korištena učinkovito.	4,20	0,89	3,80	1,24	0,02	1,44
4. Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	3,87	1,11	3,17	1,42	0,07	2,13
5. Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	4,07	0,92	3,93	1,08	0,29	0,52

Kada usporedimo rezultate za A/B varijante vizualizacija, uočavamo da od 10 mogućih statistički značajnih razlika, kod VIZ 1 postoje 3 značajne (VAR B), kod VIZ 3 postoji 1 značajna (VAR B), kod VIZ 4 postoji 1 značajna (VAR B) te kod VIZ 5 postoje 3 značajne razlike (VAR A) (Tablica 17). Iako postoje određene razlike, one nisu dovoljne s obzirom da hipoteze postavljene na početku zahtijevaju barem 5/10 statistički značajnih razlika kako bismo zaključili da je jedna od dvije varijante pogodnija za prikaz određenih podataka.

Tablica 17: Usporedba rezultata za semantički diferencijal i Likertovu skalu – p-vrijednost (p) i t-vrijednost (t)

Pojmovi	t-test usporedba									
	VIZ 1		VIZ 2		VIZ 3		VIZ 4		VIZ 5	
	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t
1. zbunjujuće-strukturirano	0,03	-1,56	0,12	0,90	0,28	-0,66	0,17	0,92	0,13	1,96
2. neupečatljivo-impresivno	0,76	-2,78	0,59	-1,24	1,00	-0,38	0,22	0,35	0,12	1,32
3. nejasno-jasno	0,32	-1,65	0,64	0,67	0,05	-0,99	0,10	0,73	0,15	2,02
4. neinformativno-informativno	0,28	-1,70	0,64	-0,51	0,13	-1,28	0,94	-0,20	0,14	1,74
5. neprivlačno-privlačno	0,15	-3,34	0,32	-1,27	0,24	-1,09	0,32	1,21	0,07	1,39
Izjave										
1. Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	0,05	-2,45	0,33	0,14	0,17	-0,67	0,42	0,74	0,43	2,03
2. Na prikazu su istaknute bitne informacije	0,13	-1,32	1,00	-0,83	0,56	0,29	0,92	-0,31	0,53	0,83
3. Boja je korištena učinkovito.	0,01	-1,68	0,73	-0,22	0,72	-0,24	0,51	0,78	0,02	1,44
4. Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	0,49	-0,80	0,30	0,13	0,59	0,27	0,49	0,44	0,07	2,13
5. Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	0,91	-1,58	0,92	-0,13	0,95	0,16	0,01	-1,53	0,29	0,52

3.4. Interpretacija rezultata

Prijedlozi vizualizacija za A/B testiranje oblikovani su prema rezultatima upitnika za vizualnu percepciju. Kroz analizu podataka potvrđeni su preatentivni atributi unutar ciljane skupine. Kroz pitanja o percepciji boje i asocijacije s pojmovima vezanih uz ugodnu temperaturu rezultati su pokazali da u slučaju kada crvena boja predstavlja toplo, a plava hladno (što je konvencionalni prikaz), ispitanici temperaturu između te dvije asociiraju s narančastom bojom. Iz tog razloga u prijedlozima A/B vizualizacija se narančasta koristila kao sobna temperatura (20-24°C). Kroz prvi upitnik ispitane su prve tri hipoteze rada. Grafovi prikazani unutar pitanja vezanih uz percepciju grafova oblikovani su na način da neki od njih prate principe za vizualizaciju dok neki ne prate. Tako je H1 potvrđena s obzirom na to da su ispitanici istaknuli GRAF 1 i GRAF 3 kao najrazumljiviji, a GRAF 5 djelomično. GRAF 2 i GRAF 4 ispitanicima nisu razumljivi, tj. ocijenjeni su s niskim stupnjem slaganja s predloženim izjavama. Također, ispitanicima nije prikazan kontekst upotrebe grafova, a istaknuli su visoki stupanj razumijevanja prikaza prema čemu H2 nije potvrđena. H3 vezana je uz brzinu dolaska do informacija putem vizualizacija podataka što je potvrđeno budući da se ispitanici s izjavama da su podaci prikazani na jasan način i da se putem njih brzo dolazi do informacija slažu za prvi, treći i peti prikaz, dok se za drugi i četvrti ne slažu (nisu oblikovani prema principima).

Vizualizacije za nadzornu ploču oblikovane su prema ovim zaključcima. Tako je linijskim grafom prikazana temperatura u određenom vremenu, s obzirom da su putem njega ispitanici brzo dolazili do informacija, smatraju da je jednostavan i da su podaci povezani i prikazani na jasan način. Prikazanu toplinsku mapu ispitanici smatraju kompleksom, nepovezanom i nejasnom te putem nje ne mogu brzo doći do informacija. S upotrebom boja se niti slažu niti ne slažu. Iz tog razloga za prikaz temperature kroz vrijeme u različitim prostorijama oblikovane su toplinska mapa (prema navedenim uvidima) kao i dijagram raspršenja kao alternativa ovakvom prikazu. Za tlocrtni prikaz temperature zadržan je isti prikaz kao i u upitniku s obzirom da su ispitanici izrazili visoki stupanj razumijevanja prikaza. Linijski višestruki graf korisnici su ocijenili s niskim stupnjem slaganja s navedenim izjavama. Stoga je za kombinirane podatke oblikovan već spomenuti raspršeni dijagram, a tlocrt za prikaz rasvjete poboljšan je u odnosu na tlocrt iz upitnika.

Oblikovane vizualizacije testirane su putem A/B testiranja. Svaki ispitanik ocijenio je 5+5 (A i B) vizualizacija kroz pitanja razumijevanja, semantičkog diferencijala i stupnja slaganja. Ovim putem su se ispitale hipoteze H4 i H5. Analizom rezultata t-testa ustanovljeno je da ne postoje statistički značajne razlike u percepciji i mišljenju ispitanika u odnosu na dvije varijante oblikovanja vizualizacija čime hipoteze H4 i H5 nisu potvrđene. Iako ne postoje statistički značajne razlike koje bi ukazivale da je jedna varijanta pogodnija za prikaz određenih podataka, ipak možemo povući određene zaključke i prijedloge. Od 10 mogućih statističkih značajnih razlika, kod VIZ 1 postoje 3 značajne za varijantu B. Također, aritmetička sredina za varijantu B veća je u svim odgovorima. Iz ovih podataka možemo predložiti da se u ovom slučaju za tlocrtni prikaz temperature koristi **varijanta B**. Također, s obzirom da se varijabla koja se testirala odnosila na kodiranje boje, možemo predložiti da je kodiranje boje tlocrta pogodnija za ovakav prikaz podataka od kodiranja boje kvadratnih elemenata.

Za VIZ 2 ne postoje statistički značajne razlike, ali je aritmetička sredina za varijablu B veća za 6 od 10 odgovora. S obzirom da je to 60% i da ne postoje značajne razlike, ovi podaci nisu dovoljni za predlaganje varijante za prikaz tlocrtnog prikaza rasvjete. Za VIZ 1 i VIZ 2 su se testirale iste varijable tako da prema tome možemo i ovdje predložiti **varijantu B** kao moguću za prikaz unutar nadzorne ploče, iako su oba prikaza detektirana kao razumljiva i pogodna za prikaz takvih podataka. Za VIZ 3 postoji jedna značajna razlika za varijantu B, dok je aritmetička sredina za istu varijantu veća u 8/10 odgovora. Stoga iz ovih podataka možemo također predložiti **varijantu B** u slučaju prikaza pregleda trenutne potrošnje. Varijabla koja se ispitivala bila je traka napretka te je u ovom slučaju preporučena traka napretka u obliku jednog pravokutnika s ispunom boje (u odnosu na pojedinačne kvadratiće s ispunom boje).

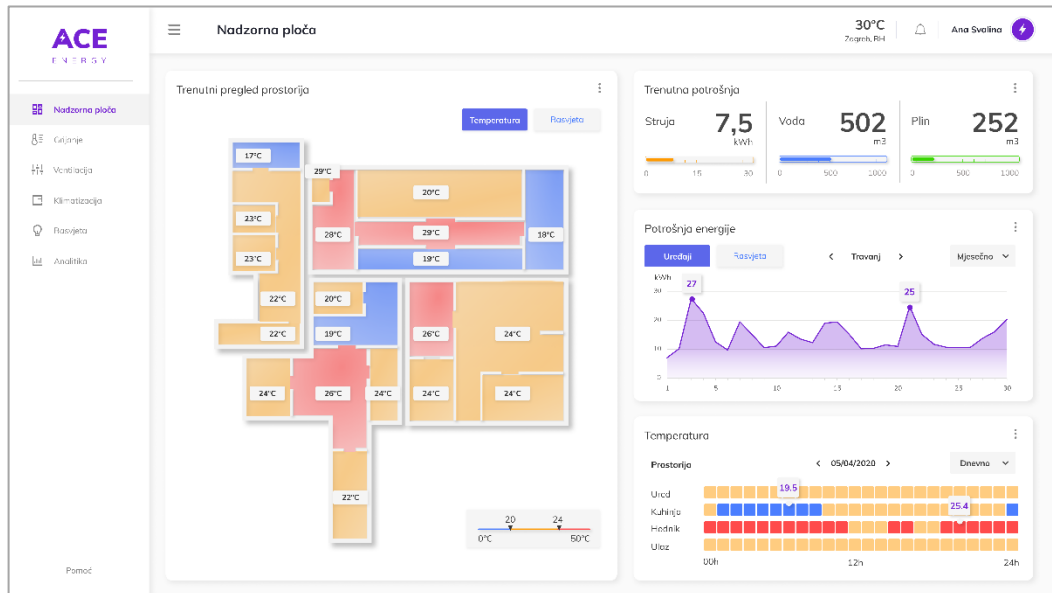
Za VIZ 4 također postoji samo jedna značajna razlika za varijantu B te je aritmetička sredina za varijantu A veća u 7/10 odgovora. U ovom slučaju ne može se dati prijedlog prikaza potrošnje energije već se predlaže prikaz prema onome što se želi istaknuti. Varijable koje su ispitane bile su prikaz potrošnje putem površinskog i stupičastog grafa, istaknutost vrijednosti i istaknutost dana. Preporučuje se odabrati prikaz prema tome želi li se staviti naglasak na oblik podataka (površinski graf) ili individualne podatke (stupičasti graf). Za VIZ 5 postoje 3 značajne razlike za varijantu A dok je aritmetička sredina za istu varijantu veća u 10/10 odgovora. Iz ovih podataka

možemo predložiti da se u ovom slučaju za prikaz temperature po prostorijama koristi **varijanta A** (toplinska mapa). Varijable koje su ispitane su odnos prikaza potrošnje putem toplinske mape i grafa raspršenja te iako nije potvrđena statistički značajna razlika, prijedlog možemo dati za varijantu A. Varijable koje su se testirale bile su prikaz toplinske mape, istaknutost minimuma i maksimuma, kodiranje temperature bojama i istaknutost samo bitnih brojki na x-osi.

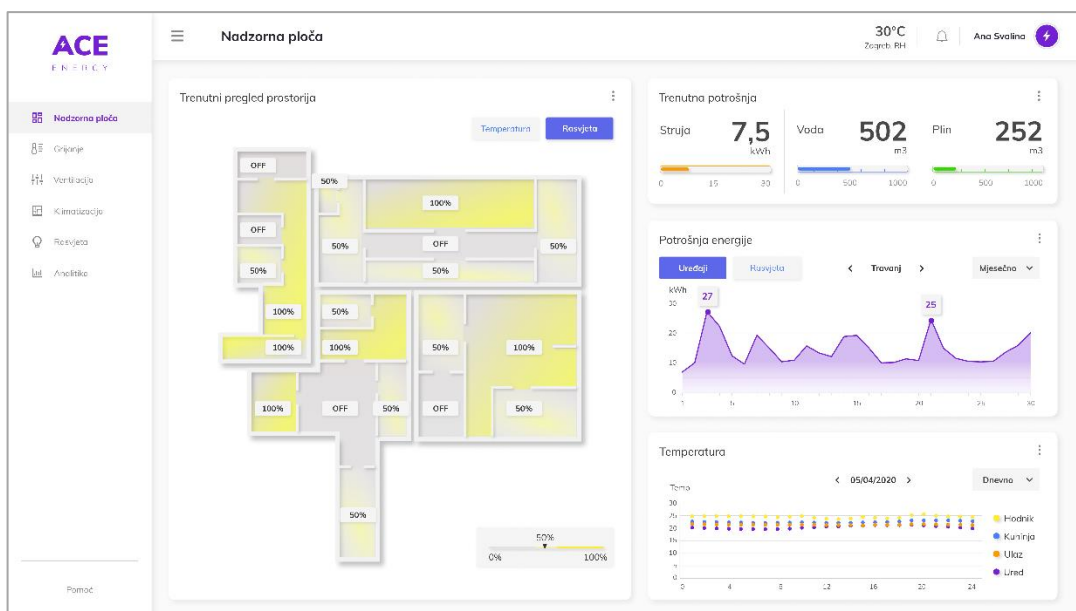
S obzirom da ne postoje statistički značajne razlike između dvije vrste vizualizacija možemo zaključiti da su svi predloženi prikazi pogodni za prikaz određenih podataka ovisno o kontekstu, načinu primjene, onome što se želi istaknuti i na što se želi skrenuti pozornost.

3.5. Oblikovanje nadzorne ploče BMS sustava prema rezultatima testiranja

Prema prijedlozima i zaključcima navedenim u prošlom poglavlju, oblikovan je prijedlog nadzorne ploče BMS sustava^{7, 8} (Prilog 3) u kojemu su prikazane vizualizacije VIZ1B, VIZ2B, VIZ3B, VIZ4A I VIZ5A (Slika 65) (Slika 66).



Slika 65: Krajnji prijedlog nadzorne ploče za BMS, prikaz temperatura



Slika 66: Krajnji prijedlog nadzorne ploče za BMS, prikaz raskvete

⁷ Nadzorna ploča i vizualizacije u *Figmi* (<https://bit.ly/3gVaEUb>)

⁸ Nadzorna ploča u prikazu prototipa u *Figmi* (<https://bit.ly/3brivba>)

4. ZAKLJUČAK

Ljudski mozak razmišlja vizualno te je oko 90% informacija koje se prenose u mozak vizualne prirode. Stoga je i vizualizacija podataka od velike vrijednosti i važnosti, pogotovo u korporativnom svijetu. Tema mogućnosti vizualizacije podataka prikupljenih putem senzora u IoT sustavu prikazana je kroz poglavlja u kojima su opisani pojmovi Interneta stvari, BMS-a, vizualizacije podataka i nadzorne ploče te kroz istraživanje u dva dijela. Rad sadrži i priloge unutar kojih su dva provedena upitnika i prikaz krajnje vizualizacije nadzorne ploče za BMS.

Kako u dizajnu ne postoji jedinstveni set pravila prema kojima će određeni vizual biti dobar ili ispravan, tako ne postoji ni u području vizualizacije podataka. Postoje univerzalni principi poput *Gestalta* i preatentivnih atributa koje trebamo slijediti, ali je najbitnije znati koja se poruka želi prenijeti i na koji način. Bitno je istinito, konzistentno, mudro i jasno koristiti podatke kako ne bi došlo do zbunjenosti kod korisnika te kako bi korisnik mogao na brz i jednostavan način dobiti uvid u ono što u određenom trenutku treba dobiti od podataka.

Podaci su svuda oko nas i analiziramo ih i bez da smo toga svjesni. Podaci u kombinaciji s novim tehnologijama poput IoT-ja postaju sve moćniji i posljedično dovode do sve značajnijih i korisnijih uvida. Imaju veliki potencijal koji se trenutno iskorištava, ističu se skrivene brojke i dobiva se uvid u ljudsko ponašanje i svijet oko nas. Kroz istraživanje je ustanovljeno da se ispitanici često susreću s grafovima i da se smatraju kompetentnima za razumijevanje istih. Upravo iz tog razloga bitno je znati kada je koji prikaz prikladan, što se s kojim može postići i što se može istaknuti.

Testiranjem vizualizacija ustanovljeno je da ne postoje statistički značajne razlike u odgovorima ispitanika u odnosu na dvije varijante vizualizacija. To nam govori da vizualizacije trebamo oblikovati ovisno o onome što želimo prikazati i istaknuti te da korisnici cijene i razumiju kada su podaci prikazani na ispravan i intuitivan način. Samih podataka je svaki dan sve više i više. Ako ih znamo prikazati na ispravan način, na način da nam daju uvid u svijet oko nas, uređaje koji nas okružuju te naposljetku u nas same putem njihove inteligencije, možemo poboljšati vlastiti život, svijet oko nas i otključati nove sfere novih tehnologija i nas samih.

5. LITERATURA

- [1] »Facility management and smart buildings: smart data, insights and integration,« i-SCOOP, 2017. [Mrežno]. Available: <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/facility-management-iot-smart-buildings/>. [pristupano 06.08.2020].
- [2] »IoT 101: An Introduction to the Internet of Things,« [Mrežno]. Available: <https://www.leverage.com/ebooks/iot-intro-ebook>. [pristupano 10.06.2020].
- [3] C. Rowland, E. Goodman, M. Charlier, A. Light i A. Lui, Designing Connected Products: UX for the Consumer Internet of Things, Sebastopol: O'Reilly, 2015.
- [4] R. Tatum, »Facilities Management,« [Mrežno]. Available: <https://www.facilitiesnet.com/buildingautomation/article/What-Is-the-Building-Internet-of-Things--18689?source=part>. [pristupano 05.08.2020].
- [5] M. Radovac, Vizualizacija podataka u web 2.0 okruženju, diplomski rad, Zagreb: Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2015.
- [6] S. Krug, Don't Make Me Think, SAD: New Riders, 2014.
- [7] »Intelligent Buildings - an overview,« ScienceDirect, [Mrežno]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/intelligent-buildings>. [pristupano 06.08.2020].
- [8] ConnectorIO Building Management System, connectorIO.
- [9] M. Bendtsen, »What is a KNX Smart Home or Building: A Complete Guide,« BEMI, 2015. [Mrežno]. Available: <https://www.bemi.fi/what-is-knx-smart-home-or-building/>. [pristupano 06.08.2020].
- [10] T. Chiasson i D. Gregory, »Data + Design: A simple Introduction to Preparing and Visualizing Information,« [Mrežno]. Available: <http://trinachi.github.io/data-design-builds/titlepage01.html>. [pristupano 03.07.2020].
- [11] C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, Cambridge: Elsevier, 2020.
- [12] A. Cairo, The Truthful Art, SAD: New Riders, 2016.
- [13] S. Few, Information Dashboard Design, Sebastopol: O'Reilly Media, 2006.
- [14] C. Nussbaumer Knaflic, Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals, New Jersey: Wiley, 2015.

- [15] C. Nussbaumer Knaflic, *Storytelling with Data: Let's Practice!*, New Jersey: Wiley, 2020.
- [16] B. Shneiderman, »The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualisation,« u *IEEE Symposium on Visual Languages*, Boulder, 1996.
- [17] V. Hanževački, *Grafička korisnička sučelja za upravljanje sustavima pametne kuće*, diplomski rad, Zagreb: Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2018.
- [18] »Smart Buildings: The Ultimate Guide,« Temboo, 2018. [Mrežno]. Available: <https://blog.temboo.com/ultimate-smart-building-guide/#what-are-smart-buildings>. [pristupano 06.08.2020].
- [19] »Proizvodi za automatizaciju i upravljanje u zgradarstvu,« [Mrežno]. Available: <https://www.se.com/hr/hr/work/products/building-automation-and-control/>. [pristupano 02.08.2020].
- [20] »Smart Building Market Size, Share & Industry Analysis, By Component, By Application and Regional Forecast,« Fortune Business Insights, [Mrežno]. Available: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/smart-building-market-101198>. [pristupano 06.08.2020].
- [21] E. Tufte, »PowerPoint Is Evil,« *Wired Magazine*, September 2003. [Mrežno]. Available: <https://www.wired.com/2003/09/ppt2/>. [pristupano 02.08.2020].
- [22] E. Holder, »Key Questions for User Testing Data Visualisations,« UX Collective, 2020. [Mrežno]. Available: <https://uxdesign.cc/crucial-questions-for-user-testing-data-visualizations-297413f7d6ab>. [pristupano 15.08.2020].

6. PRILOZI

PRILOG 1 – Upitnik o vizualnoj percepciji

<p>Upitnik o vizualnoj percepciji Poštovani/a,</p> <p>Pred Vama je upitnik o vizualnoj percepciji. Istraživanje se provodi u svrhu pisanja diplomskog rada na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.</p> <p>Ovaj upitnik je anonimn i dobrovoljan i u bilo kojem trenutku možete odustati. Predviđeno vrijeme za ispunjavanje je oko 8 minuta. Ispunjavanjem upitnika dajete suglasnost za korištenje vaših odgovora za potrebe istraživanja i statističke obrade podataka koji će se analizirati na grupnoj razini.</p> <p>Pitanja se odnose na vizualnu percepciju i način na koji percipiramo vizuale putem digitalnih medija.</p> <p>Ako ste voljni sudjelovati u istraživanju, molim Vas da ispunite upitnik.</p> <p>Unaprijed hvala na izdvojenom vremenu!</p> <p>Općenito</p> <p>1. Spol:</p> <p><i>Označite samo jedan oval.</i></p> <p><input type="radio"/> muški <input type="radio"/> ženski</p> <p>2. Dobna skupina:</p> <p><i>Označite samo jedan oval.</i></p> <p><input type="radio"/> 18-24 <input type="radio"/> 25-34 <input type="radio"/> 35-44 <input type="radio"/> 45-54 <input type="radio"/> 55-64 <input type="radio"/> 65+</p>	<p>3. Završena razina obrazovanja:</p> <p><i>Označite samo jedan oval.</i></p> <p><input type="radio"/> NKV (osnovna škola) <input type="radio"/> SSS (završena srednja škola) <input type="radio"/> VŠS (završen preddiplomski studij) <input type="radio"/> VSS (završen diplomski studij) <input type="radio"/> doktorat</p> <p>4. Trenutni status:</p> <p><i>Označite samo jedan oval.</i></p> <p><input type="radio"/> zaposleni/a <input type="radio"/> nezaposleni/a <input type="radio"/> student/ica <input type="radio"/> zaposleni student/ica</p> <p>5. Područje obrazovanja:</p> <p><i>Označite samo jedan oval.</i></p> <p><input type="radio"/> područje prirodnih znanosti <input type="radio"/> područje tehničkih znanosti <input type="radio"/> područje biomedicine i zdravstva <input type="radio"/> područje biotehničkih znanosti <input type="radio"/> područje društvenih znanosti <input type="radio"/> područje humanističkih znanosti <input type="radio"/> umjetničko područje <input type="radio"/> interdisciplinarna područja</p>
	<p>Fotografija</p> <p>U slijedećih pet pitanja potrebno je odgovoriti što prvo uočavaš na fotografiji. *Izvor fotografija: C. Nussbaumer Knaflic, Storytelling with Data: Let's Practice!</p>

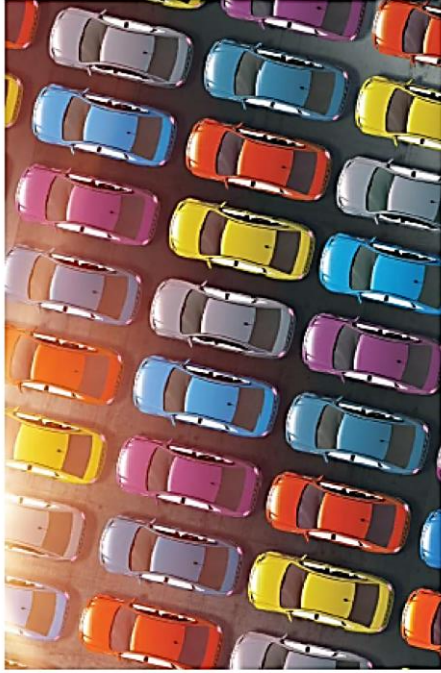
6. Što prvo uočavaš na fotografiji?



Odaberite sve točne odgovore.

- sve mi je jednako uočljivo
- cestu
- ogradu
- prometni znak
- prirodu
- ništa mi nije uočljivo

7. Što prvo uočavaš na fotografiji?



Odaberite sve točne odgovore.

- sve mi je jednako uočljivo
- žute aute
- crvene aute
- plave aute
- ljubičaste aute
- sive aute
- ništa mi nije uočljivo

8. Što prvo uočavaš na fotografiji?



Odaberite sve točne odgovore.

- sve mi je jednako uočljivo
- cestu
- auto
- snijeg
- prirodu
- ništa mi nije uočljivo

9. Što prvo uočavaš na fotografiji?



Odaberite sve točne odgovore.

- sve mi je jednako uočljivo
- cestu
- auto
- sunce
- nebo
- ništa mi nije uočljivo

Boje

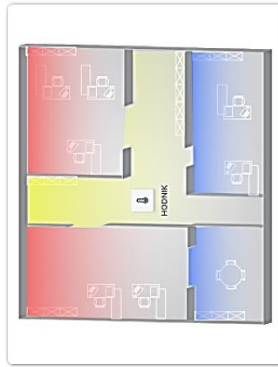
Prostor hodnika na primjerima je označen različitim bojama. U sijećim pitanjima potrebno je odgovoriti na što te asociraju prikazane boje.

10. Prostor hodnika na primjerima je označen različitim bojama. Koji od ponuđenih primjera te najviše asocira na pojam "ugoda" u prostoru hodnika?

Označite samo jedan oval.



primjer 1



primjer 2



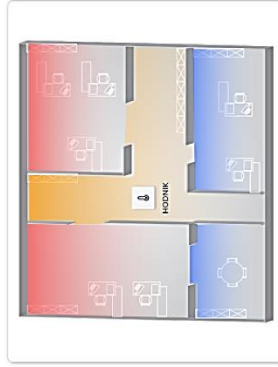
primjer 3



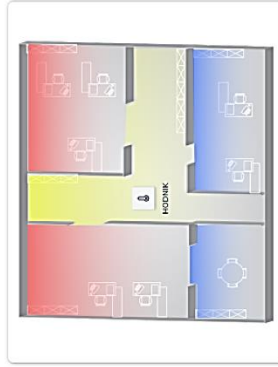
primjer 4

11. Prostor hodnika na primjerima je označen različitim bojama. Koji od ponuđenih primjera te najviše asocira na pojam "udobnost" u prostoru hodnika?

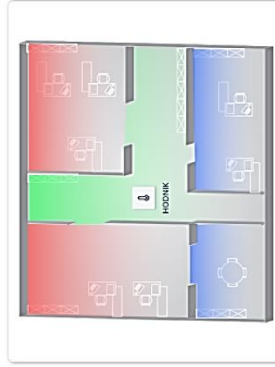
Označite samo jedan oval.



primjer 1



primjer 2



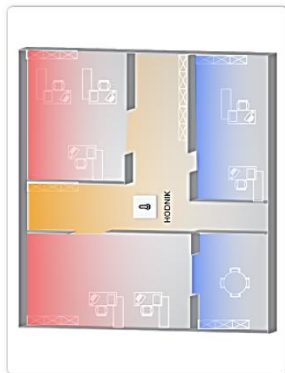
primjer 3



primjer 4

12. Prostor hodnika na primjerima je označen različitim bojama. Koji od ponuđenih primjera te najviše asocira na pojam "sobna temperatura" u prostoru hodnika?

Označite samo jedan oval.



primjer 1



primjer 2



primjer 3

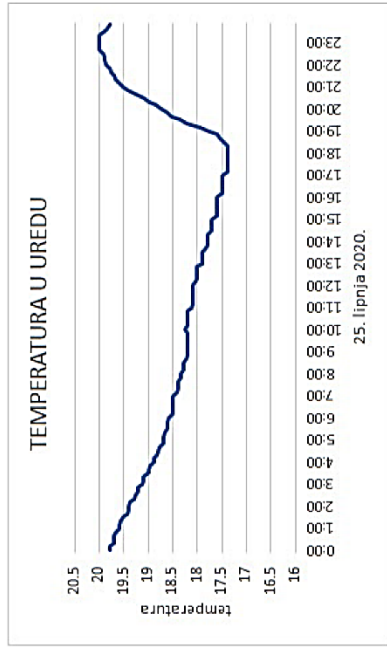


primjer 4

Grafovi

U sljedećim pitanjima potrebno je proučiti prikaze i izraziti stupanj sleganja s navedenim izjavama.

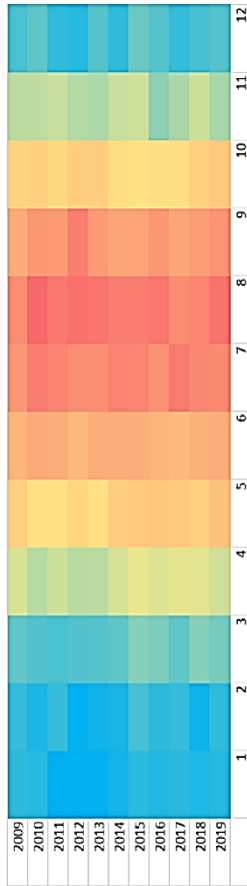
13. Izrazi stupanj sleganja sa sljedećim izjavama:



Označite samo jedan oval po retku.

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prikazan graf je kompleksan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

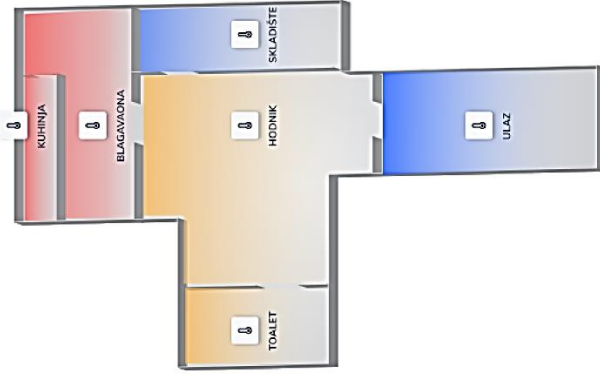
14. Izrazi stupanj slaganja sa sjedećim izjavama:



Označite samo jedan oval po retku.

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prikazan graf je kompleksan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama:

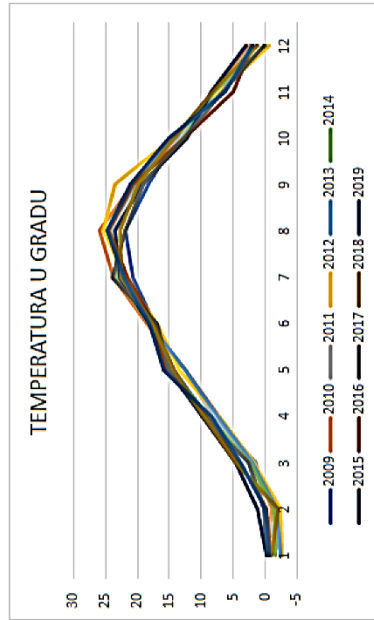


Označite samo jedan oval po retku.

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Na prikazu je jasno istaknuta povezanost podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su podaci prikazani na jasan način.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su korištene odgovarajuće boje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prikaz je kompleksan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putem prikaza se brzo dolazi do	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

informacija.

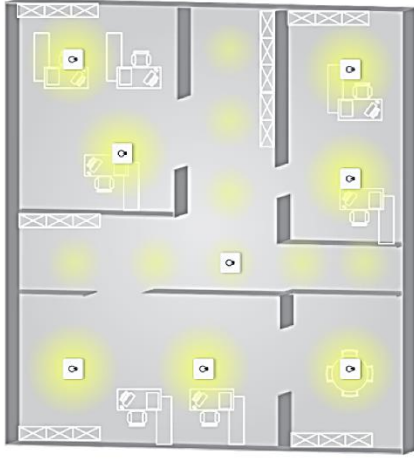
16. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama:



Označite samo jedan oval po retku.

	uopće se slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Na grafu je jasno istaknuta povezanost podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na grafu su podaci prikazani na jasan način.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na grafu su korištene odgovarajuće boje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prikazan graf je kompleksan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putem grafa se brzo dolazi do informacija.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama:



Označite samo jedan oval po retku.

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Na prikazu je jasno istaknuta povezanost podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su podaci prikazani na jasan način.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su korištene odgovarajuće boje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prikaz je kompleksan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putem prikaza se brzo dolazi do informacija.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PRILOG 2 – Ispitivanje stavova prema vizualizacijama podataka

Ispitivanje stavova prema vizualizacijama podataka

Općenito

1. Spol:

- muški
- ženski

2. Dobna skupina:

- 18-24
- 25-34
- 35+

3. Područje obrazovanja:

- područje prirodnih znanosti
- područje tehničkih znanosti
- područje biomedicine i zdravstva
- područje biotehničkih znanosti
- područje društvenih znanosti
- područje humanističkih znanosti
- umjetničko područje
- interdisciplinarna područja

4. U kojoj ste mjeri upoznati s pojmom grafova?

-3 -2 -1 0 1 2 3

nimalo u potpunosti

5. Koliko često se susrećete s grafovima?

-3 -2 -1 0 1 2 3

rijetko često

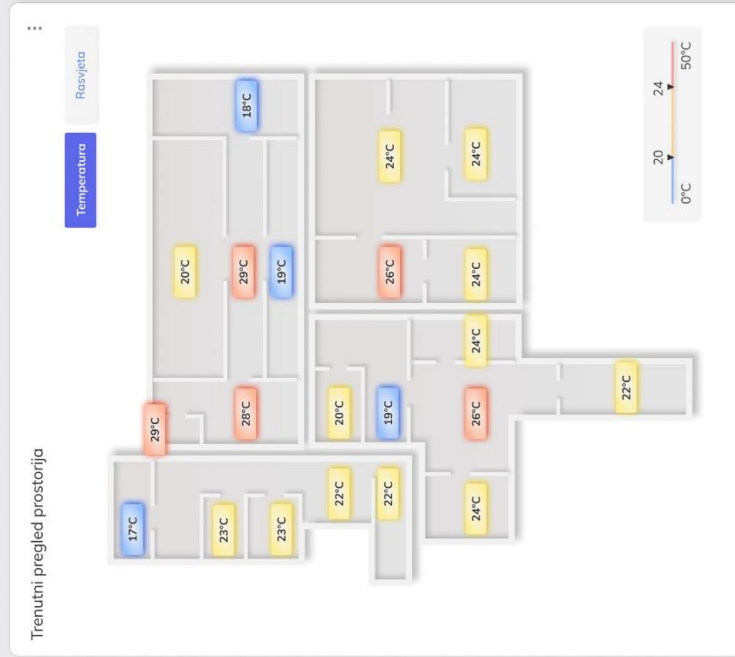
6. U kojoj se mjeri smatrate kompetentima za čitanje i razumijevanje grafova i različitih prikaza?

-3 -2 -1 0 1 2 3

nimalo u potpunosti

Vizualizacija 1 - Tlocrtna temperatura unutar prostorija

Prouči priloženi prikaz te odgovori na sljedeća pitanja:



7. Na prvi pogled, koja temperatura prevladava na tlocrtu?

- manje od 20 °C
- između 20 i 24 °C
- više od 24 °C

8. Koristeći se parovima riječi opišite prikazanu sliku:

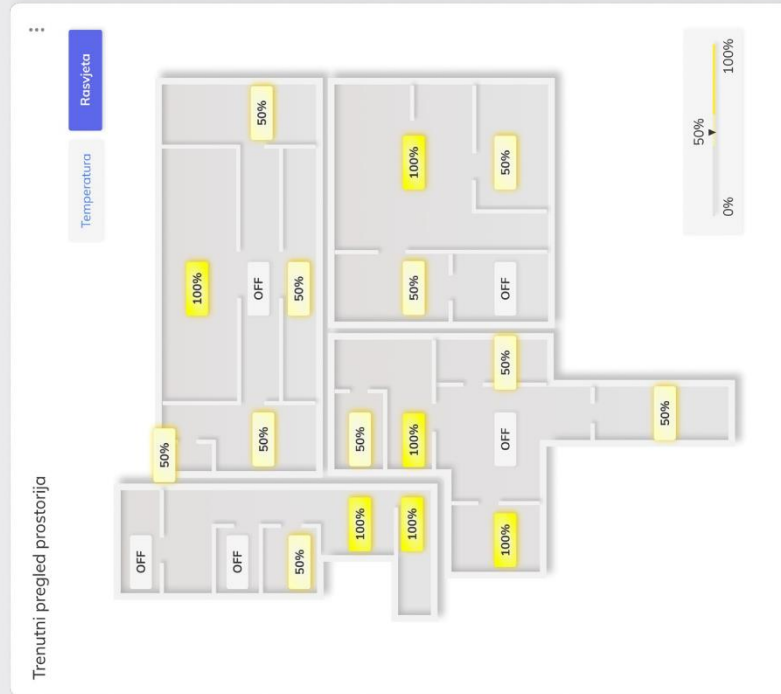
	-3	-2	-1	0	1	2	3
zbunjujuće	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neupečatljivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nejasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neinformativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neprivlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
						struktuirano	<input type="radio"/>
						impresivno	<input type="radio"/>
						jasno	<input type="radio"/>
						informativno	<input type="radio"/>
						privlačno	<input type="radio"/>

9. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama u odnosu na prikazanu sliku:

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	ni se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su istaknute bitne informacije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boja je korištena učinkovito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vizualizacija 2 - Rasvjeta u prostorijama

Prouči priloženi prikaz te odgovori na sljedeća pitanja:



10. Na prvi pogled, koja rasvjeta prevladava na slici?

- ugašena rasvjeta (0%)
- rasvjeta na 50%
- upaljena rasvjeta (100%)

11. Koristeći se parovima riječi opišite prikazanu sliku:

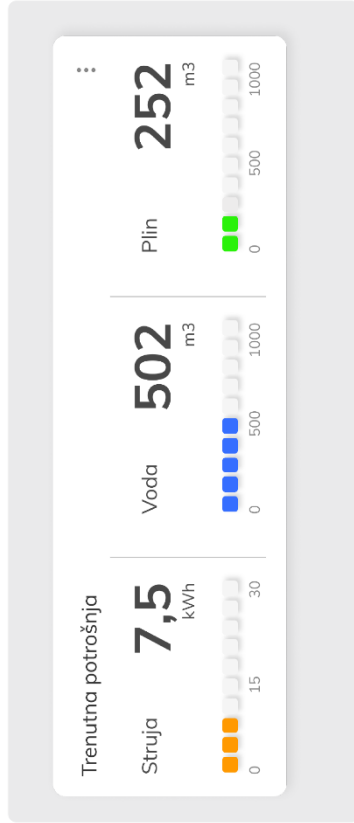
	-3	-2	-1	0	1	2	3
zbunjujuće	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neupečaljivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nejasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neinformativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neprivlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
struktuirano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
impresivno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
informativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
privlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama u odnosu na prikazanu sliku:

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	niti se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su istaknute bitne informacije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boja je korištena učinkovito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vizualizacija 3 - Trenutna potrošnja

Prouči priloženi prikaz te odgovori na sljedeća pitanja:



13. Na prvi pogled, potrošnja čega je na polovici svoga kapaciteta?

- struje
- vode
- plina

14. Koristeći se parovima riječi opišite prikazanu sliku:

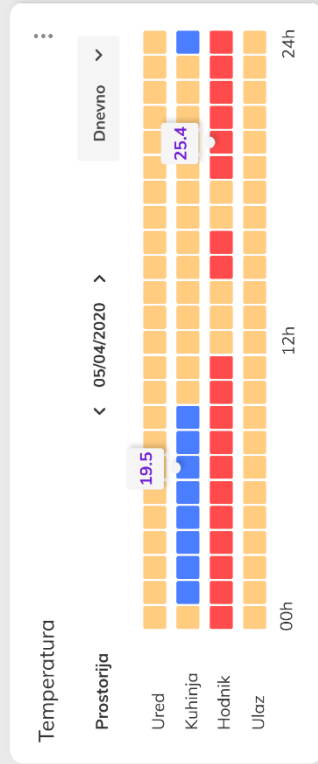
	-3	-2	-1	0	1	2	3
zbunjujuće	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neupečatljivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nejasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neinformativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neprivlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
struktuirano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
impresivno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
informativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
privlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama u odnosu na prikazanu sliku:

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	ni se slažem niti se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su istaknute bitne informacije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boja je korištena učinkovito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pužem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vizualizacija 5 - Temperatura unutar prostorija

Prouči priloženi prikaz te odgovori na sljedeća pitanja:



19. U kojoj prostoriji je prema grafu bilo najtoplije?

- Ured
- Kuhinja
- Hodnik
- Ulaz

20. Koristeći se parovima riječi opišite prikazanu sliku:

	-3	-2	-1	0	1	2	3
zbunjujuće	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neupečatljivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nejasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neinformativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neprivlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
struktuirano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
impresivno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
informativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
privlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama u odnosu na prikazanu sliku:

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	ni se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su istaknute bitne informacije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boja je korištena učinkovito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puteš prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vizualizacija 7 - Rasvjeta u prostorijama

Prouči priloženi prikaz te odgovori na sljedeća pitanja:



25. Na prvi pogled, koja rasvjeta prevladava na slici?

- ugašena rasvjeta (0%)
- rasvjeta na 50%
- upaljena rasvjeta (100%)

26. Koristeći se parovima riječi opišite prikazanu sliku:

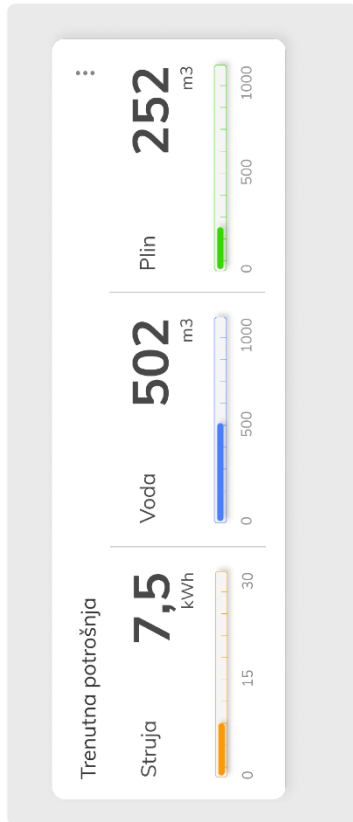
	-3	-2	-1	0	1	2	3
zbunjujuće	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neupečaljivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nejasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neinformativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neprivlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							struktuirano
							impresivno
							jasno
							informativno
							privlačno

27. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama u odnosu na prikazanu sliku:

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	ni se slažem ni se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su istaknute bitne informacije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boja je korištena učinkovito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puikom prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vizualizacija 8 - Trenutna potrošnja

Prouči priloženi prikaz te odgovori na sljedeća pitanja:



28. Na prvi pogled, potrošnja čega je na polovici svoga kapaciteta?

- C struje
- C vode
- C plina

29. Koristeći se parovima riječi opišite prikazanu sliku:

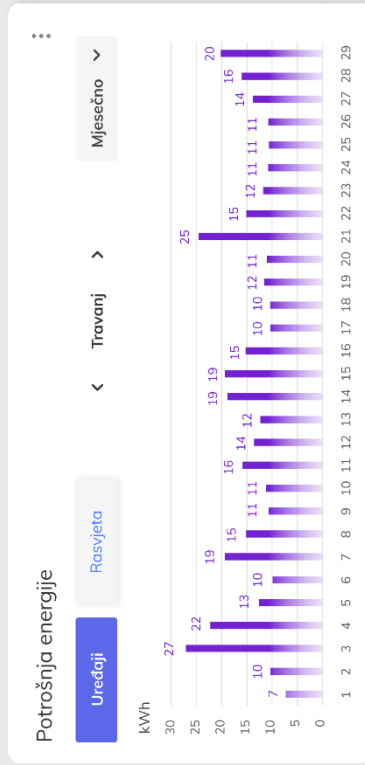
	-3	-2	-1	0	1	2	3
zbunjujuće	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neučetljivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nejasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neinformativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neprivažno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Izrazi stupanj sleganja sa sljedećim izjavama u odnosu na prikazanu sliku:

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	ni se slažem ni se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su istaknute bitne informacije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boja je korištena učinkovito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putem prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vizualizacija 9 - Potrošnja energije

Prouči priloženi prikaz te odgovori na sljedeća pitanja:



31. Koja je najveća vrijednost potrošnje energije prikazana na grafu?

- C 20
- C 25
- C 27

32. Koristeći se parovima riječi opišite prikazanu sliku:

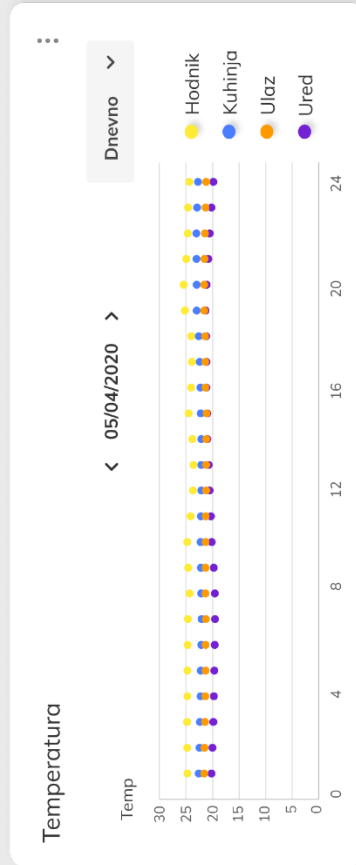
	-3	-2	-1	0	1	2	3
zbunjjuće	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neupečajljivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nejasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neinformativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neprivlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
strukturirano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
impresivno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
informativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
privlačno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33. Izrazi stupanj slaganja sa sljedećim izjavama u odnosu na prikazanu sliku:

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	ni se slažem ni se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su istaknute bitne informacije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boja je korištena učinkovito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putev prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vizualizacija 10 - Temperatura unutar prostorija

Prouči priloženi prikaz te odgovori na sljedeća pitanja:



34. U kojoj prostoriji je prema grafu bilo najtoplije?

- Hodnik
- Kuhinja
- Ulaz
- Ured

35. Koristeći se parovima riječi opišite prikazanu sliku:

	-3	-2	-1	0	1	2	3
zbrnjujuće	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neupečatljivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nejasno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neinformativno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
neprivažno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

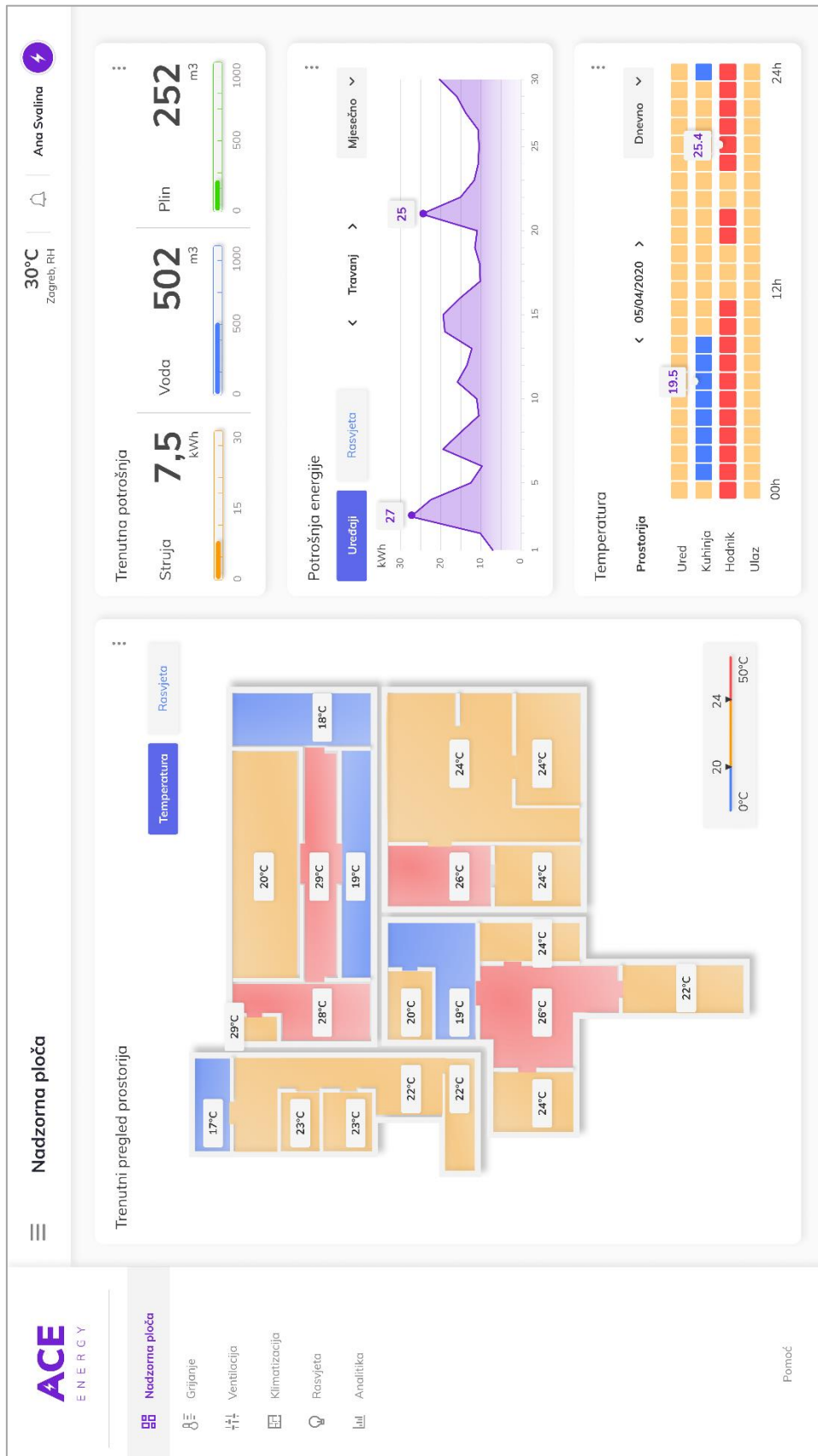
36. Izrazi stupanj sleganja sa sljedećim izjavama u odnosu na prikazanu sliku:

	uopće se ne slažem	pretežno se ne slažem	ni se slažem ni se ne slažem	pretežno se slažem	u potpunosti se slažem
Prikaz je razumljiv na prvi pogled.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na prikazu su istaknute bitne informacije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boja je korištena učinkovito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cjelokupni prikaz je dobro strukturiran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putev prikaza se mogu raditi usporedbe različitih podataka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hvala!

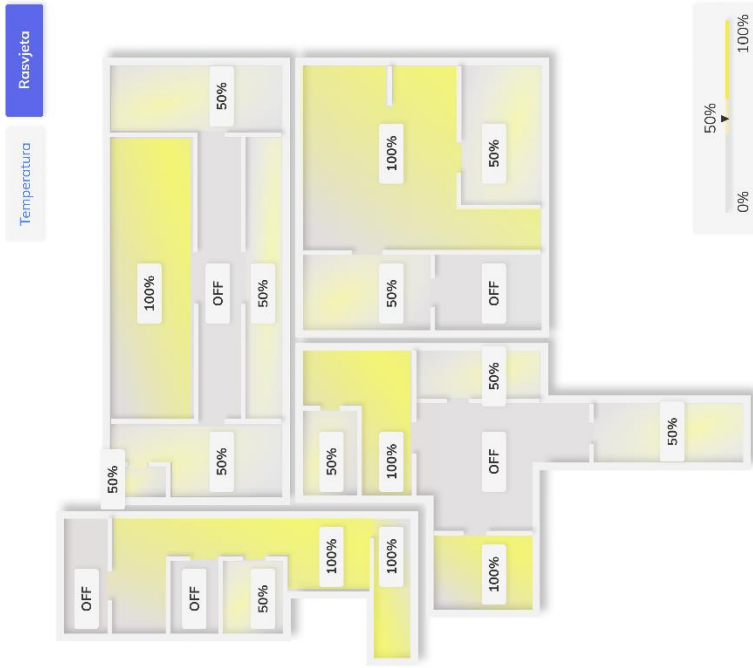
Hvala na odgovoru i izdvojenom vremenu, Vaš odgovor je zaprimljen!

PRILOG 3 – Krajnji prijedlog nadzorne ploče za BMS



Nadzorna ploča

Trenutni pregled prostorija



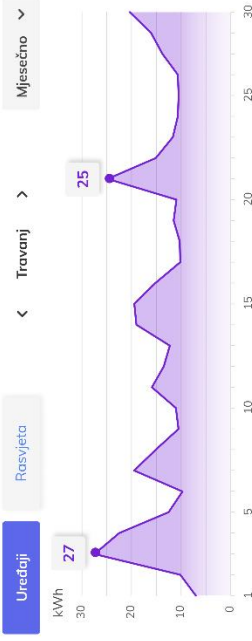
Trenutna potrošnja

Struja **7,5** kWh

Voda **502** m³

Plin **252** m³

Potrošnja energije



Temperatura

