

Razvoj aplikacije za prikaz i analizu potrošnje energije u zgradama

Miličević, Nika

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:168:094319>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



Repository / Repozitorij:

[FER Repository - University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 1484

**RAZVOJ APLIKACIJE ZA PRIKAZ I ANALIZU POTROŠNJE
ENERGIJE U ZGRADAMA**

Nika Miličević

Zagreb, lipanj 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 1484

**RAZVOJ APLIKACIJE ZA PRIKAZ I ANALIZU POTROŠNJE
ENERGIJE U ZGRADAMA**

Nika Miličević

Zagreb, lipanj 2024.

ZAVRŠNI ZADATAK br. 1484

Pristupnica: **Nika Miličević (0036543301)**
Studij: Elektrotehnika i informacijska tehnologija i Računarstvo
Modul: Računarstvo
Mentorica: doc. dr. sc. Anita Banjac

Zadatak: **Razvoj aplikacije za prikaz i analizu potrošnje energije u zgradama**

Opis zadatka:

Alati za prikaz i analizu potrošnje energije u zgradama omogućuju korisnicima uvid u povijesne obrasce potrošnje energije, predviđanje budućih potreba za energijom te donošenje informiranih odluka o učinkovitom korištenju energije radi optimizacije troškova rada zgrade. U sklopu rada potrebno je razviti aplikaciju koja olakšava detaljnu analizu povijesnih uzoraka potrošnje energije u zgradama, nudeći korisnicima interaktivne vizualne prikaze i prediktivnu analitiku. Pritom je grafičko sučelje aplikacije potrebno organizirati na pregledan način, s mogućnošću grafičkog odabira pojedinog kata zgrade, specificiranja vremenskih intervala za pregled podataka te korištenja različitih metoda agregacije podataka. Aplikaciju je potrebno primijeniti nad povijesnim podacima o potrošnji energije sustava klimatizacije za nebodersku zgradu Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu.

Rok za predaju rada: 14. lipnja 2024.

Sadržaj

<i>Uvod</i>	1
1. Opis razvijenog proizvoda	2
1.1. Funkcionalnosti	2
1.2. Korištene tehnologije	3
1.2.1. SQLite.....	3
1.2.2. HTML i CSS.....	3
1.2.3. Javascript	4
1.2.4. Vue.js	4
1.2.5. Chart.js.....	4
1.3. Korištena metodologija za analizu i vizualizaciju podataka	5
1.3.1. Općenito o analizi podataka.....	5
1.3.2. Kratak opis problema.....	5
1.3.3. Analiza podataka i korištene tehnike	5
2. Glavna stranica	7
2.1. Grafikon povijesnih podataka	7
2.2. Analiza potrošnje toplinske energije	9
2.3. Generalna statistika	9
2.4. Grafikon prediktivnih podataka	11
3. Upute za korisnike	13
3.1. Pristup Aplikaciji	13
3.2. Prijava u sustav	13
3.3. Glavna stranica	13
3.3.1. Grafikon povijesnih podataka	14
3.3.2. Analiza potrošnje energije	20
3.3.3. Statistika	23
3.3.4. Grafikon prediktivnih podataka	24
3.4. Registracija novog korisnika	26
<i>Zaključak</i>	27
<i>Literatura</i>	28
<i>Sažetak</i>	29
<i>Summary</i>	30

Uvod

Razvijeni proizvod je web-aplikacija koja olakšava detaljnu analizu povijesnih uzoraka potrošnje energije u zgradi. Aplikacija korisnicima pruža interaktivne vizualne prikaze i prediktivnu analitiku, omogućujući im da na jednostavan način pregledaju i analiziraju potrošnju energije. Grafičko sučelje aplikacije organizirano je na pregledan način, omogućujući korisnicima grafički odabir pojedinog kata zgrade, specificiranje vremenskih intervala za pregled podataka te korištenje različitih metoda agregacije podataka.

Konkretno, aplikacija je primijenjena na povijesne podatke o potrošnji energije neboderske zgrade Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Korištenjem vizualizacijskih tehnika i interaktivnih grafikona, korisnicima se omogućuje lakše razumijevanje potrošnje energije, identifikacija obrazaca te prepoznavanje područja za potencijalne uštede.

Osim osnovnih funkcionalnosti praćenja i prikaza podataka, aplikacija koristi algoritme za analizu podataka koji su temelj za predlaganje mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti. Cilj je ne samo pružiti uvid u trenutnu potrošnju energije, već i educirati korisnike o važnosti energetske učinkovitosti te ih potaknuti na aktivno sudjelovanje u smanjenju energetske potrošnje. Kroz analizu i vizualizaciju podataka, aplikacija pomaže korisnicima razumjeti njihove energetske obrasce.

1. Opis razvijenog proizvoda

1.1. Funkcionalnosti

Razvijeni proizvod je web aplikacija za vizualizaciju podataka o potrošnji energije zgrade. Aplikacija koristi podatke o toplinskoj snazi prikupljene s pet različitih kalorimetara koji mjere potrošnju toplinske energije za 9. kat, 10. kat i ukupnu potrošnju toplinske energije neboderske zgrade FER-a. Kalorimetar je uređaj čija je uloga mjerenje toplinske energije/snage na temelju mjerenja protoka i temperature [\[1\]](#). Podaci su snimljeni s vremenskom rezolucijom od 1 min za cijelu 2022. godinu.

Aplikacija vizualizira spomenute podatke kroz interaktivne grafove koji omogućuju korisnicima pregled potrošnje energije individualno po katu, kao i ukupnu potrošnju, ili kombinirani prikaz svih opcija. Pri ulasku u aplikaciju na glavnoj se stranici prikazuju dva grafikona. Linijskim grafikonom prikazuje se prosječni iznos toplinske snage za svaki mjesec, a stupčastim grafikonom ukupna potrošnja energije izražene u kWh u godini. Korisnici pomoću padajućih izbornika mogu detaljnije pregledati podatke za odabrani mjesec, prikazujući prosječne dnevne vrijednosti snage i ukupnu mjesečnu potrošnju energije. Nadalje, aplikacija omogućuje odabir prikaza za određeni dan u mjesecu, gdje su prikazane prosječne vrijednosti mjerenja snage svakih pola sata i ukupna dnevna potrošnja energije. Konačno, korisnici mogu odabrati prikaz za specifičan sat u danu, gdje su dostupna sva mjerenja snage za taj sat te ukupna potrošnja energije u odabranom satu.

Osim vizualizacije povijesnih podataka, aplikacija nudi mogućnost generiranja prediktivnih grafikona za narednu godinu. Predviđanja se temelje na usporedbi vanjske temperature zraka u 2022. i 2023. godini. Pri ulasku u aplikaciju prvo što se prikaže je predviđanje za cijelu godinu u obliku linijskog grafikona. Također je moguće odabrati i specifičan mjesec pri čemu se prikazuju predviđanja potrošnje toplinske energije za svaki dan unutar odabranog mjeseca.

1.2. Korištene tehnologije

U ovom projektu, korištene tehnologije omogućile su izradu interaktivne web aplikacije koja korisnicima pruža detaljan uvid u povijesne i prediktivne podatke o potrošnji energije. Integracija različitih tehnologija, uključujući SQLite za pohranu podataka, HTML i CSS za dizajn korisničkog sučelja, Javascript za interaktivnost, te Vue.js i Chart.js za dinamičko ažuriranje podataka i vizualizaciju, rezultirala je funkcionalnom i korisnom aplikacijom koja može pomoći u povećanju energetske učinkovitosti zgrada.

1.2.1. SQLite

SQLite je popularan, lagan i ugrađen sustav upravljanja bazama podataka (DBMS). Za razliku od mnogih drugih DBMS-ova, SQLite se izravno integrira u aplikaciju umjesto da funkcionira kao zaseban proces. Ovaj sustav je otvorenog koda i podržava standardni SQL jezik, što omogućava učinkovitu pohranu i dohvat podataka unutar aplikacije. Njegova jednostavnost, mala veličina (manje od 500 KB) i brzina čine ga idealnim za aplikacije koje trebaju lokalnu pohranu podataka bez potrebe za složenim konfiguracijama. Podaci o SQLite-u preuzeti su s web stranice Guru99 [\[2\]](#) [\[3\]](#).

SQLite se koristi za pohranu povijesnih podataka o potrošnji energije u zgradama te podataka o korisničkim imenima i odgovarajućim lozinkama. Baza podataka sadrži tablice koje opisuju različite entitete i njihove međusobne odnose, omogućujući jednostavno dohvaćanje i analizu podataka.

1.2.2. HTML i CSS

HTML (*HyperText Markup Language*) je osnovni jezik za izradu web stranica. Korišten je za strukturu i organizaciju sadržaja unutar aplikacije. HTML koristi oznake za definiranje različitih elemenata stranice, poput naslova, paragrafa, slika i slično. U ovoj aplikaciji, HTML je korišten za izradu korisničkog sučelja, omogućujući korisnicima interakciju s aplikacijom putem web preglednika.

CSS (*Cascading Style Sheets*) je stilski jezik koji se koristi za oblikovanje HTML elemenata. Omogućuje prilagodbu izgleda web stranica, uključujući boje, fontove, raspored elemenata i druge vizualne aspekte. CSS je korišten za kreiranje vizualno privlačnog i intuitivnog korisničkog sučelja aplikacije, poboljšavajući korisničko iskustvo.

1.2.3. Javascript

Javascript je skriptni jezik koji se izvršava na strani klijenta u web pregledniku. Korišten je za dodavanje interaktivnosti web stranici, omogućujući dinamičke promjene sadržaja bez potrebe za ponovnim učitavanjem stranice. Javascript je također ključan za manipulaciju DOM (*Document Object Model*) elementima, omogućujući fleksibilne i dinamičke reakcije na korisničke akcije. Funkcije DOM-a preuzete su sa stranice [\[4\]](#).

1.2.4. Vue.js

Vue.js je progresivni Javascript okvir za izgradnju korisničkih sučelja. Omogućuje jednostavno i učinkovito povezivanje podataka s DOM elementima koristeći reaktivna svojstva. Podaci o Vue.js preuzeti su sa stranice [\[5\]](#). Vue.js je korišten za razvoj *frontend* dijela aplikacije, omogućujući dinamičko ažuriranje prikaza na temelju promjena podataka i korisničkih akcija. Svojom modularnom arhitekturom, Vue.js omogućuje lakše održavanje i proširenje aplikacije. Informacije o modularnoj arhitekturi Vue.js-a preuzeti su sa stranice [\[6\]](#).

1.2.5. Chart.js

Chart.js je fleksibilna i jednostavna biblioteka za izradu grafikona u Javascriptu. Omogućuje kreiranje različitih tipova grafikona, uključujući linijske, stupčaste i druge grafičke prikaze. Chart.js je korišten za vizualizaciju povijesnih i prediktivnih podataka o potrošnji energije u zgradama. Grafikoni omogućuju korisnicima jednostavno razumijevanje i analizu podataka, pružajući vizualni uvid u obrasce potrošnje energije.

1.3. Korištena metodologija za analizu i vizualizaciju podataka

1.3.1. Općenito o analizi podataka

U ovom radu, analiza podataka ključna je za razumijevanje uzoraka potrošnje energije u zgradi. Proces analize uključuje prikupljanje, čišćenje i obradu podataka te njihovu vizualizaciju putem interaktivnih grafikona. Cilj je omogućiti korisnicima jednostavan pregled povijesnih podataka i predviđanje buduće potrošnje toplinske energije.

1.3.2. Kratak opis problema

Problem koji se rješava u ovom radu je nedostatak aplikacija za prikaz i analizu podataka o potrošnji zgrade prilagođenih korisniku. Specifično, podaci iz različitih izvora trebaju biti integrirani i prikazani na način koji je razumljiv i koristan korisnicima. Aplikacija omogućuje korisnicima pregled i analizu potrošnje energije za različite katove zgrade, kao i ukupnu potrošnju, uz mogućnost pregleda podataka na različitim razinama detalja (godina, mjesec, dan, sat).

1.3.3. Analiza podataka i korištene tehnike

Podaci o potrošnji energije prikupljeni su s pet različitih kalorimetara. Analiza podataka uključuje:

- prikupljanje i pohranu podataka: podaci se pohranjuju u SQLite bazu podataka.
- vizualizacija podataka: korišten je Chart.js u kombinaciji s Vue.js za izradu interaktivnih grafikona.
- predviđanje potrošnje: predviđanja se temelje na usporedbi temperatura na dan za koji se radi predikcija s temperaturama iz dostupnog seta podataka te informacije je li u pitanju radni dan, vikend, praznik ili kolektivni odmor fakulteta.

Ovim pristupom, aplikacija pruža korisnicima intuitivan alat za pregled i analizu potrošnje energije, omogućujući informirane odluke o energetskej učinkovitosti.

Za što brži prikaz podataka na web-aplikaciji, nad podacima u bazi vrše se jednostavni SQL upiti kako bi se pri generiranju potrebnih grafikona koristili samo oni zapisi koji su potrebni.

Primjer provođenja SQL upita prikazan je kao Kôd 1.1, a SQL upit koji odgovara navedenom kodu prikazan je kao Kôd 1.2.

```
const energyData = await Energy.findAll({
  attributes: [
    [Sequelize.fn('DATE', Sequelize.col('batch_timestamp')),
    'date'],
    'calorimeter_id',
    [Sequelize.literal('strftime("%H:%M", batch_timestamp)'),
    'minute'],
    [Sequelize.col('thermal_power'), 'average_thermal_power']
  ],
  where: {
    [Sequelize.Op.and]: [
      Sequelize.where(Sequelize.fn('DATE',
    Sequelize.col('batch_timestamp')), date),
      Sequelize.where(Sequelize.fn('strftime', '%H',
    Sequelize.col('batch_timestamp')), hour)
    ]
  },
  order: [['date', 'ASC'], ['calorimeter_id', 'ASC'],
    [Sequelize.literal('minute'), 'ASC']]
});
```

Kôd 1.1 Primjer provođenja SQL upita.

```
SELECT
  DATE(batch_timestamp) AS date,
  calorimeter_id,
  strftime("%H:%M", batch_timestamp) AS minute,
  thermal_power AS average_thermal_power
FROM
  Energy
WHERE
  DATE(batch_timestamp) = '2022-05-05'
  AND strftime('%H', batch_timestamp) = '01'
ORDER BY
  date ASC, calorimeter_id ASC, minute ASC;
```

Kôd 1.2 SQL upit koji odgovara onome u kodu.

2. Glavna stranica

Glavna je stranica sastavljena od četiri komponente: grafikona povijesnih podataka, analize potrošnje toplinske energije, generalne statistike te grafikona prediktivnih podataka.

2.1. Grafikon povijesnih podataka

Za generiranje linijskog grafikona povijesnih podataka za prikaz toplinske snage koristi se biblioteka Chart.js te je dio metode koja generira sam grafikon prikazan kao Kôd 2.1.

```
createChart(data, labels) {
  const ctx = document.getElementById('data-chart');
  if (this.myChart) {
    this.myChart.destroy();
  }
  this.myChart = new Chart(ctx, {
    type: 'line',
    data: {
      labels: labels,
      datasets: [
        {
          label: 'main',
          data: data.filter(entry => entry.calorimeter_id ===
31).map((entry) => parseFloat(entry.average_thermal_power)),
          backgroundColor: 'rgba(147, 112, 219, 0.2)',
          borderColor: 'rgba(147, 112, 219, 1)',
          borderWidth: 1,
          tension: 0.1,
        }
      ]
    },
  });
},
```

Kôd 2.1 Dio metode za generiranje grafikona povijesnih podataka.

Za dohvaćanje podataka s *backend* dijela web aplikacije, koristi se *axios* biblioteka za izvršavanje HTTP zahtjeva. Jedna od metoda koje služe za dohvaćanje podataka za prikaz na grafikonu prikazana je kao Kôd 2.2. Metoda za dohvaćanje podataka po satima šalje najviše podataka na *backend* dio web aplikacije, dok za podatke po satima nije potreban parametar `hour`, za podatke po mjesecima nije potreban niti parametar `day`, a za godinu nisu potrebni nikakvi parametri jer je ista za sve dostupne podatke.

```
fetchDataByHour() {
  this.loading = true;
  const month = this.selectedMonth.value;
  const day = this.selectedDay.value;
  const hour = this.selectedHour.value;
  axios.get(`https://zavrsni-
backend.onrender.com/energyByHour?selectedMonth=${month}&sele
ctedDay=${day}&selectedHour=${hour}`)
  .then(res => {
    this.energyData = res.data;
    const labels_list = res.data.map((e) => e.minute)
    let labels = [...new Set(labels_list)];
    this.loading = false;
    this.$nextTick(() => {
      this.createChart(res.data.flat(), labels);
    });
  })
  .catch(function (error) {
    console.log(error)
  })
}
```

Kôd 2.2 Metoda za dohvaćanje i baratanje podacima.

2.2. Analiza potrošnje toplinske energije

Za generiranje stupčastog grafikona povijesnih podataka o potrošnji toplinske energije također se koristi biblioteka Chart.js te je dio metode koja generira sam grafikon prikazan kao Kôd 2.3.

```
createBarChart(data, labels) {
  const ctx = document.getElementById('bar-data-chart');
  if (this.myChart) {
    this.myChart.destroy();
  }
  this.myChart = new Chart(ctx, {
    type: 'bar',
    data: {
      labels: [""],
      datasets: [
        {
          label: 'main',
          data: [data.filter(entry => entry.calorimeter_id
=== 31).map((entry) =>
parseFloat(entry.average_thermal_power)).reduce((sum, value)
=> sum + value, 0)],
          backgroundColor: 'rgba(147, 112, 219, 0.2)',
          borderColor: 'rgba(147, 112, 219, 1)',
          borderWidth: 1,
          tension: 0.1,
        }
      ]
    },
  });
}
```

Kôd 2.3 Metoda za dohvaćanje i baratanje podacima.

2.3. Generalna statistika

Generalna statistika podataka prikazuje podatke o prosječnom iznosu toplinske snage i ukupnoj potrošnji u godini te o danu s maksimalnim iznosom toplinske energije grijanja i hlađenja koristeći jednostavno pretraživanje podataka. Dio metode koja pretražuje podatke

potrebne za prikaz generalne statistike prikazana je kao Kôd 2.4 te se u njoj pretražuje na koji je dan potrošnja za grijanje bila najveća te koliko ona iznosi.

```
let monthPromises = [];  
for (let j = 0; j < 12; j++) {  
  monthPromises.push(  
    axios  
      .get(`https://zavrzni-  
backend.onrender.com/energyByMonth?month=${j + 1}`)  
      .then((res) => {  
        console.log('AXIOS RES', res.data);  
        res.data.forEach((item) => {  
          if (item.calorimeter_id === 31) {  
            for (let k = 0; k < 31; k++) {  
              const month = String(j + 1).padStart(2, '0');  
              const day = String(k + 1).padStart(2, '0');  
              const date = `2022-${month}-${day}`;  
              if (item.date === date) {  
                if (item.average_thermal_power < mi) {  
                  mi = item.average_thermal_power;  
                  mid = k + 1;  
                  mim = j + 1;  
                }  
                if (item.average_thermal_power > ma) {  
                  ma = item.average_thermal_power;  
                  mad = k + 1;  
                  mam = j + 1;  
                }  
              }  
            }  
          }  
        });  
      })  
      .catch((error) => {  
        console.log(error);  
      })  
    );  
  }  
}
```

Kôd 2.4 Dio metode za koja pretražuje podatke za prikaz generalne statistike.

2.4. Grafikon prediktivnih podataka

Za grafikon prediktivnih podataka koristi se gotovo isti kod kao za grafikon povijesnih podataka, ali osim dohvaćanja čistih podataka mjerenja vrše se i druge operacije nad podacima kako bi se dobile predviđene vrijednosti. S obzirom da potrošnja toplinske energije za grijanje/hlađenje značajno ovisi o vanjskim vremenskim uvjetima predikcija potrošnje se radi na temelju usporedbe vanjske temperature zraka u 2022. i 2023. godini. Metoda koja služi za dohvaćanje podataka o temperaturama prikazana je kao Kôd 2.5. Navedeni se podaci dohvaćaju sa servisa Open-Meteo [7]. Kôd 2.5 dohvaća podatke o mjerenim vrijednostima za 2022. godinu. Za slučaj da se predikcija radi za buduće razdoblje, potrebno je prilagoditi kôd da umjesto mjerenih vrijednosti dohvaća predikciju vanjskih vremenskih uvijeta. Algoritam za predikciju također gleda i radi li se o radnom danu, vikendu, prazniku ili intervalu kolektivnog odmora fakulteta. Faktori usporedbe su maksimalna i minimalna temperatura na gledane dane te se u obzir uzima suma kvadratnog odstupanja između tih vrijednosti, kako bi se za svaki dan u 2023. godini pronašao onaj dan u 2022. godini koji temperaturno najbliže odgovara traženom danu. Zatim se uzima prosječna vrijednost iznosa toplinske snage odgovarajućeg dana u 2022. godini te se ona prikazuje kao predviđena vrijednost u 2023. godini, i tako za svaki dan. Na grafikonima se za određeni mjesec prikazuju tako dobivene predviđene vrijednosti potrošnje toplinske energije, a pri ulasku u aplikaciju prvo se prikazuju predviđene vrijednosti potrošnje toplinske snage za svaki mjesec u 2023. godini.

```

async fetchOldForecast() {
  const apiUrl = `https://historical-forecast-api.open-
meteo.com/v1/forecast?latitude=52.52&longitude=13.41&start_da
te=2022-01-01&end_date=2022-12-
31&daily=temperature_2m_max,temperature_2m_min`;
  try {
    const response = await fetch(apiUrl);
    const data = await response.json();
    const time = data.daily.time;
    const maxTemp = data.daily.temperature_2m_max;
    const minTemp = data.daily.temperature_2m_min;
    const temperatureData = time.reduce((acc, date, index)=>{
      acc[date] = {
        minTemp: minTemp[index],
        maxTemp: maxTemp[index]
      };
      return acc;
    }, {});
    this.temperatureDataOld = temperatureData
  } catch (error) {
    console.error('Error fetching the temperatures', error);
  }
},

```

Kôd 2.4 Metoda za dohvaćanja podataka o temperaturama u 2022. godini.

3. Upute za korisnike

3.1. Pristup Aplikaciji

Za pristup web aplikaciji, korisnik mora posjetiti sljedeći URL:

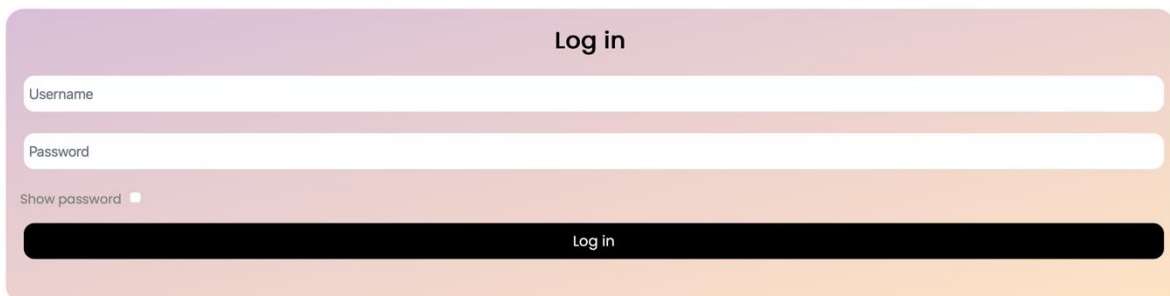
<https://historical-building-energy-consumption-analysis.vercel.app>.

Korisnik mora biti prijavljen kako bi pristupio glavnoj stranici. Pokušaj pristupa glavnoj stranici bez prijave preusmjerava korisnika na stranicu za prijavu:

<https://historical-building-energy-consumption-analysis.vercel.app/login>.

3.2. Prijava u sustav

Slika 3.1 prikazuje stranicu za prijavu korisnika u sustav. Korisnik mora unijeti i korisničko ime i lozinku kako bi se prijavio. Lozinku je moguće prikazati ili sakriti odabirom opcije "Show password". Ako korisničko ime ili lozinka nisu ispravno uneseni, korisnik će biti obaviješten da su podaci netočni. Ako su podaci ispravni, korisnik će biti uspješno prijavljen i preusmjeren na glavnu stranicu.



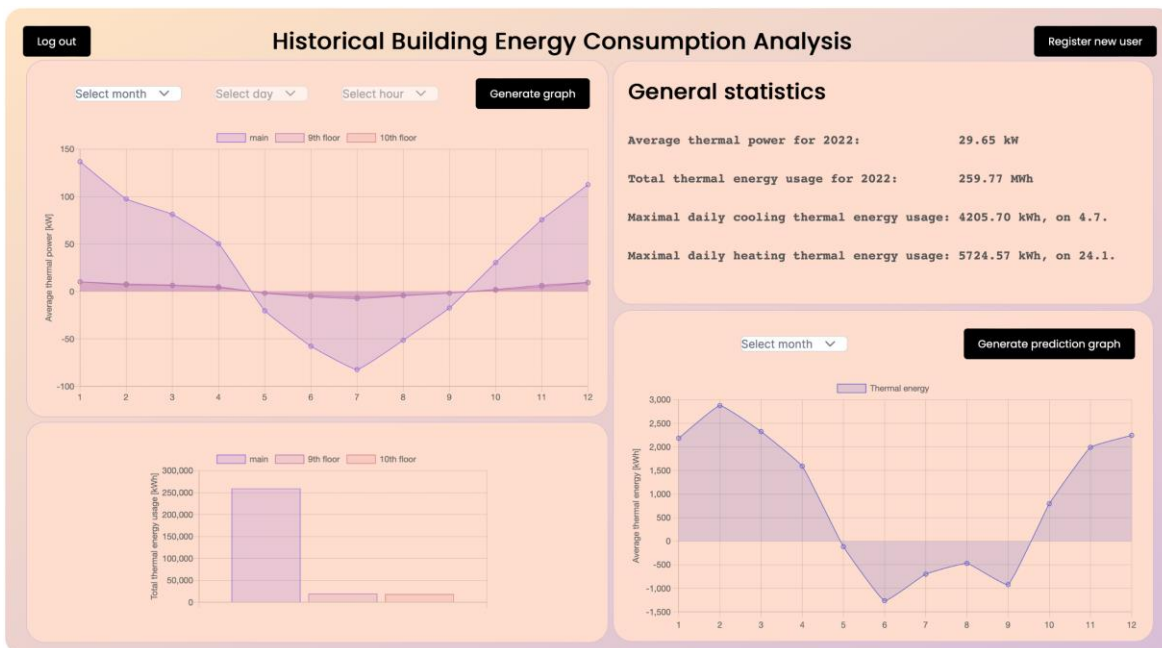
Slika 3.1 Stranica za prijavu korisnika u sustav.

3.3. Glavna stranica

Slika 3.2 prikazuje glavnu stranicu. Na njoj se nalaze sljedeći elementi:

- „Log out“ gumb: korisnik će biti odjavljen i preusmjeren na stranicu za prijavu.
- „Register new user“ gumb: preusmjerava korisnika na stranicu za registraciju.

- Komponente:
 - grafikon povijesnih podataka toplinske snage
 - grafikon povijesnih podataka potrošnje toplinske energije
 - generalna statistika potrošnje toplinske energije
 - grafikon prediktivnih podataka



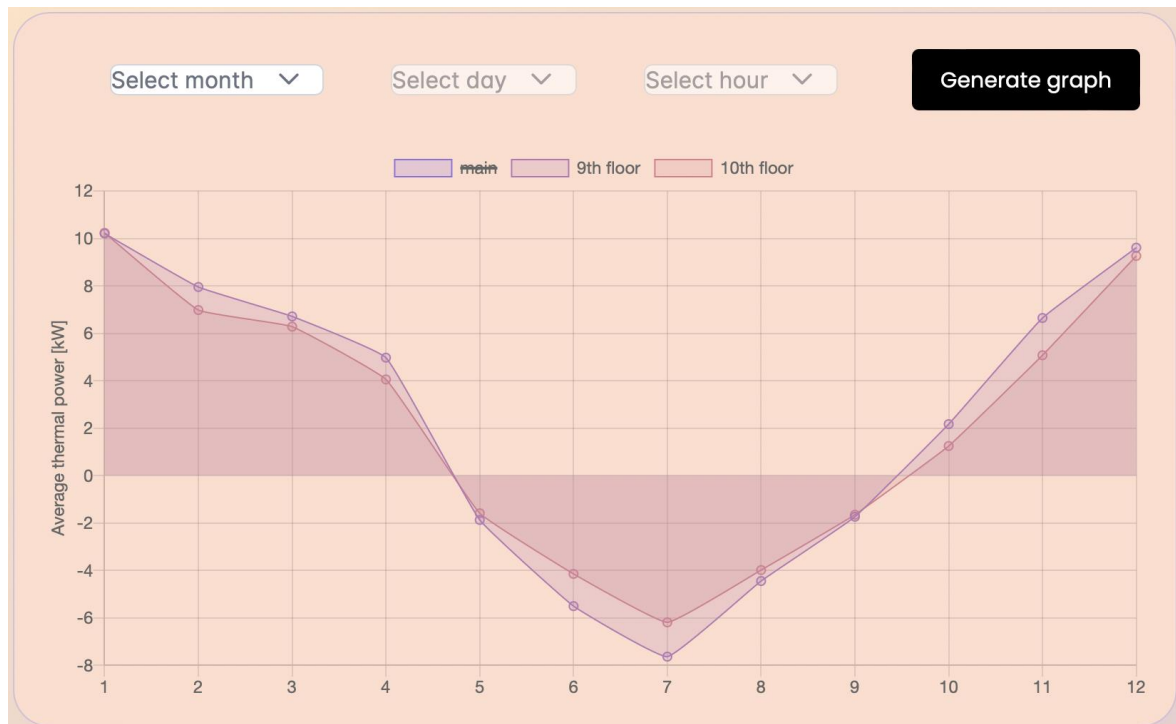
Slika 3.2 Glavna stranica.

3.3.1. Grafikon povijesnih podataka

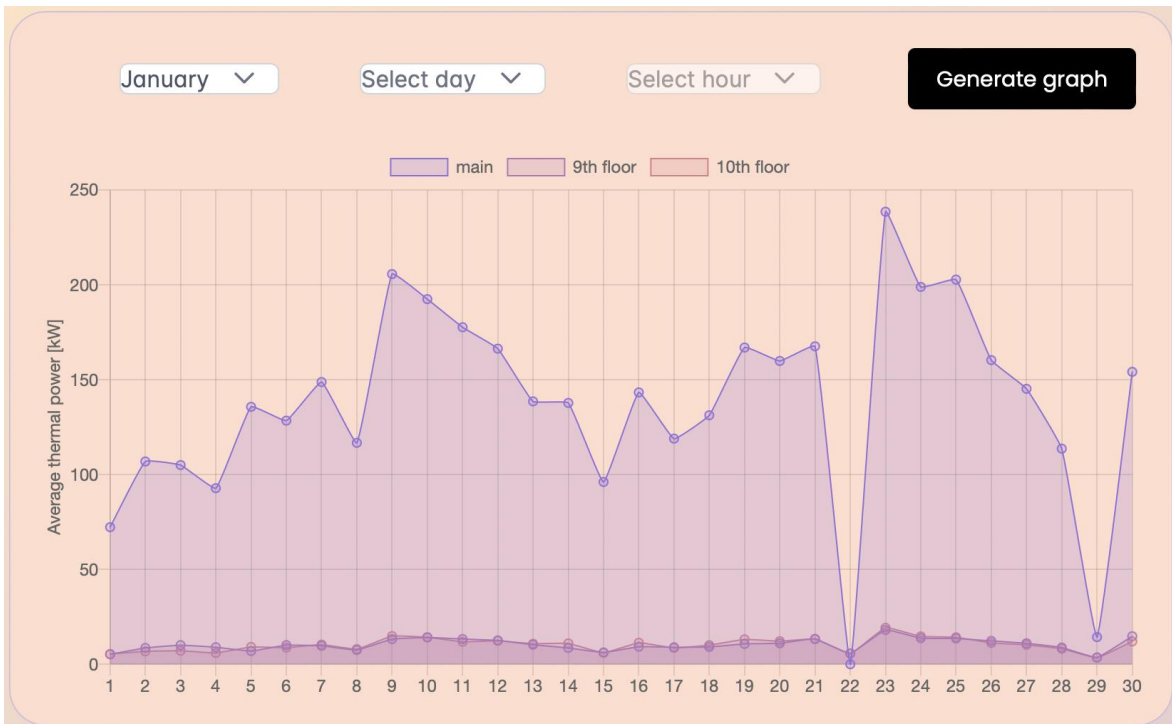
U komponenti grafikona povijesnih podataka nalaze se sljedeći elementi:

- padajući izbornici za odabir:
 - mjeseca
 - dana unutar odabranog mjeseca
 - sata unutar odabranog dana
- „Generate graph for 2022“ gumb: pokreće generiranje grafikona za katove i ukupnu snagu za cijelu 2022. godinu, određeni mjesec, dan ili vrijeme, ovisno o opcijama koje su odabrane u padajućim izbornicima
- grafikon koji prikazuje iznose toplinske snage za 9. i 10. kat zgrade te za ukupnu snagu u pojedinim vremenskim intervalima:

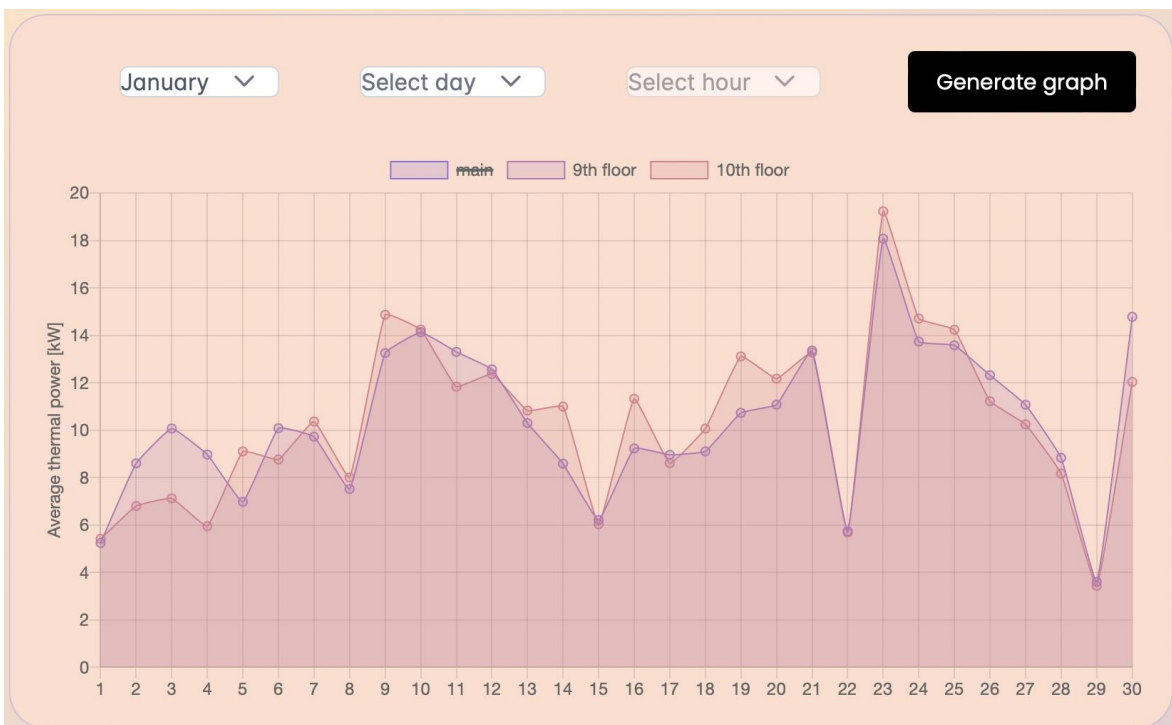
- 2022. godina; prikazani podaci su prosječne vrijednosti za svaki mjesec, prikazano na slici Slika 3.3.
- mjesec dana; podaci na grafikonu su prosječne vrijednosti za svaki dan, prikazano na slikama Slika 3.4, Slika 3.5, Slika 3.6 i Slika 3.7.
- jedan dan; prikazuju se prosječne vrijednosti mjerenja za svakih pola sata, prikazano na slikama Slika 3.8 i Slika 3.9.
- jedan sat; prikazana je vrijednost za svako mjerenje unutar toga sata, prikazano na slikama Slika 3.10 i Slika 3.11.



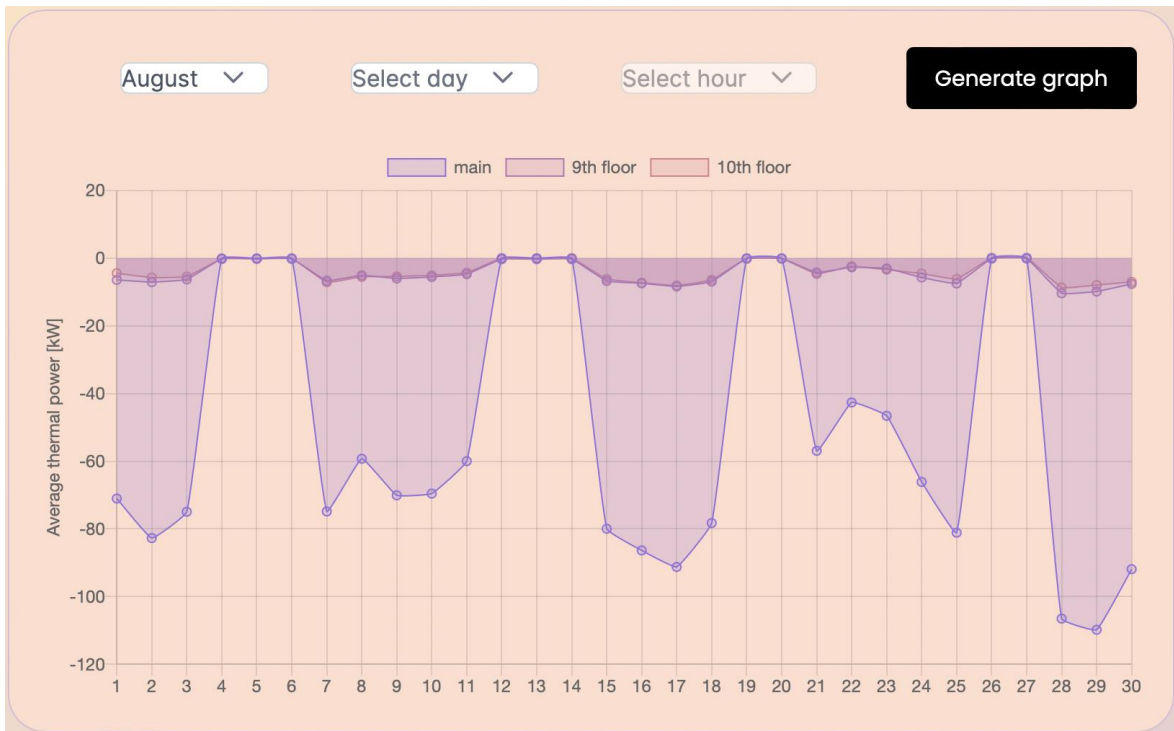
Slika 3.3 Grafikon povijesnih podataka 9. i 10. kata za 2022. godinu.



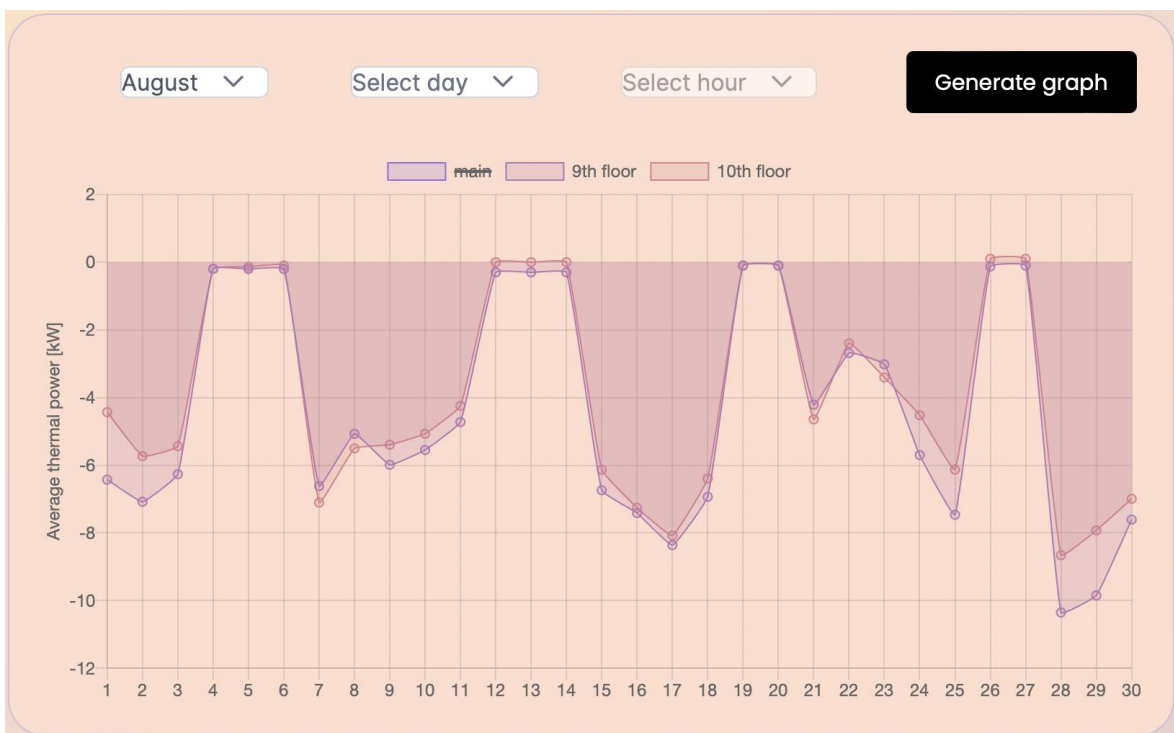
Slika 3.4 Grafikon povijesnih podataka za 1. mjesec 2022. godine.



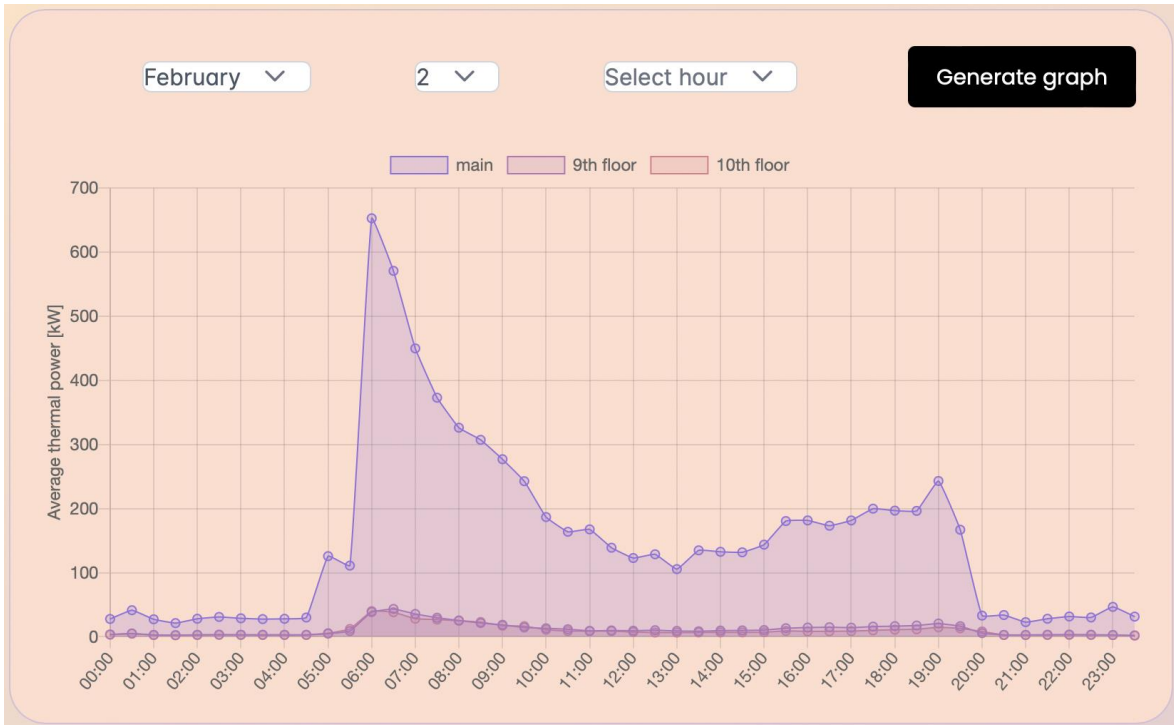
Slika 3.5 Grafikon povijesnih podataka 9. i 10. kata za 1. mjesec 2022. godine.



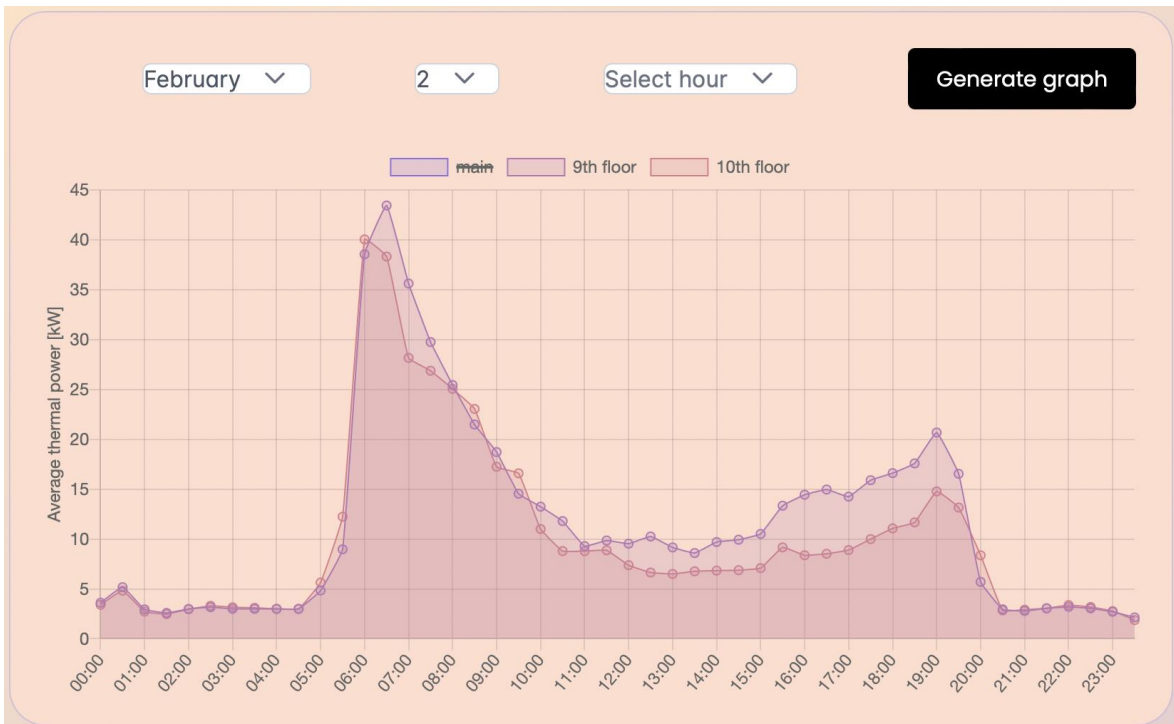
Slika 3.6 Grafikon povijesnih podataka za 8. mjesec 2022. godine.



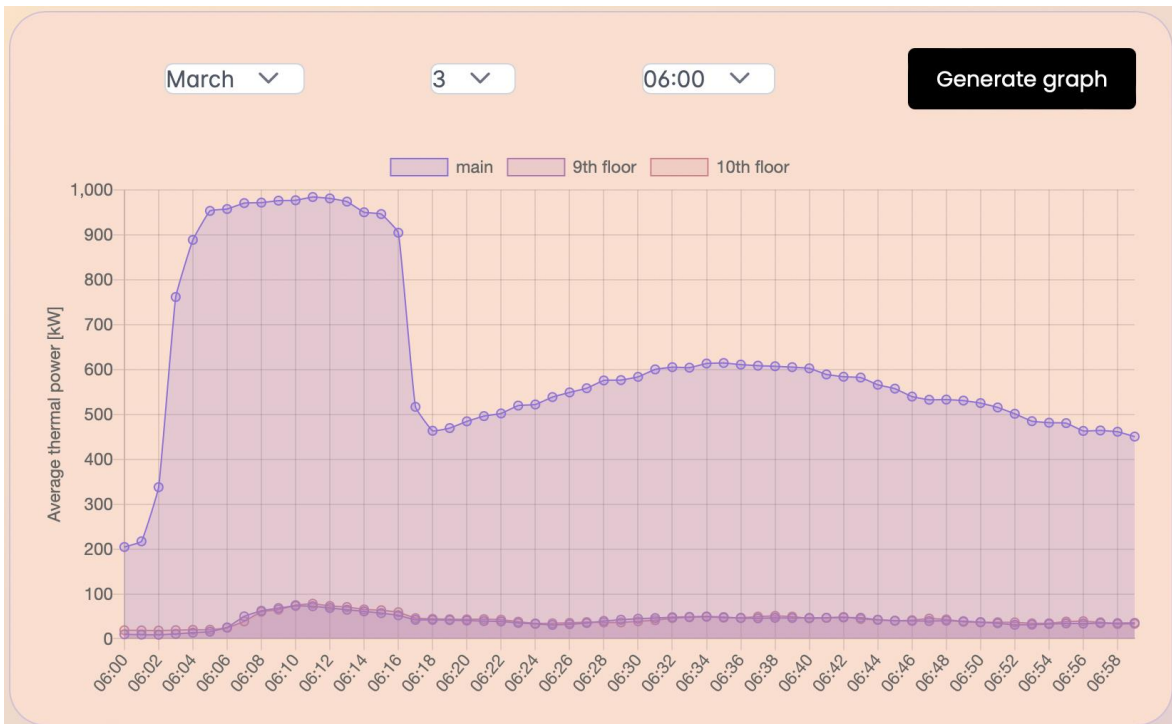
Slika 3.7 Grafikon povijesnih podataka 9. i 10. kata za 8. mjesec 2022. godine.



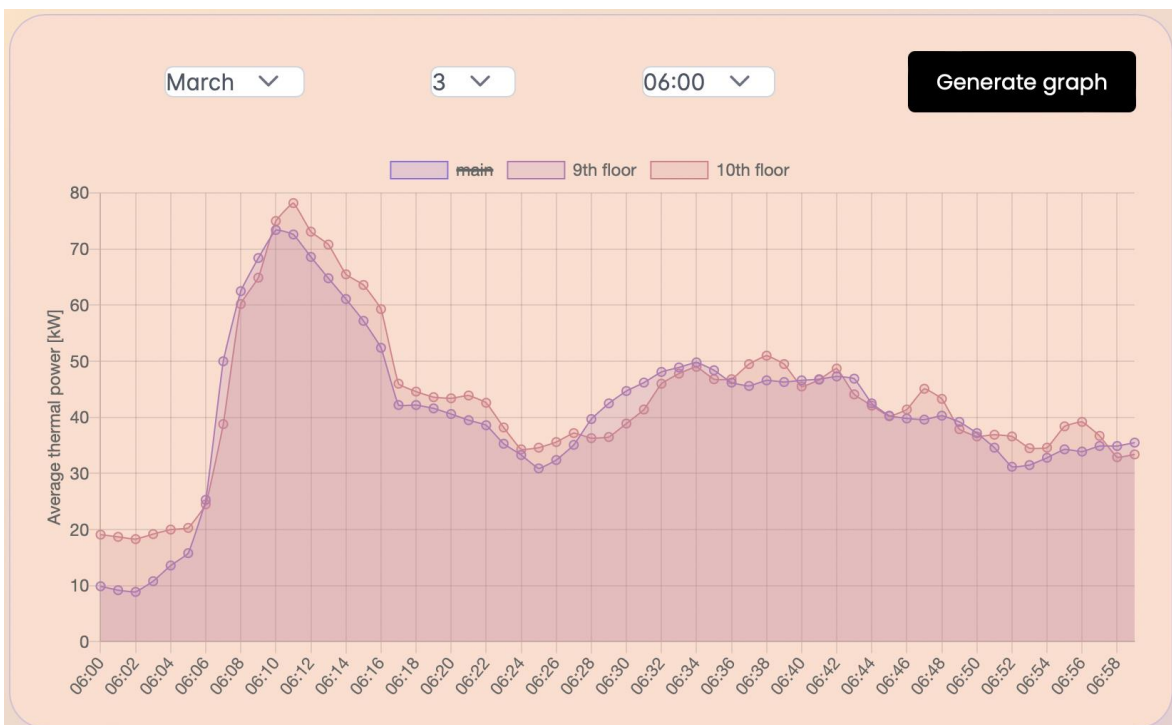
Slika 3.8 Grafikon povijesnih podataka za 2.2.2022.



Slika 3.9 Grafikon povijesnih podataka 9. i 10. kata za 2.2.2022.



Slika 3.10 Grafikon povijesnih podataka za 3.3.2022. od 06:00 do 06:59 sati.



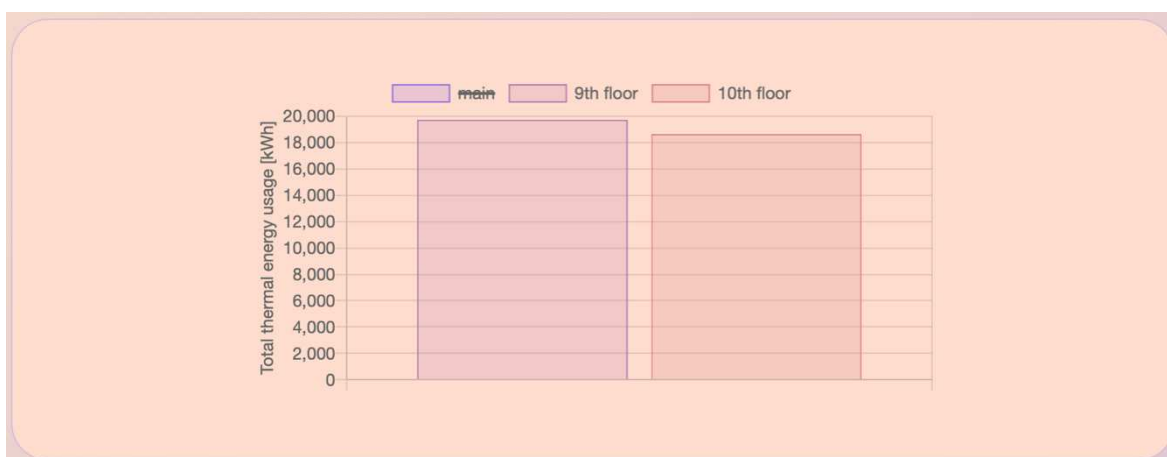
Slika 3.11 Grafikon povijesnih podataka 9. i 10. kata za 3.3.2022. od 06:00 do 06:59 sati.

3.3.2. Analiza potrošnje energije

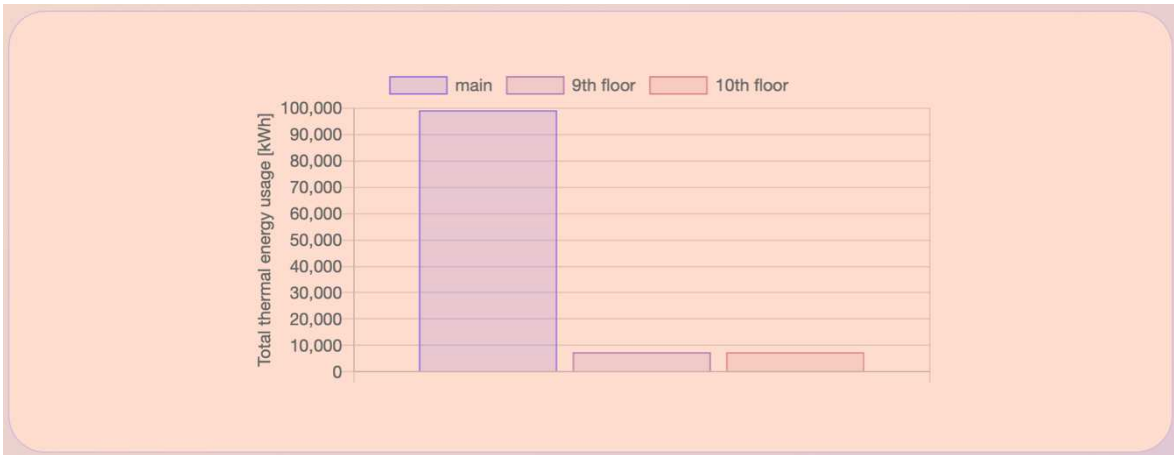
Odmah ispod grafikona povijesnih podataka, nalazi se analiza potrošnje energije. U toj je komponenti stupčastim grafikonom informativno prikazan udio potrošnje toplinske energije za 9. i 10. kat zgrade te udio ukupne potrošnje.

Isti padajući izbornici koji određuju vremenske intervale za grafikon iznosa toplinske snage u 2022. godini, određuju i za koje se vremenske intervale prikazuje stupčasti grafikon na kojemu su prikazane vrijednosti potrošnje toplinske energije. Odnosno mogući su intervali:

- 2022. godina, prikazano na slici Slika 3.12.
- određeni mjesec unutar godine, prikazano na slikama Slika 3.13, Slika 3.14, Slika 3.15 i Slika 3.16.
- dan u odabranom mjesecu, prikazano na slikama Slika 3.17 i Slika 3.18.
- određeni sat unutar dana, prikazano na slikama Slika 3.19 i Slika 3.20.



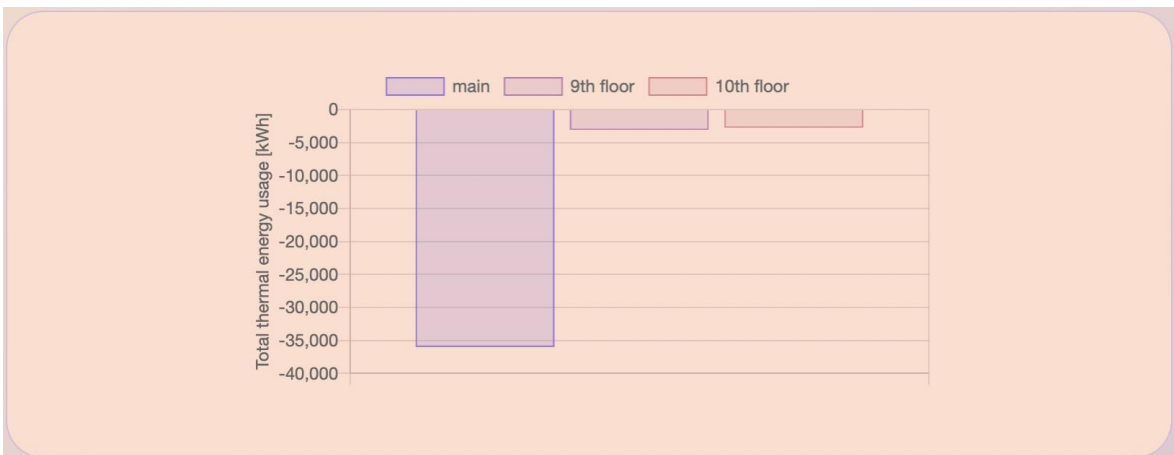
Slika 3.12 Stupčasti grafikon potrošnje energije 9. i 10. kata za 2022. godinu.



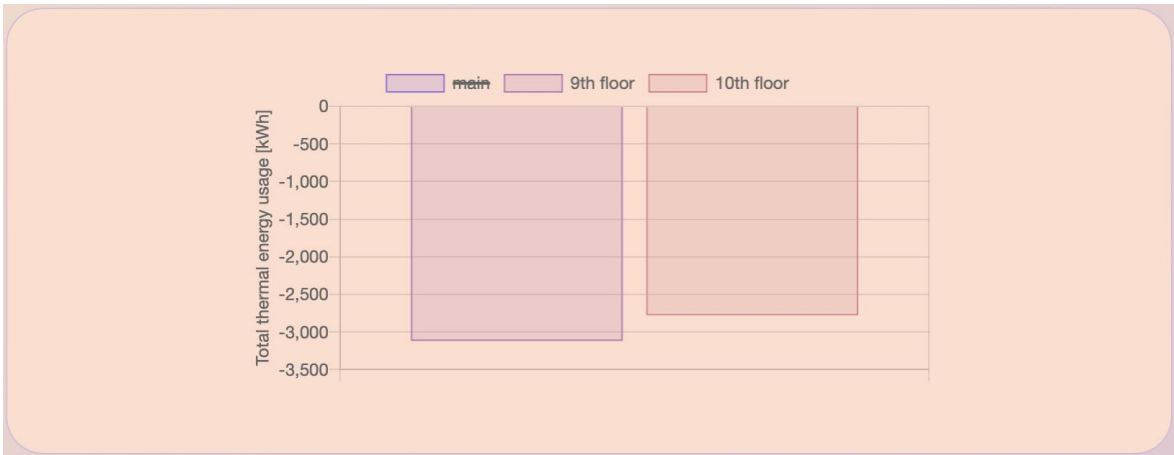
Slika 3.13 Stupčasti grafikon potrošnje energije za 1. mjesec 2022. godine.



Slika 3.14 Stupčasti grafikon potrošnje energije 9. i 10. kata za 1. mjesec 2022. godine.



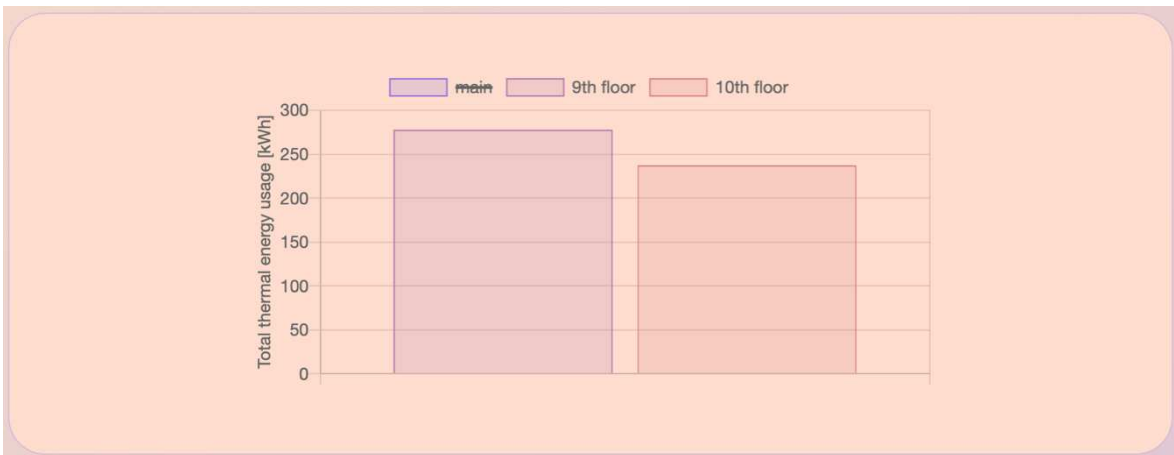
Slika 3.15 Stupčasti grafikon potrošnje energije za 8. mjesec 2022. godine.



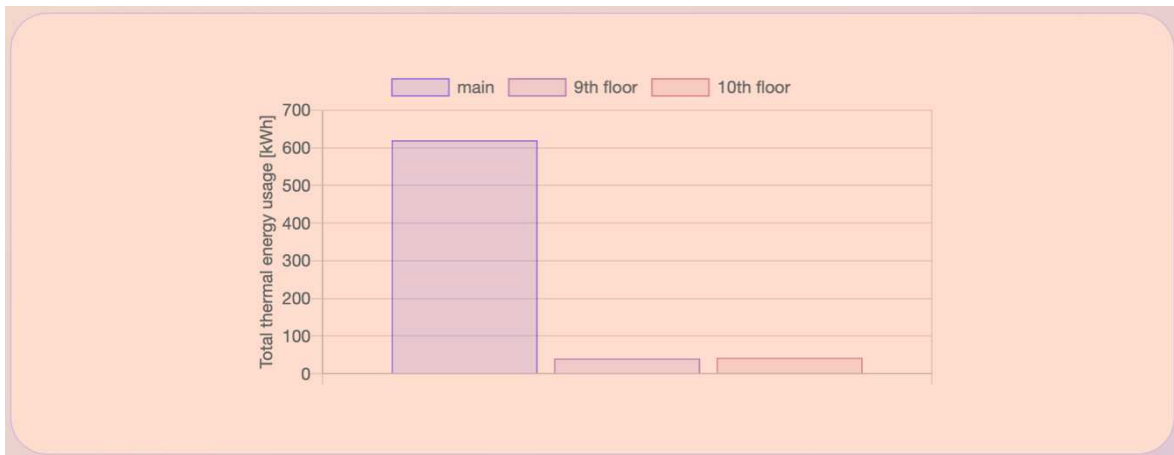
Slika 3.16 Stupčasti grafikon potrošnje energije 9. i 10. kata za 8. mjesec 2022. godine.



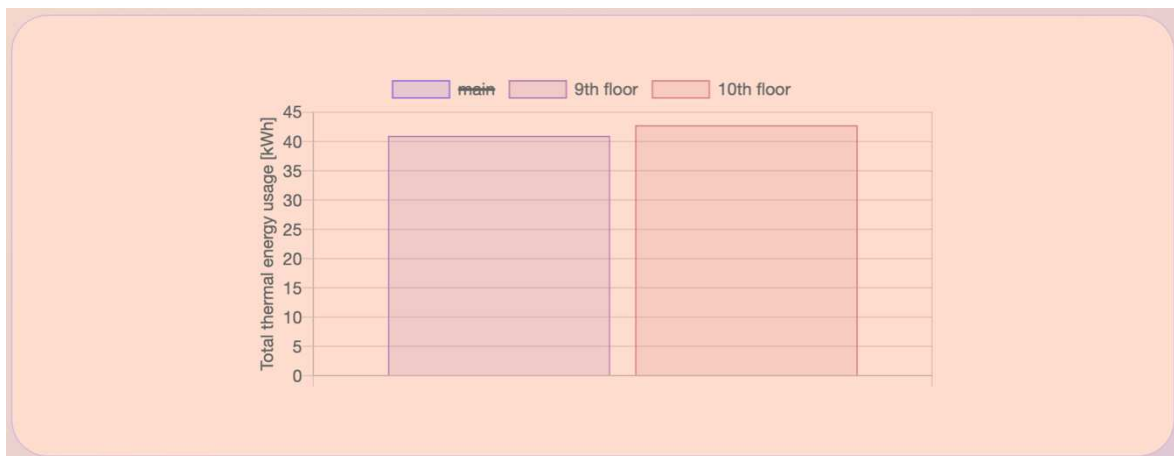
Slika 3.17 Stupčasti grafikon potrošnje energije za 2.2.2022.



Slika 3.18 Stupčasti grafikon potrošnje energije 9. i 10. kata za 2.2.2022.



Slika 3.19 Stupčasti grafikon potrošnje energije za 3.3.2022. od 06:00 do 06:59 sati.



Slika 3.20 Stupčasti grafikon potrošnje energije 9. i 10. kata za 3.3.2022. od 06:00 do 06:59 sati.

3.3.3. Statistika

Desno od grafikona povijesnih podataka nalaze se sljedeće informacije za oba kata te ukupnu snagu, prikazane na slici Slika 3.21:

- prosječni iznos toplinske snage u 2022. godini izražen u kW
- ukupna potrošnja toplinske energije u 2022. godini izražena u MWh
- informacija o tome na koji je dan potrošnja toplinske energije za hlađenje te za grijanje bila najveća i koliko je iznosila

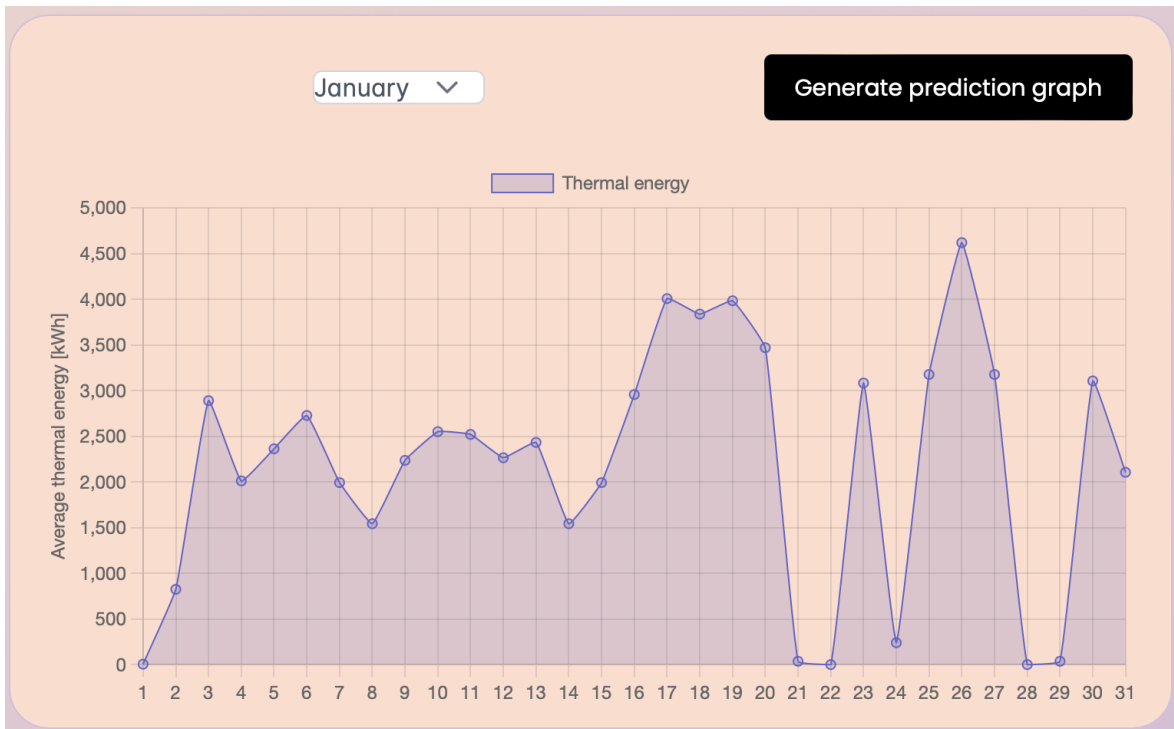
General statistics

Average thermal power for 2022:	29.65 kW
Total thermal energy usage for 2022:	259.77 MWh
Maximal daily cooling thermal energy usage:	4205.70 kWh, on 4.7.
Maximal daily heating thermal energy usage:	5724.57 kWh, on 24.1.

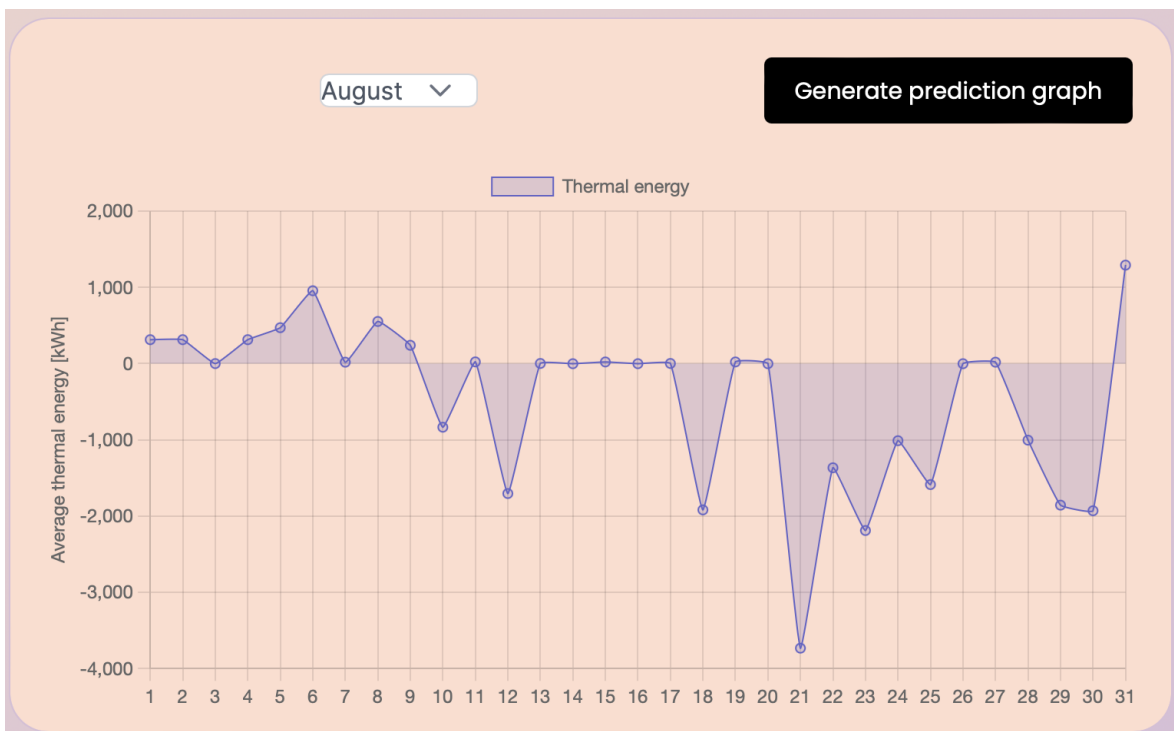
Slika 3.21 Najvažnija statistika.

3.3.4. Grafikon prediktivnih podataka

U komponenti grafikona prediktivnih podataka nalaze se isti elementi kao i za povijesni grafikon (padajući izbornici za odabir vremenskog intervala, „Generate prediction graph“ gumb te linijski grafikon koji prikazuje prediktivne podatke u pojedinim vremenskim intervalima). Prikazan je samo iznos za ukupnu potrošnju te prikazane vrijednosti nisu iznosi toplinske snage, već potrošnja toplinske energije. Ponuđeni vremenski intervali su cijela 2023. godina ili određeni mjesec unutar godine, prikazano na slikama Slika 3.22 i Slika 3.23.



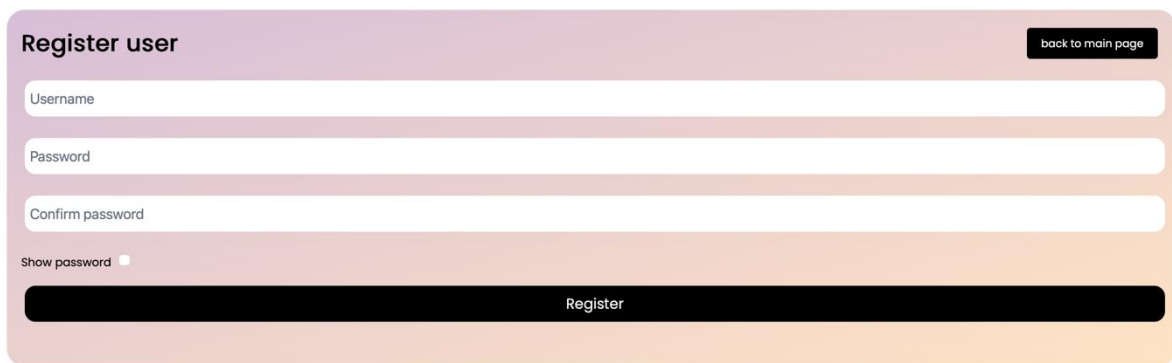
Slika 3.22 Grafikon prediktivnih podataka za 1. mjesec 2023. godine.



Slika 3.23 Grafikon prediktivnih podataka za 8. mjesec 2023. godine.

3.4. Registracija novog korisnika

Novi korisnik može se registrirati putem stranice za registraciju. Ako unesene lozinke ne odgovaraju, korisnik će o tome biti obaviješten. Ako su podaci ispravni, novi korisnik će biti kreiran i preusmjeren na glavnu stranicu. Ako korisnik želi odustati od registracije, može se vratiti na glavnu stranicu pritiskom na gumb "back to main page". Stranica za registraciju novog korisnika prikazana je na slici Slika 3.24.



The image shows a registration form with a light purple header and a light orange body. The header contains the title "Register user" on the left and a "back to main page" button on the right. The form includes three input fields: "Username", "Password", and "Confirm password". Below the "Password" field is a "Show password" checkbox. At the bottom of the form is a large black "Register" button.

Slika 3.24 Stranica za registraciju novog korisnika.

Zaključak

U suvremenom svijetu, alati za prikaz i analizu potrošnje energije ključni su za omogućavanje uvida korisnicima u povijesne obrasce potrošnje energije, predviđanje budućih potreba za energijom te donošenje informiranih odluka o učinkovitom korištenju energije radi optimizacije troškova. U skladu s tim, razvijena web-aplikacija pruža korisnicima mogućnost analize povijesnih i prediktivnih podataka o potrošnji toplinske energije u neboderskoj zgradi Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu.

Aplikacija uspješno implementira sve potrebne grafikone za prikaz potrošnje energije u 2022. godini, kao i predviđanja budućih potreba za energijom za narednih godinu dana. Aplikacija koristi podatke o toplinskoj energiji prikupljene s pet različitih kalorimetara, omogućujući korisnicima detaljnu analizu potrošnje energije za svaki kat zgrade zasebno, kao i za ukupnu potrošnju. Time se korisnicima olakšava donošenje informiranih odluka o energetske učinkovitosti zgrade. Kroz interaktivne grafove, korisnici mogu brzo i jednostavno identificirati trendove u potrošnji energije i potencijalno poduzeti mjere za optimizaciju potrošnje.

Predikcija potrošnje temelji se na usporedbi prognoze vremenskih uvjeta na željene dane s izmjerenim vremenskim uvjetima na dane u postojećem setu povijesnih potadataka. Također, u obzir se uzima je li u pitanju radni dan, vikend, praznik ili kolektivni odmor. S obzirom da se radi o predikciji potrošnje za 2023. godinu, umjesto prognoze korištena su mjerenja.

Osim grafičkog prikaza povijesnih i prediktivnih podataka, aplikacija nudi funkcionalnu stranicu za prijavu i registraciju korisnika, čime osigurava jednostavan pristup i korištenje aplikacije.

Ovaj rad pokazuje kako suvremene tehnologije mogu biti korištene za razvoj aplikacija koje pružaju značajnu vrijednost korisnicima kroz analizu i vizualizaciju podataka, čime se doprinosi povećanju energetske učinkovitosti i svjesnosti o potrošnji energije. Cilj aplikacije je pružiti korisnicima učinkovito sredstvo za praćenje i smanjenje potrošnje energije, što dugoročno može dovesti do značajnih ušteda i boljeg upravljanja resursima.

Literatura

- [1] *Tehnički leksikon (2007), mrežno izdanje*, Tehnički leksikon (2007). Poveznica: <https://tehnicki.lzmk.hr/clanak/kalorimetar>; pristupljeno 12. lipnja 2024.
- [2] Richard P., *SQLite Vodič za baze podataka za početnike: Učite s primjerima*, Guru99 (2024, veljača). Poveznica: <https://guru99.com/hr/sqlite-tutorial.html>; pristupljeno 12. lipnja 2024.
- [3] Richard P., *TOP 20 SQLite Pitanja i odgovori na intervju (2024.)*, Guru99 (2024, ožujak). Poveznica: <https://www.guru99.com/hr/sqlite-interview-questions.html>; pristupljeno 12. lipnja 2024.
- [4] *JavaScript HTML DOM*, W3Schools. Poveznica: https://www.w3schools.com/js/js_htmldom.asp; pristupljeno 12. lipnja 2024.
- [5] *Introduction*, Vue.js. Poveznica: <https://vuejs.org/guide/introduction.html>; pristupljeno 12. lipnja 2024.
- [6] Lenildo L., *Introduction to Vue.js 3*, DEV (2023, prosinac). Poveznica: <https://dev.to/lenildoluan/introduction-to-vuejs-22i6>; pristupljeno 12. lipnja 2024.
- [7] Open-Meteo. Poveznica: https://open-meteo.com/en/docs/historical-forecast-api#start_date=2022-01-01&end_date=2022-12-31&hourly=&daily=temperature_2m_max,temperature_2m_min&timezone=GMT; pristupljeno 12. lipnja 2024.

Sažetak

U radu je opisan razvoj web aplikacije za vizualizaciju i analizu potrošnje energije u zgradama. Aplikacija omogućuje korisnicima pregled povijesnih podataka o potrošnji energije putem grafičkih prikaza, kao i predviđanje budućih potreba za energijom temeljeno na analitičkim algoritmima. Korisničko sučelje aplikacije prilagođeno je jednostavnom odabiru vremenskih intervala i kata zgrade. Tehnologije korištene u razvoju uključuju HTML, CSS za stilizaciju, te JavaScript za dinamičnost sučelja, s podacima pohranjenim i upravljanim u SQLite bazi podataka.

Ključne riječi: Web aplikacija; vizualizacija podataka; potrošnja energije; analiza podataka; prediktivna analitika; interaktivni grafovi; energetska učinkovitost; pametne zgrade; gospodarenje energijom

Summary

This thesis describes the development of a web application for visualizing and analyzing energy consumption in buildings. The application allows users to view historical energy consumption data through graphical representations and predicts future energy needs based on analytical algorithms. The user interface of the application is tailored for easy selection of time intervals and building floors. Technologies used in development include HTML, CSS for styling, and JavaScript for interface dynamics, with data stored and managed in an SQLite database.

Keywords: Web application; data visualization; energy consumption; data analysis; predictive analytics; interactive graphs; energy efficiency; smart buildings; energy management