



APLIKACIJA ZA PRORAČUN ISPLATIVOSTI INVESTICIJE UGRADNJE SOLARNIH PANELA

APPLICATION FOR CALCULATING THE PROFITABILITY OF THE SOLAR PANELS INSTALLATION INVESTMENT

Andrej Karavida, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – PRIMENJENO SOFTVERSKO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je aplikacija koja korisnicima pruža mogućnost da provere isplativost investicije ugradnje solarnih panela na određenoj lokaciji. Sistem pruža detaljnu kalkulaciju u odnosu na prosečnu mesečnu potrošnju električne energije uzimajući u obzir broj sunčanih sati na datoj lokaciji i cenu električne energije. Pored toga, omogućava praćenje proizvodnje solarnih panela u vremenskom intervalu od sat vremena. Implementirane su i funkcionalnosti autentifikacije pomoću Amazonovog Cognito servisa, prikaza svih solarnih panela na interaktivnoj mapi, pristup grafikonima istorijskih podataka, kao i stanje otplate u realnom vremenu.

Ključne reči: Solarni paneli, kalkulacija, investicija, Amazon, interaktivna mapa, grafikoni

Abstract – This paper describes and presents an application that can help users to check the profitability of making a solar panels investment on the specific location. An application provides a detailed calculation taking into consideration the electrical energy consumption and the number of sunny hours on that location. Moreover, it provides an ability to track the production by the one hour timeframe. Features that are also implemented include authentication using Amazon Cognito service, display of all solar panels on the interactive map, access to the history data charts as well as investment replayment status in real time.

Keywords: Solar panels, calculation, investment, Amazon, interactive map, charts

1. UVOD

Energija je svuda oko nas. Sve što nas okružuje zasnovano je na korišćenju neke vrste energije koja je potrebna ne samo nama ljudima, već svim živim bićima. Mašine dobijaju energiju sagorevanjem goriva (nafte, uglja, gasa). Međutim, na planeti Zemlji je sve manje iskoristive energije. Moderni stil života podrazumeva sve veću upotrebu energije, a trenutno se većina energetske potreba čovečanstva namiruje upotrebom vrlo štetnih fosilnih goriva. Njihov uticaj na životnu sredinu gotovo uvek je

negativan, od direktnih ekoloških katastrofa poput izlivanja nafte, kiselih kiša i radioaktivnih zračenja, do indirektnih posledica poput globalnog zagrevanja. Ovi lako iskoristivi oblici energije, po svojim kapacitetima predstavljaju veoma ograničene resurse, pa stoga postaju sve skuplji i teže dostupni. Činjenica da ovakav izvor energije u velikoj meri negativno utiče na životnu sredinu, u vrlo skoroj budućnosti bićemo prinuđeni da goriva zamenimo sa čistim izvorima energije – obnovljivim izvorima energije.

2. SOLARNA ENERGIJA

Solarna energija spada u obnovljive izvore energije, pod čijim pojmom se podrazumevaju svi izvori koji su prirodni i neiscrpni. Oni se nalaze svuda u prirodi, obnavljaju se u celosti ili delimično. Tehnologije koje se koriste za iskorišćavanje sunčeve energije mogu se podeliti u aktivne i pasivne. U aktivne tehnologije se svrstavaju solarni paneli i solarni kolektori, dok za orijentaciju objekta prilikom gradnje kažemo da spada u pasivne tehnologije [2]. Najjednostavniji način za iskorišćenje solarne energije je sakupljanje toplotne energije u vidu tople vode ili toplog vazduha, za čega se koriste solarni kolektori.

Ključni problem kod upotrebe solarne energije za grejanje objekata jeste što je najmanje ima zimi, kada je najpotrebnija, i obrnuto, najviše je ima leti kada su potrebe za toplotnom energijom najmanji. Savremeni sistemi za akumulaciju toplotne energije mogu uspešno da premoste ovaj izazov. Napredniji način jeste proizvodnja električne energije, za čiji proces su potrebni solarni paneli. Kako su solarni paneli napredovali, tako je i solarna energija postala pristupačna i dostupna gotovo svima. Opređenjenje za ugradnju solarnih panela donosi sa sobom mnoge benefite: ne zagađuju životnu sredinu, proces je veoma tih, omogućavaju visoku efikasnost čak i pri manje povoljnim vremenskim uslovima. Iako su inicijalni troškovi ugradnje visoki, jednom kada se solarni paneli instaliraju oni obezbeđuju energiju koja će isplatiti troškove tokom godina korišćenja iste. S obzirom na trajnu tendenciju porasta cene klasičnih energenata, iskorišćenje ovog najefikasnijeg obnovljivog izvora energije postaje apsolutni imperativ. Sunce nam svakoga sata pošalje dovoljnu količinu energije koliko celokupno stanovništvo Zemlje potroši u jednoj godini. Investiciju u ovakav izvor energije ne mogu poremetiti bilo kakva situacija u zemlji ili svetu, pa ni globalna ekonomska ili politička kriza.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Aleksandar Bošković.

2.1. Potencijal Republike Srbije

Na većem delu teritorije Republike Srbije broj časova sunčevog zračenja znatno je veći nego u mnogim evropskim zemljama (između 1500 i 2000 časova godišnje). Prosečan intenzitet sunčevog zračenja na teritoriji Republike Srbije se kreće od 1.1 kWh/m² po danu na severu do 1.7 kWh/m² po danu na jugu – tokom januara, a od 5.9 – 6.6 kWh/m² po danu – tokom jula.

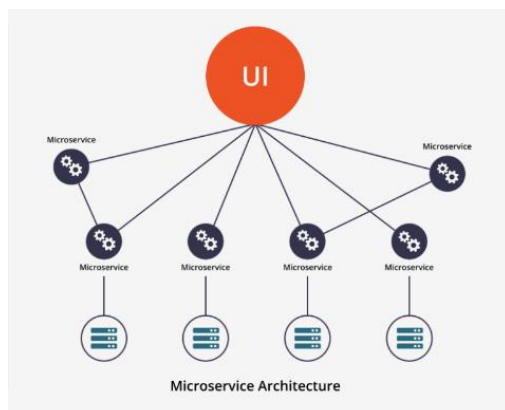
Tehnički iskoristiv energetski potencijal za konverziju energije Sunca u toplotnu energiju (za pripremu tople vode i druge namene) je procenjen na 0,194 miliona ten (tona ekvivalentne nafte) godišnje uz pretpostavku primene solarnih termalnih kolektora na 50% raspoloživih objekata u zemlji. Što se tiče proizvodnje električne energije, osnovno tehničko ograničenje, kao i u slučaju vetra, predstavlja mogućnost elektroenergetskog sistema da ovu energiju prihvati u letnjim mesecima, pošto je u pitanju varijabilna proizvodnja. Na osnovu trenutno raspoloživih kapaciteta elektroenergetskog sistema Republike Srbije za obezbeđenje tercijalne rezerve usvojeno je da je maksimalni tehnički iskoristiv kapacitet solarnih elektrana 450 MW [1].

Tehnički iskoristivi potencijal energije sunčevog zračenja za proizvodnju električne energije je promenljiva veličina koja će zavisiti od dinamike kojom se budu razvijale prenosna i distributivna mreža elektroenergetskog sistema Republike Srbije.

Izgradnja novih konvencionalnih elektroenergetskih kapaciteta (ugalj, prirodni gas, velike hidroelektrane), a posebno reverzibilnih hidroelektrana (RHE Bistrica i/ili Đerdap 3), značajno će povećati tehnički raspoloživ potencijal ovih intermitentnih izvora, zbog proširenja mogućnosti balansiranja snaga u sistemu [3]. Značajnu primenu solarnih elektrana dalo bi i zakonsko uređenje principa neto merenja za potrošnju električne energije za male potrošače

3.0 ARHITEKTURA SISTEMA

Softversko rešenje koje je tema ovog rada sastoji se od nekoliko servisa pisanih u različitim tehnologijama. Takav način dizajniranja predstavlja mikroservisnu arhitekturu.



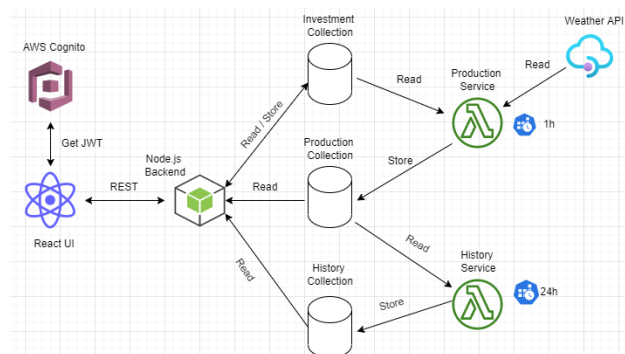
Slika 1 – Mikroservisna arhitektura

Mikroservisi omogućavaju da se aplikacija razdeli na mnoštvo manjih delova koji su mnogo lakši za razumevanje, održavanje i proširivanje, što sa sobom donosi mnogo drugih benefita kao što su slaba povezanost i visoka kohezija.

Slaba povezanost (eng. *loose coupling*) pruža mogućnost menjanja jednog servisa bez uticaja na drugi servis. Slabo povezani servisi ne znaju skoro ništa jedni o drugima iako ponekad neposredno saraduju.

Sa druge strane, cilj visoke kohezije (eng. *high cohesion*) jeste da se grupiše logika aplikacije u povezane celine. Svaka celina sadrži logiku koja je usko vezana za njen kontekst, dok je sve ostalo u nekoj drugoj celini.

Ove celine se pretvaraju u servise. Ključne osobine mikroservisne arhitekture jesu: jedna funkcionalnost, decentralizacija, isporuka automatizovanim procesima, samostalan razvoj kao i nezavisna isporuka.



Slika 2 - Arhitektura sistema

4.0 KORIŠĆENE TEHNOLOGIJE I JEZICI

Za pisanje gore navedenih servisa, korišćeni su različiti alati, tehnologije i jezici. U nastavku sledi njihov prikaz.

4.1 JavaScript

JavaScript je objektni skriptni jezik čija je osnovna svrha korišćenja vezana za poboljšanje dinamike određene stranice. Kada se koristi samo *HTML* kod, tada je funkcionalnost web aplikacija veoma ograničena jer je njegova uloga samo da oblikuje određene elemente stranice (tekst, tabele, linkovi, forma...).

Kada se njemu pridoda *JavaScript*, tada se može kreirati ponašanje istih elemenata. Kombinacijom *HTML*-a, *CSS*-a i *JavaScript*-a nastaje takozvani dinamički *HTML* (*DHTML*). Kada se kaže da je neki skriptni jezik objektni, to zapravo znači da je tip podatka bitan.

Na samom početku korišćen je isključivo za pisanje aplikacija koji su deo web stranica i koje se izvršavaju u internet pregledaču. Međutim, *JavaScript* se danas koristi i za pisanje aplikacija za mobilne telefone, automatizaciju i sl. Postoji izreka koja prognozira da će svaka aplikacija koja može da bude napisana u *JavaScript*-u jednog dana i biti napisana u *JavaScript*-u.

4.2 React

React je *JavaScript* biblioteka koja omogućava opisivanje željenog korisničkog interfejsa (eng. *user interface*) jednostavnim i ponovno upotrebljivim komponentama koje se lako održavaju i testiraju. Komponente kao svoje elemente mogu sadržavati druge komponente i tako zajedno čine *React* aplikaciju. Zbog toga se upravo za komponente kaže da čine gradivne jedinice *React* aplikacije. *React* ima kontrolu nad *DOM* (*Domain Object Model*) elementima tako što pravi *JS* objekat za svaki *HTML* element. Taj *JS* objekat predstavlja element ili komponentu, koji u sebi mogu da sadrže druge elemente. Na taj način *React* pravi svoj virtualni *DOM* koji se kasnije koristi za upoređivanje i ažuriranje *HTML DOM*-a koji pregledač (eng. *browser*) koristi za renderovanje stranice. Zbog toga što *React* elementi opisuju *HTML* elemente, najprirodniji način za definisanje elemenata je *JSX* sintaksa (*JavaScript XHTML*).

4.3 Node.js

JavaScript je tokom godina svog postojanja skupio sve veći broj programera koji ga biraju kao prvi jezik pri izradi aplikacija. Relativno je lak za savladavanje, elegantan je i funkcionalan. Upravo iz tog razloga, mladi američki programer Rajan Dal (eng. *Ryan Dahl*) je 2009. godine kreirao *Node.js* – radno okruženje koje koristi program *V8*, *JavaScript* interpretator otvorenog koda iz *Google Chrome*-a i povezuje ga sa ulazno-izlaznim mogućnostima operativnog sistema na kojem je instaliran. U godinama koje su došle, *Node.js* je postao izuzetno popularan, pre svega kao serverski jezik (mogućnost pisanja *backend* aplikacija preko *JavaScript* sintakse), ali i kao svojevrsan ekosistem za kreiranje najraznovrsnijih desktop aplikacija, biblioteka, modula i drugih softverskih dodataka.

4.4 MongoDB

MongoDB je dokumentno orijentisana, otvorenog koda, multiplatformska *NoSQL* baza podataka koja nudi odlične performanse, veliko skladište podataka, sofisticirani jezik upita i automatsko skladištenje. Za čuvanje podataka koristi format sličan *JSON*-u. Spada u jednu od najpopularnijih baza podataka koja je pritom i besplatna. *MongoDB* dobio je ime od reči *humongous*, što znači veliko, enormno jer je cilj bila obrada velike količine podataka. *MongoDB* pruža velike mogućnosti za replikaciju podataka. Bezbednost je takođe na visokom nivou, a jedan od razloga leži u činjenici da *MongoDB* nije podložna *SQL* injektovanju (eng. *SQL injection*). Razlog je činjenica da se dokumenti skladište kao objekti, bez upotrebe *SQL* stringova.

4.5 AWS Cognito

Amazon Cognito je servis koji nudi usluge autentifikacije i autorizacije korisnika za *web* i mobilne aplikacije. Korisnici se prijavljuju direktno koristeći korisničko ime i lozinku, ili putem trećeg lica (*Facebook*, *Google*, *Apple*...). Dve glavne komponente su *User Pools* i *Identity Pools*. *User Pools* nude mogućnost registracije i prijave na aplikacije, dok *Identity pools* nude mogućnost

dobijanja pristupa ostalim *AWS* servisima. Mogu se koristiti nezavisno, pojedinačno ili u kombinaciji.

5.0 DIZAN SISTEMA I FUNKCIONALNOST

Aplikacija za proračun isplativosti investicije ugradnje solarnih panela razlikuje tri tipa korisnika: gost, prijavljen korisnik i administrator sistema. Shodno tome, interfejs je podeljen u tri grupe, svaka namenjena jednom tipu korisnika. Na centralnom delu početne stranice nalazi se polje za unos grada za koji korisnik želi da izračuna solarni potencijal.

Aplikacija trenutno podržava samo gradove koji se nalaze u Republici Srbiji, dok će za nepostojeće gradove sistem izbaciti grešku sa odgovarajućom porukom. Stranica na koju će korisnik biti automatski prebačen predstavlja možda i najvažniju funkcionalnost sistema. Na njoj je prikazan celokupan proračun isplativosti ugradnje solarnih panela na unetoj lokaciji.

Korisnik može dodatno da prilagodi kalkulaciju i time dobije još preciznije rezultate. To radi tako što unosi prosečnu mesečnu potrošnju električne energije u kilovatčasovima. Za unetu potrošnju, sistem će proračunati i ispisati vrednost mesečnog računa za električnu energiju, po zvaničnom cenovniku Elektrodistribucije Srbije.

Osim toga, korisniku se pruža mogućnost da izabere tip solarnog panela od kojih želi da se investicija sastoji. Svaki solarni panel ima svoju snagu izraženu u vatima (*W*), kao i cenu izraženu u američkim dolarima (*\$*). Takođe, korisnik može modifikovati i broj sunčanih sati za grad za koji je investicija predviđena.

Gradovi u Republici Srbiji u proseku imaju oko 5 sunčanih sati dnevno (broj je znatno viši tokom letnjih meseci, odnosno znatno niži u zimskom periodu). Kada je i poslednji parametar unet, sistem će napraviti proračun tako da snaga investicije zadovolji mesečne potrebe korisnika. Biće izračunata snaga investicije, kao i broj panela koji je potrebno ugraditi. Na samom kraju, aplikacija ispisuje koliko bi uštedu korisnik ostvario ukoliko bi se odlučio da napravi ovakvu investiciju. Sistem će takođe pokazati koliko bi korisnik kao pojedinac doprineo očuvanju životne sredine.

Korisnik u svakom trenutku može da izvrši pregled svih napravljenih investicija. Za svaku investiciju prikazani su njeni detalji, istorija proizvodnje kao i upravo pomenuti uticaj na životnu sredinu. Što se detalja tiče, pored datuma kada je investicija napravljena i koliko je novca za nju izdvojeno, posvećena je pažnja i prikazu trenutne proizvodnje, kao i tome koliko je do sada investicija otplaćena, odnosno koliko novca je generisala. Kalendar daje korisniku mogućnost da odabere dane za koje želi da pogleda kako je tekla proizvodnja. To može da uradi odabirom početnog i krajnjeg datuma ili putem neke od predefinisanih prečica kao su: jučerašnji dan, trenutna nedelja, prošla nedelja, prošli mesec itd.

Grafik sa prikazom izabranog perioda će se pojaviti u modalnom dijalogu. Na samom grafiku, pored naslova koji pokazuje vremenski period za koji vrednosti odgovaraju, prokazane su minimalne, maksimalne i prosečne vrednosti proizvodnje (u kWh). Grafik ima

dodatne opcije kao što su pomeranje skale, zumiranje prikaza i sl.

Kako trenutno ulogovanog korisnika, tako i investicije svih ostalih korisnika u sistemu vidljive su na posebnoj stranici poređane na mapi Srbije. Svaka investicija prikazana je slikom solarnog panela, na čiji klik se pojavljuje tultip (eng. *tooltip*) koji sadrži ime korisnika, grad u kome je izgrađena, snagu, trenutnu proizvodnju i cenu. Na taj način korisnik može da vidi odnos između drugih korisnika, a svi *tooltip*-ovi su prikazani i na desnoj stranici u listi, obojeni zelenom bojom ukoliko pripadaju trenutno ulogovanom korisniku.

Da bi neregistrovan korisnik postao član, mora da prođe kroz registraciju na sistem. Korisnik popunjava obavezna polja (ime, prezime, *email* adresu i lozinku), a zatim šalje zahtev za registraciju. Kako bi se sprečile zloupotrebe, sistem će po prijemu zahteva za registraciju korisniku poslati *email* sa kodom za verifikaciju. Korisnik pristigli kod unosi u predviđeno polje i time je uspešno završio registraciju na sistem.

Nakon registracije, korisnik je u mogućnosti da se prijavi na sistem. To čini tako što u predviđenja polja unosi svoju *email* adresu sa kojom je izvršio registraciju, kao i lozinku. Sistem će unete podatke proslediti Amazonovom *Cognito* servisu koji će ih validirati. Ukoliko je kombinacija ispravna, korisnik će biti prijavljen i moći će da izvršava sve radnje namenjene prijavljenim korisnicima.

Administratori sistema imaju nešto više mogućnosti od prijavljenih korisnika. Oni su u mogućnosti da dodaju nove solarne panele koje korisnici mogu da biraju prilikom pravljenja investicije. Svi paneli dodati od strane administratora čuvaju se u posebnoj kolekciji u *MongoDB* klasteru (eng. *cluster*). Osim dodavanja solarnih panela, administratori mogu da vide i sve investicije koje su kreirane na platformi.

3. ZAKLJUČAK

Iz svega navedenog, lako je zaključiti da su obnovljivi izvori energije jedini pravi put koji treba slediti u budućnosti kada je vrsta energije u pitanju.

Pojavom solarnih panela pružila se mogućnost običnom čoveku da ne bude samo nemi posmatrač, već da pruži svoj doprinos kako očuvanju životne sredine, tako i podizanju svesti o važnosti ovog pitanja, ako uštedu za trenutak ostavimo po strani.

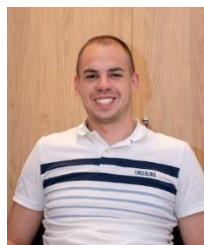
Nažalost, ekonomska situacija u našoj zemlji trenutno ne ide u prilog razvoju i investiranju u obnovljive izvore energije, što će se svakako u budućnosti odraziti povećanim uvozom energenata i sve većim zaduživanjem. Zbog ovog, a i mnogih drugih razloga, treba razmišljati o energiji dobijenoj iz obnovljivih, ekološki prihvatljivih izvora, koji ne uzrokuju ekološke probleme kao što su globalno zagrevanje, zagađenje vode, vazduha, odnosno životne sredine.

Ova aplikacija je doprinos ljudima da lakše uvide potencijal solarne energije i naprave svoj izbor. Prostora za unapređenja je mnogo, počevši od podrške van granica naše zemlje pa sve do unapređenja kalkulacije uzimajući u obzir realne faktore poput orijentacije i površine krova na kojem se instalacija vrši. Aplikacija trenutno ne uzima u obzir realna poskupljenja na tržištu električne energije, kao ni dodatne troškove instalacija.

4. LITERATURA

- [1] Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine, studija NPEE, Beograd 2004
- [2] International Renewable Energy Agency, “*Renewable Power Generation Costs in 2017*”, Abu Dhabi, 2018.
- [3] Nacionalni akcioni plan za korišćenje električne energije, „*Službeni glasnik RS br. 53/2013*“, Beograd, 2013

Kratka biografija:



Andrej Karavida rođen je 1997. godine u Zrenjaninu. 2016. godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Primijenjeno softversko inženjerstvo. Diplomski rad pod nazivom Migracija monolitnog sistema na distribuiranu mikroservisnu arhitekturu odbranio je 2020. godine, kada je i upisao master akademske studije. Tečno govori i piše na engleskom jeziku, poseduje B2 Cambridge sertifikat.

Kontakt: andrejkaravida@gmail.com