

Automatizacija matematičkog modela u procjeni vjerojatnosti ishoda nogometnih utakmica primjenom Poissonovog modela

Ištvanović, Antonio

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, School of Applied Mathematics and Informatics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet primijenjene matematike i informatike

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:126:543994>

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

*Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-13***



Repository / Repozitorij:

[Repository of School of Applied Mathematics and Informatics](#)





SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET PRIMIJENJENE MATEMATIKE I INFORMATIKE

Sveučilišni prijediplomski studij Matematika i računarstvo

Automatizacija matematičkog modela u procjeni vjerojatnosti ishoda nogometnih utakmica primjenom Poissonovog modela

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

**izv. prof. dr. sc.
Danijel Grahovac**

Student:

Antonio Ištvanović

Osijek, 2024

Sadržaj

1 Uvod	1
2 Osnovne definicije i Poissonova distribucija	3
2.1 Diskretna slučajna varijabla	3
2.2 Distribucija diskretne slučajne varijable	3
2.3 Grafički prikaz distribucije	4
2.4 Očekivanje i varijanca	5
2.5 Poissonova distribucija i njezina svojstva	6
2.6 Osnovni Poissonov model	8
3 Implementacija web aplikacije u Svelte frameworku	11
3.1 Dohvaćanje podataka	11
3.2 Obrada podataka i računanje	15
3.2.1 Funkcija za predviđanje ishoda utakmice	16
3.2.2 Funkcija za računanje prosječnog broja golova po momčadi	16
3.3 Dohvaćanje podataka na klijentu	17
3.4 Prikaz podataka na klijentu	19
3.5 Prikaz isplativih oklada	19
3.6 Arhitektura aplikacije	22
Literatura	25
Sažetak	27
Summary	29
Životopis	31

1 | Uvod

Kažemo da je nogomet najvažnija sporedna stvar na svijetu, jedan je od najpopularnijih sportova današnjice i neprestano privlači milijune gledatelja. Ljepota ovog sporta je u dinamičnosti i nepredvidivosti, što ga čini privlačnim ne samo kao igru nego i kao predmet izučavanja i predviđanja. Nogometne utakmice, od malih lokalnih dvoboja do raznih prvenstava poput Svjetskog ili Europskog nogometnog prvenstva, okupljaju ljubitelje ovog sporta svih generacija i društvenih slojeva. Primjerice, 2018. godine, kada je Hrvatska osvojila drugo mjesto na Svjetskom prvenstvu u Rusiji, euforija je zahvatila čitavu zemlju, a finalnu utakmicu između Hrvatske i Francuske pratilo je više od milijardu gledatelja diljem svijeta.

Upravo ta nepredvidivost i faktor iznenađenja čini nogomet zanimljivim ne samo za gledanje, već i za klađenje. Predviđanje ishoda nogometnih utakmica postalo je popularna aktivnost, posebno s rastom online kladionica i dostupnošću podataka. No, dok mnogi ljubitelji sporta pristupaju klađenju intuitivno, postoje sofisticirani matematički modeli koji omogućuju precizniju analizu i predviđanje rezultata od ljudske intuicije.

Jedan takav model temelji se na Poissonovoj distribuciji, koja ima svoje korijene u radu francuskog matematičara Siméona Denisa Poissona iz 19. stoljeća. Ovaj statistički model, izvorno razvijen za analizu rijetkih događaja, kao što su nezgode ili greške u proizvodnim procesima, danas se široko koristi u sportskoj analitici za predviđanje broja golova u nogometnim utakmicama. Poissonova distribucija omogućuje procjenu vjerojatnosti da će se određeni broj golova postići tijekom utakmice, uzimajući u obzir povjesne podatke i mogućnosti određene momčadi.

U ovom radu, istražit ćemo primjenu Poissonovog modela za predviđanje ishoda nogometnih utakmica. U prvom dijelu, fokusirat ćemo se na teorijske osnove, definiciju Poissonove distribucije i njezinu primjenu u nogometu. U drugom dijelu, opisat ćemo razvoj web aplikacije koja koristi ovaj model za analizu ponuda sportskih kladionica. Aplikacija je razvijena u Svelte frameworku, dok su podaci pohranjeni i obrađeni pomoću Firebase platforme. Ova tehnička implementacija omogućuje automatizaciju procesa prikupljanja i analize podataka, što rezultira točnijim predviđanjima i potencijalno većim uspjesima u klađenju.

2 | Osnovne definicije i Poissonova distribucija

Događanja u sportu kao što su postignuti golovi u nogometnim utakmicama, mogu se smatrati slučajnim događanjima. Nogometna utakmica traje regularno 90 minuta, ono što možemo uočiti je da tada golove možemo rasporediti nasumično na vremenskom intervalu od 90 minuta jer bismo time obuhvatili cijeli regularni dio utakmice. Niz koji smo stvorili nasumičnim raspoređivanjem golova možemo gledati kao proces prebrojavanja nasumičnih događaja. Za modeliranje takvih podataka, gdje brojimo događaje unutar nekog vremenskog intervala može nam pomoći Poissonova distribucija. Dakle, ako se očekuje da će se nešto dogoditi 10 puta, mi uz pomoć Poissonove distribucije možemo izračunati vjerojatnost za svako moguće pojavljivanje tog događaja, a u našem slučaju gola. U ovom poglavlju pojasnit ćemo slučajnu vrijablu, pojmove očekivanja i varijance kao i Poissonove distribucije i njezina svojstva.

2.1 Diskretna slučajna varijabla

Diskretan vjerojatnosni prostor karakteriziran je činjenicom da skup elementarnih događaja Ω ima konačno ili prebrojivo mnogo elemenata. U takvom prostoru, svaka funkcija $X : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ naziva se *diskretna slučajna varijabla*.

Definicija 1. (vidjeti [1, Definicija 2.1]) *Neka je dan diskretan vjerojatnosni prostor $(\Omega, \mathcal{P}(\Omega), P)$. Svaka funkcija $X : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ naziva se diskretna slučajna varijabla.*

Primjer koji ilustrira ovaj koncept je ispit koji se sastoji od 10 pitanja višestrukog izbora. U ovom slučaju, kandidat je prvenstveno zainteresiran za broj točnih odgovora, a ne za redoslijed točnih odgovora. Dakle, relevantan skup mogućih ishoda možemo definirati kao $\{0, 1, 2, \dots, 10\}$.

2.2 Distribucija diskrette slučajne varijable

Distribucija diskrette slučajne varijable definira se pomoću skupa mogućih vrijednosti koje varijabla može poprimiti i pripadnih vjerojatnosti. Skup svih vrijednosti koje slučajna varijabla X može primiti označavamo s $R(X) = \{x_i : i \in I\}$, dok pripadne vjerojatnosti označavamo nizom $(p_i, i \in I)$ gdje vrijedi $p_i = P(X = x_i)$.

Primjer 1. (vidjeti [1, Primjer 2.3]) Kao primjer razmotrimo situaciju na skladištu koje sadrži četiri istovrsna proizvoda. Vjerojatnost prodaje jednog proizvoda u jednom danu iznosi $\frac{1}{2}$. Broj prodanih proizvoda u jednom danu tada možemo modelirati kao slučajnu varijablu X , koja može poprimiti vrijednosti od 0 do 4. Tablica distribucije za ovu varijablu je sljedeća:

$$X \sim \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \frac{1}{16} & \frac{1}{4} & \frac{3}{8} & \frac{1}{4} & \frac{1}{16} \end{pmatrix}$$

Općenito, za diskretnu slučajnu varijablu možemo definirati dva bitna skupa brojeva: skup svih vrijednosti $R(X)$ koje slučajna varijabla X može primiti i niz pri-padnih vjerojatnosti $(p_i, i \in I)$ za koji vrijedi $\sum_{i=1}^{\infty} p_i = 1$.

Primjer 2. (vidjeti [1, Primjer 2.4])

Primjer diskretne slučajne varijable je zbroj brojeva koji se pojave prilikom bacanja dviju pravilnih kockica. Distribucija ove slučajne varijable može se prikazati tablicom distribu-cije:

$$X \sim \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 \\ \frac{1}{36} & \frac{2}{36} & \frac{3}{36} & \frac{4}{36} & \frac{5}{36} & \frac{6}{36} & \frac{5}{36} & \frac{4}{36} & \frac{3}{36} & \frac{2}{36} & \frac{1}{36} \end{pmatrix}$$

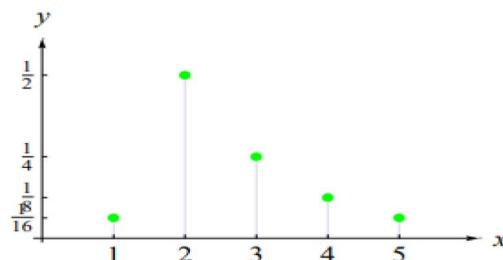
Ako nas zanima vjerojatnost događaja da je zbroj brojeva na kockicama manji od 6, koris-timo tablicu distribucije:

$$P(X < 6) = \frac{1}{36} + \frac{2}{36} + \frac{3}{36} + \frac{4}{36} = \frac{5}{18}$$

2.3 Grafički prikaz distribucije

Distribuciju diskretne slučajne varijable možemo grafički prikazati pomoću grafa funkcije koja svakom elementu $x_i \in R(X)$ pridružuje pripadnu vjerojatnost p_i . Također, možemo koristiti stupčasti dijagram, gdje svaki stupac predstavlja vjero-jatnost pripadnu određenoj vrijednosti x_i .

Na taj način, distribucija slučajne varijable postaje jasnija i preglednija za interpre-taciju, omogućava bolje razumijevanje svojstava promatranog slučajnog pokusa.



Slika 2.1: Graf distribucije diskretne slučajne varijable iz primjera 1
(vidjeti [1, Slika 2.2])

2.4 Očekivanje i varijanca

Očekivanje i varijanca osnovne su numeričke karakteristike slučajne varijable, a pružaju važne informacije o njenom ponašanju. Očekivanje (ili matematičko očekivanje) predstavlja prosječnu vrijednost koju slučajna varijabla poprima u velikom broju ponavljanja eksperimenta, dok varijanca mjeri raspršenost vrijednosti slučajne varijable oko njenog očekivanja.

Očekivanje

Definicija 2. (vidjeti [1, Definicija 2.12]) Neka je $(\Omega, \mathcal{P}(\Omega), P)$ diskretan vjerojatnosni prostor i X slučajna varijabla na njemu. Ako red

$$\sum_{\omega \in \Omega} |X(\omega)| P(\{\omega\})$$

apsolutno konvergira, kažemo da X ima matematičko očekivanje, koje je definirano kao:

$$\mathbb{E}[X] = \sum_{\omega \in \Omega} X(\omega) P(\{\omega\}).$$

Ova definicija često se koristi u teoriji, dok se u praksi očekivanje računa poomoću distribucije diskretnе slučajne varijable:

$$\mathbb{E}[X] = \sum_{i \in \mathbb{N}} x_i p_i,$$

gdje x_i predstavlja moguće vrijednosti varijable X , a p_i pripadajuće vjerojatnosti. Očekivanje ima nekoliko korisnih svojstava, među kojima su:

- **Linearost:** Za slučajne varijable X i Y i konstante a i b vrijedi:

$$\mathbb{E}[aX + bY] = a\mathbb{E}[X] + b\mathbb{E}[Y].$$

- **Monotonost:** Ako za sve $\omega \in \Omega$ vrijedi $X(\omega) \leq Y(\omega)$, tada je $\mathbb{E}[X] \leq \mathbb{E}[Y]$.
- **Pozitivnost:** Ako je $X(\omega) \geq 0$ za sve $\omega \in \Omega$, tada je $\mathbb{E}[X] \geq 0$.

Varijanca

Varijanca mjeri koliko su vrijednosti slučajne varijable raspršene oko njenog očekivanja.

Definicija 3. (vidjeti [1, Definicija 2.13]) Neka je X slučajna varijabla s očekivanjem $\mathbb{E}[X]$. Varijanca od X je definirana kao:

$$\text{Var}(X) = \mathbb{E}[(X - \mathbb{E}[X])^2].$$

Varijanca se također može izraziti pomoću očekivanja od X i X^2 :

$$\text{Var}(X) = \mathbb{E}[X^2] - (\mathbb{E}[X])^2.$$

Standardna devijacija, koja se označava sa σ_X , kvadratni je korjen iz varijance:

$$\sigma_X = \sqrt{\text{Var}(X)}.$$

Varijanca daje ključnu informaciju o disperziji podataka; što je varijanca veća, veća je i raspršenost vrijednosti varijable oko njenog očekivanja. Zajedno s očekivanjem, predstavlja ključne parametre za razumjevanje distribucije slučajnih varijabli i njihove primjene u statistici i vjerojatnosti.

2.5 Poissonova distribucija i njezina svojstva

Poissonovom distribucijom modeliramo slučajnu varijablu koja broji uspjehe u nekom intervalu vremena, površine, mase i slično. Poissonova distribucija može biti prikladna kada vrijedi sljedeće:

1. **Homogenost vjerojatnosti pojavljivanja uspjeha:** Vjerojatnost pojavljivanja uspjeha ne ovisi o tome u kojem će se jediničnom intervalu dogoditi u kontekstu modeliranja broja golova na nogometnoj utakmici. To znači da svaki napad na gol tijekom utakmice ima istu vjerojatnost rezultirati golom, bez obzira na to u kojem se trenutku utakmice napad dogodio.
2. **Neovisnost broja uspjeha u različitim intervalima:** Broj uspjeha u jednom intervalu neovisan je o broju uspjeha u bilo kojem drugom intervalu. U kontekstu nogometne utakmice, to znači da broj golova postignutih u jednom dijelu utakmice ne utječe na broj golova postignutih u drugom dijelu utakmice.
3. **Jednaka očekivana vrijednost uspjeha:** Očekivani broj uspjeha isti je za sve jedinične intervale koje odaberemo i dan je pozitivnim realnim brojem λ . U kontekstu nogometne utakmice, λ predstavlja očekivani broj golova po utakmici, i ovaj parametar ostaje konstantan kroz cijelu utakmicu.

Primjenom prethodno navedenih uvjeta na nogometnu utakmicu, možemo zaključiti da nogometna utakmica u pravilu ima prethodne karakteristike Poissonove distribucije.

Definicija 4. Poissonova distribucija (vidjeti [1, Definicija 2.5]). *Slučajna varijabla X ima Poissonovu distribuciju s parametrom $\lambda > 0$ ako prima vrijednosti iz skupa $\{0, 1, 2, \dots\}$ s vjerojatnostima*

$$p_i = P\{X = i\} = \frac{e^{-\lambda} \lambda^i}{i!}.$$

Tada pišemo $X \sim P(\lambda)$.

Na Slici 2.2 prikazana je Poissonova distribucija za različite vrijednosti parametra λ .

Provjerimo je li na taj način dobro definirana distribucija, tj. je li $\sum_{i=0}^{\infty} p_i = 1$. Vrijedi:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^i}{i!} = e^{-\lambda} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\lambda^i}{i!} = e^{-\lambda} e^{\lambda} = 1.$$

Jedinstveno svojstvo Poissonove distribucije je da su očekivanje i varijanca jednaki λ .

Očekivanje možemo izračunati kao:

$$E[X] = \sum_{k=0}^{\infty} k \cdot P(X = k) = \sum_{k=0}^{\infty} k \cdot \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}.$$

Koristeći $k^2 = k(k - 1) + k$, dobivamo:

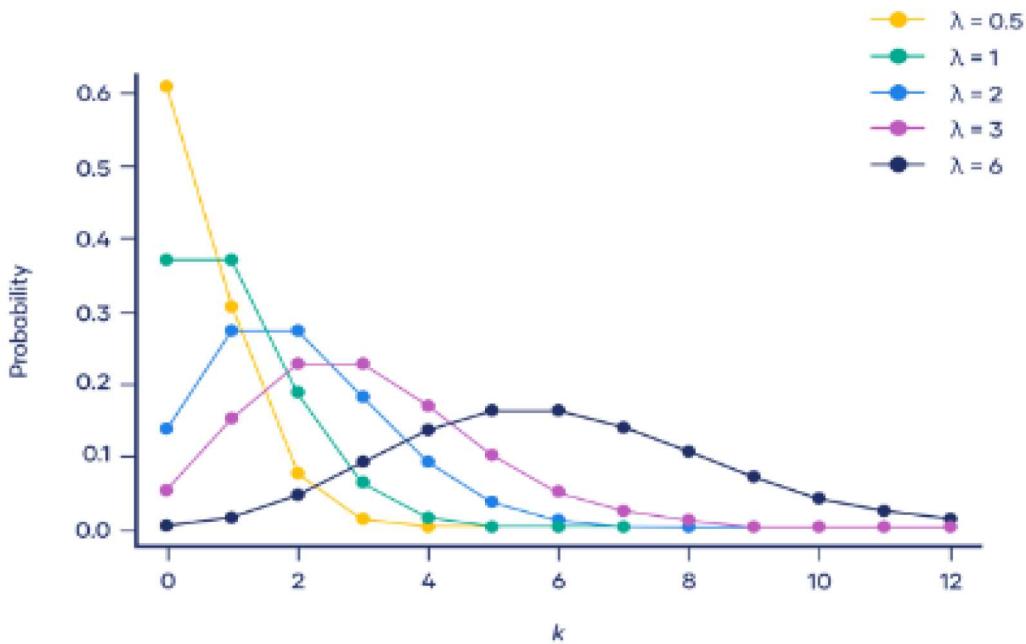
$$E[X^2] = e^{-\lambda} \left(\lambda + \sum_{k=2}^{\infty} \frac{(k-1)k\lambda^k}{k!} + \sum_{k=2}^{\infty} \frac{k\lambda^k}{k!} \right).$$

Prepravljajući izraze, dobivamo:

$$E[X^2] = e^{-\lambda} \left(\lambda e^{\lambda} + \lambda^2 e^{\lambda} \right) = \lambda + \lambda^2.$$

Sada možemo izračunati varijancu:

$$\text{Var}(X) = E[X^2] - (E[X])^2 = (\lambda + \lambda^2) - \lambda^2 = \lambda.$$



Slika 2.2: Poissonova distribucija za različite vrijednosti parametra λ (vidjeti [6])

2.6 Osnovni Poissonov model

Nakon što smo definirali Poissonovu distribuciju, možemo prijeći na izgradnju modela koji će predviđati ishode utakmica pomoću podataka koje nam daju kladionice i povijesnih podataka o odigranim dvobojsima.

Model za predviđanje vjerojatnosti rezultata, odnosno ishoda utakmice koristi tri varijable (vidjeti [2]):

- λ_{home} : prosječan broj golova domaćina,
- λ_{away} : prosječan broj golova gostujuće ekipe,
- k_{\max} : maksimalan broj golova koji je fiksno postavljen na 10.

Povijesni podaci smatraju se mjerom napadačke i obrambene snage ekipa. Neka je:

1. Napadačka snaga domaćina:

$$\text{AS}_{\text{home}} = \frac{\text{Ukupan broj golova domaćina u sezoni}}{\text{Ukupan broj utakmica domaćina}}$$

2. Napadačka snaga gostiju:

$$\text{AS}_{\text{away}} = \frac{\text{Ukupan broj golova gostiju u sezoni}}{\text{Ukupan broj utakmica gostiju}}$$

3. Obrambena snaga domaćina:

$$DS_{\text{home}} = \frac{\text{Ukupan broj primljenih golova od strane domaćina}}{\text{Ukupan broj utakmica domaćina}}$$

4. Obrambena snaga gostiju:

$$DS_{\text{away}} = \frac{\text{Ukupan broj primljenih golova od strane gostiju}}{\text{Ukupan broj utakmica gostiju}}$$

Vjerovatnost da domaćin postigne k golova može se modelirati kao Poissonova distribucija s parametrom λ_{home} , gdje je:

$$\lambda_{\text{home}} = AS_{\text{home}} \times DS_{\text{away}}$$

Slično, vjerovatnost da gostujuća ekipa postigne k golova može se modelirati kao Poissonova distribucija s parametrom λ_{away} , gdje je:

$$\lambda_{\text{away}} = AS_{\text{away}} \times DS_{\text{home}}$$

Kako bi se ograničio broj golova u modelu, prepostavlja se da se broj golova kreće između 0 i $k_{\max} = 10$. Dakle, konačni model za vjerovatnost rezultata utakmice definira se kao:

$$P(\text{rezultat} = (k_{\text{home}}, k_{\text{away}})) = P(\text{domaćin postiže } k_{\text{home}} \text{ golova}) \\ \times P(\text{gost postiže } k_{\text{away}} \text{ golova})$$

gdje $k_{\text{home}}, k_{\text{away}} \in \{0, 1, 2, \dots, 10\}$.

3 | Implementacija web aplikacije u Svelte frameworku

U ovom poglavlju opisat ćemo tehničku implementaciju web aplikacije koja koristi Poissonov model za analizu ponuda sportskih kladionica. Aplikacija je razvijena u Svelte frameworku, dok su podaci pohranjeni i obrađeni pomoću Firebase platforme. Projekt je podijeljen na dva glavna dijela, klijent i Firebase funkcije koje imaju ulogu servera. Podatke prikupljamo pomoću API-ja koji pruža podatke uživo o nogometnim utakmicama, dok povijesne podatke analiziramo iz CSV datoteke koja sadrži podatke o odigranim utakmicama. CSV datoteku povlačimo iz Firebase Storage-a.

3.1 Dohvaćanje podataka

Svi su korišteni podaci javno dostupni na internetskim stranicama koje se bave podacima o nogometnim utakamicama (API za utakmice i kvote, CSV datoteka o povijesnim podacima utakmica). Podaci o utakmicama dnevno se povlače s API-ja, zapisani su u listi JSON objekata, a povijesni podaci u CSV datoteci. Baza podataka za povijesne podatke učitava se tako što iz Firebase Storage povlačimo CSV, a onda pomoću CSV parsera tu datoteku čitamo.

```
1 import * as functions from 'firebase-functions';
2 import axios from 'axios';
3 import * as dotenv from 'dotenv';
4 import * as cors from 'cors';
5
6 dotenv.config();
7
8 const API_KEY = process.env.API_KEY;
9
10 const corsHandler = cors({ origin: true });
11
12 export const getOdds = functions.https.onRequest((req, res) => {
13   corsHandler(req, res, async () => {
14     const { sport } = req.query;
15     if (!sport) {
16       res.status(400).send('Missing sport parameter');
17       return;
18     }
19   })
20 })
```

```
20  try {
21      const response = await axios.get('https://api.the-odds-api.
22      com/v4/sports/${sport}/odds', {
23          params: {
24              regions: 'eu',
25              oddsFormat: 'decimal',
26              apiKey: API_KEY
27          }
28      });
29
30      let oddsData = response.data;
31
32      // demo utakmica za Bundesliga
33      const demoMatch = {
34          id: 'demo-match-1',
35          sport_key: 'soccer_germany_bundesliga',
36          commence_time: '2023-01-01T12:00:00Z',
37          home_team: 'Bayern Munchen',
38          away_team: 'Borussia Dortmund',
39          bookmakers: [
40              {
41                  key: 'demo_bookmaker',
42                  title: 'Demo Bookmaker',
43                  markets: [
44                      {
45                          key: 'h2h',
46                          outcomes: [
47                              { name: 'Bayern Munchen', price: 1.73 },
48                              { name: 'Draw', price: 3.10 },
49                              { name: 'Borussia Dortmund', price: 5.50 }
50                          ]
51                      }
52                  ]
53              }
54          ];
55
56          const demoMatch2 = {
57              id: 'demo-match-2',
58              sport_key: 'soccer_germany_bundesliga1',
59              commence_time: '2024-08-09T20:00:00Z',
60              home_team: 'FC Schalke 04',
61              away_team: 'Hamburger SV',
62              bookmakers: [
63                  {
64                      key: 'demo_bookmaker',
65                      title: 'Demo Bookmaker',
66                      markets: [
67                          {
68                              key: 'h2h',
69                              outcomes: [
70                                  { name: 'FC Schalke 04', price: 3.0 },
71                                  { name: 'Draw', price: 2.4 },
72                                  { name: 'Hamburger SV', price: 3.0 }
73                              ]
74                      }
75                  }
76              ];
77
78          const demoMatch3 = {
79              id: 'demo-match-3',
80              sport_key: 'soccer_germany_bundesliga2',
81              commence_time: '2025-05-15T18:00:00Z',
82              home_team: 'Bayer Leverkusen',
83              away_team: 'VfL Wolfsburg',
84              bookmakers: [
85                  {
86                      key: 'demo_bookmaker',
87                      title: 'Demo Bookmaker',
88                      markets: [
89                          {
90                              key: 'h2h',
91                              outcomes: [
92                                  { name: 'Bayer Leverkusen', price: 1.50 },
93                                  { name: 'Draw', price: 3.20 },
94                                  { name: 'VfL Wolfsburg', price: 4.50 }
95                              ]
96                      }
97                  }
98              ];
99
100         const demoMatch4 = {
101             id: 'demo-match-4',
102             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga3',
103             commence_time: '2026-02-26T20:00:00Z',
104             home_team: 'RB Leipzig',
105             away_team: 'FC Bayern Munchen',
106             bookmakers: [
107                 {
108                     key: 'demo_bookmaker',
109                     title: 'Demo Bookmaker',
110                     markets: [
111                         {
112                             key: 'h2h',
113                             outcomes: [
114                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.30 },
115                                 { name: 'Draw', price: 3.50 },
116                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.00 }
117                             ]
118                         }
119                     ]
120                 }
121             ];
122
123         const demoMatch5 = {
124             id: 'demo-match-5',
125             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga4',
126             commence_time: '2027-08-12T18:00:00Z',
127             home_team: 'Eintracht Frankfurt',
128             away_team: 'Borussia Monchengladbach',
129             bookmakers: [
130                 {
131                     key: 'demo_bookmaker',
132                     title: 'Demo Bookmaker',
133                     markets: [
134                         {
135                             key: 'h2h',
136                             outcomes: [
137                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 1.40 },
138                                 { name: 'Draw', price: 3.30 },
139                                 { name: 'Borussia Monchengladbach', price: 4.20 }
140                             ]
141                         }
142                     ]
143                 }
144             ];
145
146         const demoMatch6 = {
147             id: 'demo-match-6',
148             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga5',
149             commence_time: '2028-03-18T20:00:00Z',
150             home_team: 'VfB Stuttgart',
151             away_team: 'SC Freiburg',
152             bookmakers: [
153                 {
154                     key: 'demo_bookmaker',
155                     title: 'Demo Bookmaker',
156                     markets: [
157                         {
158                             key: 'h2h',
159                             outcomes: [
160                                 { name: 'VfB Stuttgart', price: 1.60 },
161                                 { name: 'Draw', price: 3.00 },
162                                 { name: 'SC Freiburg', price: 4.80 }
163                             ]
164                         }
165                     ]
166                 }
167             ];
168
169         const demoMatch7 = {
170             id: 'demo-match-7',
171             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga6',
172             commence_time: '2029-09-29T18:00:00Z',
173             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
174             away_team: 'FC Bayern Munchen',
175             bookmakers: [
176                 {
177                     key: 'demo_bookmaker',
178                     title: 'Demo Bookmaker',
179                     markets: [
180                         {
181                             key: 'h2h',
182                             outcomes: [
183                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.20 },
184                                 { name: 'Draw', price: 3.70 },
185                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.60 }
186                             ]
187                         }
188                     ]
189                 }
190             ];
191
192         const demoMatch8 = {
193             id: 'demo-match-8',
194             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga7',
195             commence_time: '2030-05-10T20:00:00Z',
196             home_team: 'VfL Wolfsburg',
197             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
198             bookmakers: [
199                 {
200                     key: 'demo_bookmaker',
201                     title: 'Demo Bookmaker',
202                     markets: [
203                         {
204                             key: 'h2h',
205                             outcomes: [
206                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.70 },
207                                 { name: 'Draw', price: 3.40 },
208                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.90 }
209                             ]
210                         }
211                     ]
212                 }
213             ];
214
215         const demoMatch9 = {
216             id: 'demo-match-9',
217             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga8',
218             commence_time: '2031-11-21T18:00:00Z',
219             home_team: 'RB Leipzig',
220             away_team: 'FC Bayern Munchen',
221             bookmakers: [
222                 {
223                     key: 'demo_bookmaker',
224                     title: 'Demo Bookmaker',
225                     markets: [
226                         {
227                             key: 'h2h',
228                             outcomes: [
229                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.50 },
230                                 { name: 'Draw', price: 3.10 },
231                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.70 }
232                             ]
233                         }
234                     ]
235                 }
236             ];
237
238         const demoMatch10 = {
239             id: 'demo-match-10',
240             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga9',
241             commence_time: '2032-06-12T20:00:00Z',
242             home_team: 'Eintracht Frankfurt',
243             away_team: 'VfB Stuttgart',
244             bookmakers: [
245                 {
246                     key: 'demo_bookmaker',
247                     title: 'Demo Bookmaker',
248                     markets: [
249                         {
250                             key: 'h2h',
251                             outcomes: [
252                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 1.30 },
253                                 { name: 'Draw', price: 3.50 },
254                                 { name: 'VfB Stuttgart', price: 4.40 }
255                             ]
256                         }
257                     ]
258                 }
259             ];
260
261         const demoMatch11 = {
262             id: 'demo-match-11',
263             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga10',
264             commence_time: '2033-12-23T18:00:00Z',
265             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
266             away_team: 'FC Bayern Munchen',
267             bookmakers: [
268                 {
269                     key: 'demo_bookmaker',
270                     title: 'Demo Bookmaker',
271                     markets: [
272                         {
273                             key: 'h2h',
274                             outcomes: [
275                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.40 },
276                                 { name: 'Draw', price: 3.20 },
277                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.50 }
278                             ]
279                         }
280                     ]
281                 }
282             ];
283
284         const demoMatch12 = {
285             id: 'demo-match-12',
286             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga11',
287             commence_time: '2034-07-14T20:00:00Z',
288             home_team: 'VfL Wolfsburg',
289             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
290             bookmakers: [
291                 {
292                     key: 'demo_bookmaker',
293                     title: 'Demo Bookmaker',
294                     markets: [
295                         {
296                             key: 'h2h',
297                             outcomes: [
298                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.60 },
299                                 { name: 'Draw', price: 3.00 },
300                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.80 }
301                             ]
302                         }
303                     ]
304                 }
305             ];
306
307         const demoMatch13 = {
308             id: 'demo-match-13',
309             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga12',
310             commence_time: '2035-03-15T18:00:00Z',
311             home_team: 'RB Leipzig',
312             away_team: 'FC Bayern Munchen',
313             bookmakers: [
314                 {
315                     key: 'demo_bookmaker',
316                     title: 'Demo Bookmaker',
317                     markets: [
318                         {
319                             key: 'h2h',
320                             outcomes: [
321                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.20 },
322                                 { name: 'Draw', price: 3.70 },
323                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.60 }
324                             ]
325                         }
326                     ]
327                 }
328             ];
329
330         const demoMatch14 = {
331             id: 'demo-match-14',
332             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga13',
333             commence_time: '2036-09-16T20:00:00Z',
334             home_team: 'VfL Wolfsburg',
335             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
336             bookmakers: [
337                 {
338                     key: 'demo_bookmaker',
339                     title: 'Demo Bookmaker',
340                     markets: [
341                         {
342                             key: 'h2h',
343                             outcomes: [
344                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.70 },
345                                 { name: 'Draw', price: 3.40 },
346                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.90 }
347                             ]
348                         }
349                     ]
350                 }
351             ];
352
353         const demoMatch15 = {
354             id: 'demo-match-15',
355             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga14',
356             commence_time: '2037-05-17T18:00:00Z',
357             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
358             away_team: 'FC Bayern Munchen',
359             bookmakers: [
360                 {
361                     key: 'demo_bookmaker',
362                     title: 'Demo Bookmaker',
363                     markets: [
364                         {
365                             key: 'h2h',
366                             outcomes: [
367                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.50 },
368                                 { name: 'Draw', price: 3.10 },
369                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.70 }
370                             ]
371                         }
372                     ]
373                 }
374             ];
375
376         const demoMatch16 = {
377             id: 'demo-match-16',
378             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga15',
379             commence_time: '2038-11-18T20:00:00Z',
380             home_team: 'VfL Wolfsburg',
381             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
382             bookmakers: [
383                 {
384                     key: 'demo_bookmaker',
385                     title: 'Demo Bookmaker',
386                     markets: [
387                         {
388                             key: 'h2h',
389                             outcomes: [
390                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.30 },
391                                 { name: 'Draw', price: 3.50 },
392                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.40 }
393                             ]
394                         }
395                     ]
396                 }
397             ];
398
399         const demoMatch17 = {
400             id: 'demo-match-17',
401             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga16',
402             commence_time: '2039-06-19T18:00:00Z',
403             home_team: 'RB Leipzig',
404             away_team: 'FC Bayern Munchen',
405             bookmakers: [
406                 {
407                     key: 'demo_bookmaker',
408                     title: 'Demo Bookmaker',
409                     markets: [
410                         {
411                             key: 'h2h',
412                             outcomes: [
413                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.40 },
414                                 { name: 'Draw', price: 3.20 },
415                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.50 }
416                             ]
417                         }
418                     ]
419                 }
420             ];
421
422         const demoMatch18 = {
423             id: 'demo-match-18',
424             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga17',
425             commence_time: '2040-12-20T20:00:00Z',
426             home_team: 'VfL Wolfsburg',
427             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
428             bookmakers: [
429                 {
430                     key: 'demo_bookmaker',
431                     title: 'Demo Bookmaker',
432                     markets: [
433                         {
434                             key: 'h2h',
435                             outcomes: [
436                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.60 },
437                                 { name: 'Draw', price: 3.00 },
438                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.80 }
439                             ]
440                         }
441                     ]
442                 }
443             ];
444
445         const demoMatch19 = {
446             id: 'demo-match-19',
447             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga18',
448             commence_time: '2041-07-21T18:00:00Z',
449             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
450             away_team: 'FC Bayern Munchen',
451             bookmakers: [
452                 {
453                     key: 'demo_bookmaker',
454                     title: 'Demo Bookmaker',
455                     markets: [
456                         {
457                             key: 'h2h',
458                             outcomes: [
459                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.20 },
460                                 { name: 'Draw', price: 3.70 },
461                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.60 }
462                             ]
463                         }
464                     ]
465                 }
466             ];
467
468         const demoMatch20 = {
469             id: 'demo-match-20',
470             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga19',
471             commence_time: '2042-03-22T20:00:00Z',
472             home_team: 'VfL Wolfsburg',
473             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
474             bookmakers: [
475                 {
476                     key: 'demo_bookmaker',
477                     title: 'Demo Bookmaker',
478                     markets: [
479                         {
480                             key: 'h2h',
481                             outcomes: [
482                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.70 },
483                                 { name: 'Draw', price: 3.40 },
484                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.90 }
485                             ]
486                         }
487                     ]
488                 }
489             ];
490
491         const demoMatch21 = {
492             id: 'demo-match-21',
493             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga20',
494             commence_time: '2043-09-23T18:00:00Z',
495             home_team: 'RB Leipzig',
496             away_team: 'FC Bayern Munchen',
497             bookmakers: [
498                 {
499                     key: 'demo_bookmaker',
500                     title: 'Demo Bookmaker',
501                     markets: [
502                         {
503                             key: 'h2h',
504                             outcomes: [
505                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.50 },
506                                 { name: 'Draw', price: 3.10 },
507                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.70 }
508                             ]
509                         }
510                     ]
511                 }
512             ];
513
514         const demoMatch22 = {
515             id: 'demo-match-22',
516             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga21',
517             commence_time: '2044-05-24T20:00:00Z',
518             home_team: 'VfL Wolfsburg',
519             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
520             bookmakers: [
521                 {
522                     key: 'demo_bookmaker',
523                     title: 'Demo Bookmaker',
524                     markets: [
525                         {
526                             key: 'h2h',
527                             outcomes: [
528                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.30 },
529                                 { name: 'Draw', price: 3.50 },
530                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.40 }
531                             ]
532                         }
533                     ]
534                 }
535             ];
536
537         const demoMatch23 = {
538             id: 'demo-match-23',
539             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga22',
540             commence_time: '2045-11-25T18:00:00Z',
541             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
542             away_team: 'FC Bayern Munchen',
543             bookmakers: [
544                 {
545                     key: 'demo_bookmaker',
546                     title: 'Demo Bookmaker',
547                     markets: [
548                         {
549                             key: 'h2h',
550                             outcomes: [
551                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.40 },
552                                 { name: 'Draw', price: 3.20 },
553                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.50 }
554                             ]
555                         }
556                     ]
557                 }
558             ];
559
560         const demoMatch24 = {
561             id: 'demo-match-24',
562             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga23',
563             commence_time: '2046-07-26T20:00:00Z',
564             home_team: 'VfL Wolfsburg',
565             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
566             bookmakers: [
567                 {
568                     key: 'demo_bookmaker',
569                     title: 'Demo Bookmaker',
570                     markets: [
571                         {
572                             key: 'h2h',
573                             outcomes: [
574                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.60 },
575                                 { name: 'Draw', price: 3.00 },
576                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.80 }
577                             ]
578                         }
579                     ]
580                 }
581             ];
582
583         const demoMatch25 = {
584             id: 'demo-match-25',
585             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga24',
586             commence_time: '2047-03-27T18:00:00Z',
587             home_team: 'RB Leipzig',
588             away_team: 'FC Bayern Munchen',
589             bookmakers: [
590                 {
591                     key: 'demo_bookmaker',
592                     title: 'Demo Bookmaker',
593                     markets: [
594                         {
595                             key: 'h2h',
596                             outcomes: [
597                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.20 },
598                                 { name: 'Draw', price: 3.70 },
599                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.60 }
600                             ]
601                         }
602                     ]
603                 }
604             ];
605
606         const demoMatch26 = {
607             id: 'demo-match-26',
608             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga25',
609             commence_time: '2048-09-28T20:00:00Z',
610             home_team: 'VfL Wolfsburg',
611             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
612             bookmakers: [
613                 {
614                     key: 'demo_bookmaker',
615                     title: 'Demo Bookmaker',
616                     markets: [
617                         {
618                             key: 'h2h',
619                             outcomes: [
620                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.70 },
621                                 { name: 'Draw', price: 3.40 },
622                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.90 }
623                             ]
624                         }
625                     ]
626                 }
627             ];
628
629         const demoMatch27 = {
630             id: 'demo-match-27',
631             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga26',
632             commence_time: '2049-05-29T18:00:00Z',
633             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
634             away_team: 'FC Bayern Munchen',
635             bookmakers: [
636                 {
637                     key: 'demo_bookmaker',
638                     title: 'Demo Bookmaker',
639                     markets: [
640                         {
641                             key: 'h2h',
642                             outcomes: [
643                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.50 },
644                                 { name: 'Draw', price: 3.10 },
645                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.70 }
646                             ]
647                         }
648                     ]
649                 }
650             ];
651
652         const demoMatch28 = {
653             id: 'demo-match-28',
654             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga27',
655             commence_time: '2050-11-30T20:00:00Z',
656             home_team: 'VfL Wolfsburg',
657             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
658             bookmakers: [
659                 {
660                     key: 'demo_bookmaker',
661                     title: 'Demo Bookmaker',
662                     markets: [
663                         {
664                             key: 'h2h',
665                             outcomes: [
666                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.30 },
667                                 { name: 'Draw', price: 3.50 },
668                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.40 }
669                             ]
670                         }
671                     ]
672                 }
673             ];
674
675         const demoMatch29 = {
676             id: 'demo-match-29',
677             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga28',
678             commence_time: '2051-07-01T18:00:00Z',
679             home_team: 'RB Leipzig',
680             away_team: 'FC Bayern Munchen',
681             bookmakers: [
682                 {
683                     key: 'demo_bookmaker',
684                     title: 'Demo Bookmaker',
685                     markets: [
686                         {
687                             key: 'h2h',
688                             outcomes: [
689                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.40 },
690                                 { name: 'Draw', price: 3.20 },
691                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.50 }
692                             ]
693                         }
694                     ]
695                 }
696             ];
697
698         const demoMatch30 = {
699             id: 'demo-match-30',
700             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga29',
701             commence_time: '2052-12-02T20:00:00Z',
702             home_team: 'VfL Wolfsburg',
703             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
704             bookmakers: [
705                 {
706                     key: 'demo_bookmaker',
707                     title: 'Demo Bookmaker',
708                     markets: [
709                         {
710                             key: 'h2h',
711                             outcomes: [
712                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.60 },
713                                 { name: 'Draw', price: 3.00 },
714                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.80 }
715                             ]
716                         }
717                     ]
718                 }
719             ];
720
721         const demoMatch31 = {
722             id: 'demo-match-31',
723             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga30',
724             commence_time: '2053-08-03T18:00:00Z',
725             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
726             away_team: 'FC Bayern Munchen',
727             bookmakers: [
728                 {
729                     key: 'demo_bookmaker',
730                     title: 'Demo Bookmaker',
731                     markets: [
732                         {
733                             key: 'h2h',
734                             outcomes: [
735                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.20 },
736                                 { name: 'Draw', price: 3.70 },
737                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.60 }
738                             ]
739                         }
740                     ]
741                 }
742             ];
743
744         const demoMatch32 = {
745             id: 'demo-match-32',
746             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga31',
747             commence_time: '2054-03-04T20:00:00Z',
748             home_team: 'VfL Wolfsburg',
749             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
750             bookmakers: [
751                 {
752                     key: 'demo_bookmaker',
753                     title: 'Demo Bookmaker',
754                     markets: [
755                         {
756                             key: 'h2h',
757                             outcomes: [
758                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.70 },
759                                 { name: 'Draw', price: 3.40 },
760                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.90 }
761                             ]
762                         }
763                     ]
764                 }
765             ];
766
767         const demoMatch33 = {
768             id: 'demo-match-33',
769             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga32',
770             commence_time: '2055-09-05T18:00:00Z',
771             home_team: 'RB Leipzig',
772             away_team: 'FC Bayern Munchen',
773             bookmakers: [
774                 {
775                     key: 'demo_bookmaker',
776                     title: 'Demo Bookmaker',
777                     markets: [
778                         {
779                             key: 'h2h',
780                             outcomes: [
781                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.50 },
782                                 { name: 'Draw', price: 3.10 },
783                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.70 }
784                             ]
785                         }
786                     ]
787                 }
788             ];
789
790         const demoMatch34 = {
791             id: 'demo-match-34',
792             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga33',
793             commence_time: '2056-05-06T20:00:00Z',
794             home_team: 'VfL Wolfsburg',
795             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
796             bookmakers: [
797                 {
798                     key: 'demo_bookmaker',
799                     title: 'Demo Bookmaker',
800                     markets: [
801                         {
802                             key: 'h2h',
803                             outcomes: [
804                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.30 },
805                                 { name: 'Draw', price: 3.50 },
806                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.40 }
807                             ]
808                         }
809                     ]
810                 }
811             ];
812
813         const demoMatch35 = {
814             id: 'demo-match-35',
815             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga34',
816             commence_time: '2057-11-07T18:00:00Z',
817             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
818             away_team: 'FC Bayern Munchen',
819             bookmakers: [
820                 {
821                     key: 'demo_bookmaker',
822                     title: 'Demo Bookmaker',
823                     markets: [
824                         {
825                             key: 'h2h',
826                             outcomes: [
827                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.40 },
828                                 { name: 'Draw', price: 3.20 },
829                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.50 }
830                             ]
831                         }
832                     ]
833                 }
834             ];
835
836         const demoMatch36 = {
837             id: 'demo-match-36',
838             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga35',
839             commence_time: '2058-06-08T20:00:00Z',
840             home_team: 'VfL Wolfsburg',
841             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
842             bookmakers: [
843                 {
844                     key: 'demo_bookmaker',
845                     title: 'Demo Bookmaker',
846                     markets: [
847                         {
848                             key: 'h2h',
849                             outcomes: [
850                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.60 },
851                                 { name: 'Draw', price: 3.00 },
852                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.80 }
853                             ]
854                         }
855                     ]
856                 }
857             ];
858
859         const demoMatch37 = {
860             id: 'demo-match-37',
861             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga36',
862             commence_time: '2059-12-09T18:00:00Z',
863             home_team: 'RB Leipzig',
864             away_team: 'FC Bayern Munchen',
865             bookmakers: [
866                 {
867                     key: 'demo_bookmaker',
868                     title: 'Demo Bookmaker',
869                     markets: [
870                         {
871                             key: 'h2h',
872                             outcomes: [
873                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.20 },
874                                 { name: 'Draw', price: 3.70 },
875                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.60 }
876                             ]
877                         }
878                     ]
879                 }
880             ];
881
882         const demoMatch38 = {
883             id: 'demo-match-38',
884             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga37',
885             commence_time: '2060-07-10T20:00:00Z',
886             home_team: 'VfL Wolfsburg',
887             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
888             bookmakers: [
889                 {
890                     key: 'demo_bookmaker',
891                     title: 'Demo Bookmaker',
892                     markets: [
893                         {
894                             key: 'h2h',
895                             outcomes: [
896                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.70 },
897                                 { name: 'Draw', price: 3.40 },
898                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.90 }
899                             ]
900                         }
901                     ]
902                 }
903             ];
904
905         const demoMatch39 = {
906             id: 'demo-match-39',
907             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga38',
908             commence_time: '2061-03-11T18:00:00Z',
909             home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
910             away_team: 'FC Bayern Munchen',
911             bookmakers: [
912                 {
913                     key: 'demo_bookmaker',
914                     title: 'Demo Bookmaker',
915                     markets: [
916                         {
917                             key: 'h2h',
918                             outcomes: [
919                                 { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.50 },
920                                 { name: 'Draw', price: 3.10 },
921                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.70 }
922                             ]
923                         }
924                     ]
925                 }
926             ];
927
928         const demoMatch40 = {
929             id: 'demo-match-40',
930             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga39',
931             commence_time: '2062-09-12T20:00:00Z',
932             home_team: 'VfL Wolfsburg',
933             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
934             bookmakers: [
935                 {
936                     key: 'demo_bookmaker',
937                     title: 'Demo Bookmaker',
938                     markets: [
939                         {
940                             key: 'h2h',
941                             outcomes: [
942                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.30 },
943                                 { name: 'Draw', price: 3.50 },
944                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.40 }
945                             ]
946                         }
947                     ]
948                 }
949             ];
950
951         const demoMatch41 = {
952             id: 'demo-match-41',
953             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga40',
954             commence_time: '2063-05-13T18:00:00Z',
955             home_team: 'RB Leipzig',
956             away_team: 'FC Bayern Munchen',
957             bookmakers: [
958                 {
959                     key: 'demo_bookmaker',
960                     title: 'Demo Bookmaker',
961                     markets: [
962                         {
963                             key: 'h2h',
964                             outcomes: [
965                                 { name: 'RB Leipzig', price: 1.40 },
966                                 { name: 'Draw', price: 3.20 },
967                                 { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.50 }
968                             ]
969                         }
970                     ]
971                 }
972             ];
973
974         const demoMatch42 = {
975             id: 'demo-match-42',
976             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga41',
977             commence_time: '2064-11-14T20:00:00Z',
978             home_team: 'VfL Wolfsburg',
979             away_team: 'Eintracht Frankfurt',
980             bookmakers: [
981                 {
982                     key: 'demo_bookmaker',
983                     title: 'Demo Bookmaker',
984                     markets: [
985                         {
986                             key: 'h2h',
987                             outcomes: [
988                                 { name: 'VfL Wolfsburg', price: 1.60 },
989                                 { name: 'Draw', price: 3.00 },
990                                 { name: 'Eintracht Frankfurt', price: 4.80 }
991                             ]
992                         }
993                     ]
994                 }
995             ];
996
997         const demoMatch43 = {
998             id: 'demo-match-43',
999             sport_key: 'soccer_germany_bundesliga42',
1000            commence_time: '2065-06-15T18:00:00Z',
1001            home_team: 'Bayer 04 Leverkusen',
1002            away_team: 'FC Bayern Munchen',
1003            bookmakers: [
1004                {
1005                    key: 'demo_bookmaker',
1006                    title: 'Demo Bookmaker',
1007                    markets: [
1008                        {
1009                            key: 'h2h',
1010                            outcomes: [
1011                                { name: 'Bayer 04 Leverkusen', price: 1.20 },
1012                                { name: 'Draw', price: 3.70 },
1013                                { name: 'FC Bayern Munchen', price: 4.60 }
1014                            ]
1015                        }
1016                    ]
1017                }
1018            ];
1019
1020         const demoMatch44 = {
1021             id:
```

```

75         ]
76     }
77   ];
78 };
79
80   oddsData.push(demoMatch, demoMatch2);
81
82   res.status(200).send(oddsData);
83 } catch (error) {
84   console.error('Error getting odds:', error);
85   res.status(500).send('Failed to fetch odds');
86 }
87 });
88 });

```

Ovdje definiramo Firebase funkciju koja služi za preuzimanje podataka uživo s API-ja za određeni sport i vraća te podatke kao HTTP odgovor.

```

1 import * as functions from 'firebase-functions';
2 import { admin } from '../init';
3 import * as csv from 'csv-parser';
4
5 const bucket = admin.storage().bucket();
6
7 export const getCSV = functions.https.onCall(async (data, context)
8   => {
9     const file = bucket.file('germany.csv');
10    let csvData: any[] = [];
11
12    return new Promise((resolve, reject) => {
13      file.createReadStream()
14        .pipe(csv())
15        .on('data', (row) => {
16          csvData.push(row);
17        })
18        .on('end', () => {
19          resolve({ csvData });
20        })
21        .on('error', (error) => {
22          reject(error);
23        });
24    });
25  });

```

Ovo je također Firebase funkcija, a služi za preuzimanje i čitanje CSV datoteke "germany.csv" iz Firebase Storage-a i vraća podatke kao JSON objekt.

Prije korištenja podataka moramo pripaziti na formate. Bilo je potrebno napraviti funkciju koja normalizira imena timova u CSV i funkciju *preprocessData* u podacima povučenim s API-ja.

```

1 export function normalizeTeamName(name: string): string {
2     if (!name) {
3         console.error('Received undefined or empty team name');
4         return '';
5     }
6     return name
7         .replace(/^\s+|\s+$/g, '') // Trim leading/trailing
8         whitespace
9         .replace(/\s+/g, ' ') // Replace multiple spaces with a
10        single space
11        .replace(/[^a-zA-Z0-9\s]/g, '') // Remove non-alphanumeric
12        characters
13    }

```

preprocessData.ts je funkcija koja prima podatke iz CSV datoteke i s API-ja i vraća podatke u jednakom obliku.

```

1 import {normalizeTeamName} from "$lib/utils";
2
3 export function preprocessData(data: any[]) {
4     return data.map((row) => {
5         if (!row.home || !row.visitor) {
6             console.error('Home or away team is undefined:', row);
7             return null;
8         }
9
10        const goalsHome = parseInt(row.hgoal, 10);
11        const goalsAway = parseInt(row.vgoal, 10);
12
13        if (isNaN(goalsHome) || isNaN(goalsAway)) {
14            console.error('Invalid goals data:', row);
15            return null;
16        }
17
18        return {
19            date: new Date(row.Date),
20            season: row.Season,
21            home_team: normalizeTeamName(row.home),
22            away_team: normalizeTeamName(row.visitor),
23            goals_home: goalsHome,
24            goals_away: goalsAway,
25            tier: row.tier,
26            division: row.division
27        };
28    }).filter(row => row !== null);
29 }

```

3.2 Obrada podataka i računanje

Nakon što smo povukli podatke, slijedi njihova obrada i računanje vjerojatnosti ishoda utakmica. U ovom koraku koristimo Poissonov model za analizu ponuda sportskih kladionica.

```

1 import { create, all } from 'mathjs';
2
3 const math = create(all);
4
5 function poissonProbability(lambda: number, k: number): number {
6   return (Math.pow(lambda, k) * Math.exp(-lambda)) / math.factorial
7     (k);
8 }
9
10 export function poissonModel(avgGoalsHome: number, avgGoalsAway:
11   number, maxGoals: number = 10) {
12   const homeGoals = Array.from({ length: maxGoals }, (_, k) =>
13     poissonProbability(avgGoalsHome, k));
14   const awayGoals = Array.from({ length: maxGoals }, (_, k) =>
15     poissonProbability(avgGoalsAway, k));
16
17   return { homeGoals, awayGoals };
18 }
```

Koristili smo biblioteku *mathjs* koja sadrži različite funkcije. Funkcija Poissonove vjerojatnosti računa da će se dogoditi točno k događaja (u ovom slučaju golova), kada je prosječna stopa događaja λ .

Pri tome je:

- λ je prosječan broj događaja (golova)
- k je broj događaja za koje želimo izračunati vjerojatnost
- e je baza prirodnog logaritma (≈ 2.718)
- $k!$ je faktorijel broja k

Funkcija za kreiranje Poissonovog modela za golove je funkcija koja koristi Poissonovu distribuciju da bi generirala vjerojatnosti za postizanje različitog broja golova za domaći i gostujući tim. Ova funkcija kreira niz vjerojatnosti za sve moguće brojeve golova od 0 do „maxGoals“.

Pri tome je:

- „avgGoalsHome“ je prosječan broj golova koje domaći tim postiže
- „avgGoalsAway“ je prosječan broj golova koje gostujući tim postiže
- „maxGoals“ je maksimalan broj golova za koje želimo izračunati vjerojatnosti (zadana vrijednost je 10)

3.2.1 Funkcija za predviđanje ishoda utakmice

Funkcija *predictOutcome* računa vjerojatnosti ishoda utakmice (pobjeda domaćina, neriješeno, pobjeda gostujuće ekipe) koristeći unaprijed izračunate vjerojatnosti postizanja određenog broja golova za domaću i gostujuću ekipu.

```

1 export function predictOutcome(homeGoals: number[], awayGoals: number[]): { homeWin: number, draw: number, awayWin: number } {
2     let homeWin = 0;
3     let draw = 0;
4     let awayWin = 0;
5
6     for (let i = 0; i < homeGoals.length; i++) {
7         for (let j = 0; j < awayGoals.length; j++) {
8             const prob = homeGoals[i] * awayGoals[j];
9             if (i > j) homeWin += prob;
10            else if (i === j) draw += prob;
11            else awayWin += prob;
12        }
13    }
14
15    return { homeWin, draw, awayWin };
16}
```

3.2.2 Funkcija za računanje prosječnog broja golova po momčadi

Funkcija *calculateTeamAverages* računa prosječan broj golova po momčadi na temelju povijesnih podataka o odigranim utakmicama iz CSV datoteke.

```

1 export function calculateTeamAverages(csvData, homeTeam: string,
2     awayTeam: string) {
3     let homeGoalsFor = 0, homeGoalsAgainst = 0, homeGames = 0;
4     let awayGoalsFor = 0, awayGoalsAgainst = 0, awayGames = 0;
5
6     csvData.forEach(match => {
7         if (match.home_team === homeTeam) {
8             homeGoalsFor += match.goals_home;
9             homeGoalsAgainst += match.goals_away;
10            homeGames++;
11        }
12        if (match.away_team === awayTeam) {
13            awayGoalsFor += match.goals_away;
14            awayGoalsAgainst += match.goals_home;
15            awayGames++;
16        }
17    });
18
19    const avgGoalsHomeFor = homeGames > 0 ? homeGoalsFor /
homeGames : 0;
20    const avgGoalsHomeAgainst = homeGames > 0 ? homeGoalsAgainst /
homeGames : 0;
```

```

20     const avgGoalsAwayFor = awayGames > 0 ? awayGoalsFor /
awayGames : 0;
21     const avgGoalsAwayAgainst = awayGames > 0 ? awayGoalsAgainst /
awayGames : 0;
22
23     return {
24         avgGoalsHomeFor,
25         avgGoalsHomeAgainst,
26         avgGoalsAwayFor,
27         avgGoalsAwayAgainst
28     };
29 }

```

3.3 Dohvaćanje podataka na klijentu

api.ts sadrži dvije funkcije koje dohvaćaju podatke iz Firebase funkcija. Prva funkcija *getOdds* dohvaća podatke o kvotama i protivnicima s API-ja, a druga funkcija *getCSV* dohvaća povijesne podatke iz CSV datoteke. Dakle, ove funkcije su pozivi prema backendu koji je hostan u Google Cloud-u putem Firebase-a, što znači da se funkcije izvršavaju na zahtjev klijenta i mogu uključivati razne operacije, poput dohvaćanja podataka iz baza ili generiranja izvještaja.

```

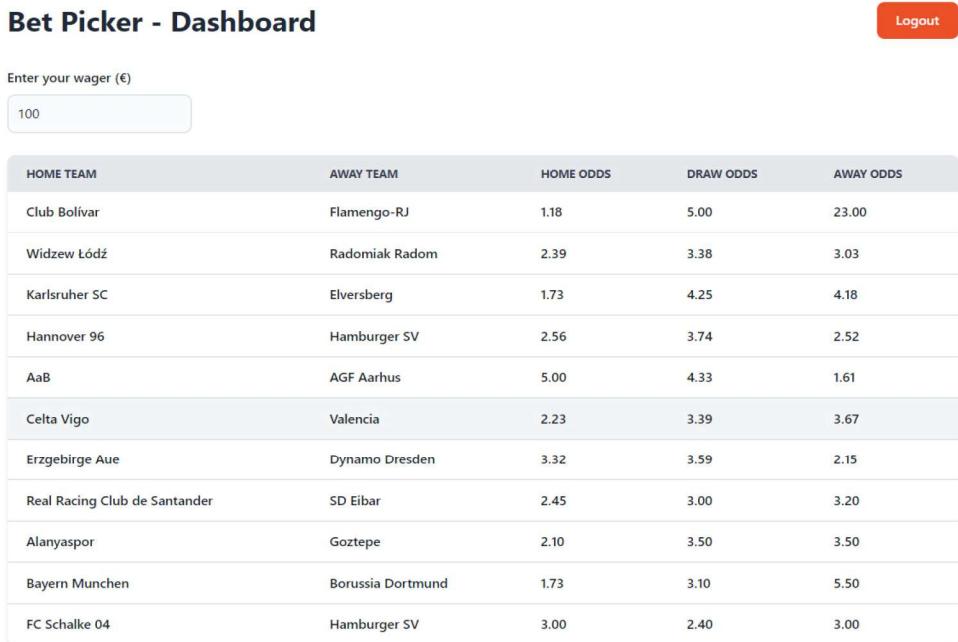
1 import axios from 'axios';
2 import { httpsCallable } from "firebase/functions";
3 import { firebaseFunctions } from "$lib.firebaseio";
4 import {normalizeTeamName} from "$lib/utils";
5
6 const PROJECT_ID = 'bet-picker';
7
8 export async function fetchOdds(sport: string) {
9     try {
10         console.log('Fetching odds for sport: ${sport}');
11
12         const response = await axios.get(`http://localhost:5001/${PROJECT_ID}/us-central1/api-getOdds`, {
13             params: { sport }
14         });
15
16         console.log('Response:', response.data);
17
18         const odds = response.data.map((odd: any) => {
19             const bookmaker = odd.bookmakers?.[0]; // provjerava postoji
li prvi bookmaker
20             if (!bookmaker) return { home_team: odd.home_team, away_team:
odd.away_team, home_odds: 'N/A', draw_odds: 'N/A', away_odds: 'N/A' };
21
22             const homeOdds = bookmaker.markets?.[0]?.outcomes.find((o:
any) => normalizeTeamName(o.name) === normalizeTeamName(odd.
home_team))?.price;

```

```
23     const drawOdds = bookmaker.markets?.[0]?.outcomes.find((o:
24       any) => o.name.toLowerCase() === 'draw')?.price;
25     const awayOdds = bookmaker.markets?.[0]?.outcomes.find((o:
26       any) => normalizeTeamName(o.name) === normalizeTeamName(odd.
27       away_team))?.price;
28
29     console.log('Processed Odds:', {
30       home_team: odd.home_team,
31       away_team: odd.away_team,
32       homeOdds,
33       drawOdds,
34       awayOdds
35     });
36
37     return {
38       home_team: odd.home_team,
39       away_team: odd.away_team,
40       home_odds: homeOdds ? parseFloat(homeOdds).toFixed(2) :
41         null,
42       draw_odds: drawOdds ? parseFloat(drawOdds).toFixed(2) :
43         null,
44       away_odds: awayOdds ? parseFloat(awayOdds).toFixed(2) :
45         null
46     };
47   }
48
49   catch (error) {
50     console.error('Error fetching odds:', error);
51     throw error;
52   }
53 }
54
55 export const fetchCSVData = async () => {
56   const getCSV = httpsCallable(firebaseFunctions, 'api-getCSV');
57   try {
58     const result = await getCSV();
59     const csvData = result.data.csvData;
60     console.log('Fetched CSV Data:', csvData);
61     return csvData;
62   } catch (error) {
63     console.error('Error fetching CSV data:', error);
64     throw error;
65   }
66 };
```

3.4 Prikaz podataka na klijentu

Podatke o utakmicama koje se učitavaju dnevno smo vizualizirali unutar jedne tablice na početnoj stranici, koristeći Flowbite Svelte paket komponenti, a za Bundesligu ako postoje isplative oklade prikazat će se unutar kartica iz istog paketa komponenti. Također korisnik može u polje za unos uplate unijeti iznos koji bi eventualno htio uplatiti i vidjeti koliko bi imao profit po utakmici i ukupno.



The screenshot shows a web application titled "Bet Picker - Dashboard". At the top, there is a text input field labeled "Enter your wager (€)" containing "100" and a red "Logout" button. Below the input field is a table with the following data:

HOME TEAM	AWAY TEAM	HOME ODDS	DRAW ODDS	AWAY ODDS
Club Bolívar	Flamengo-RJ	1.18	5.00	23.00
Widzew Łódź	Radomiak Radom	2.39	3.38	3.03
Karlsruher SC	Elversberg	1.73	4.25	4.18
Hannover 96	Hamburger SV	2.56	3.74	2.52
AaB	AGF Aarhus	5.00	4.33	1.61
Celta Vigo	Valencia	2.23	3.39	3.67
Erzgebirge Aue	Dynamo Dresden	3.32	3.59	2.15
Real Racing Club de Santander	SD Eibar	2.45	3.00	3.20
Alanyaspor	Goztepe	2.10	3.50	3.50
Bayern München	Borussia Dortmund	1.73	3.10	5.50
FC Schalke 04	Hamburger SV	3.00	2.40	3.00

Slika 3.1: Prikaz podataka s API-ja u tablici

3.5 Prikaz isplativih oklada

Oklade koje je Poissonov model prepoznao kao isplative prikazane su unutar kartica ispod tablice s podacima. Isplative utakmice su one za koje je model prepoznao da je implicirana vjerojatnost manja od one koju je model izračunao. Način na koji to računamo je korištenjem Poissonovog modela koji s dvije pomoćne funkcije *calculateTeamAverages* i *predictOutcome* računa prosjeke golova koji su potrebni parametri za model, izračunom vjerojatnosti i usporedbom impliciranih vjerojatnosti možemo zaključiti je li određena utakmica isplativa oklada. Implementacija modela i pomoćnih funkcija opisane su u poglavljiju 3.2. U kodu se implicirane vjerojatnosti računaju koristeći:

$$\text{Implicitirana vjerojatnost} = \frac{1}{\text{kvota}}$$

Implementacija izgleda na sljedeći način:

```

1 // implicirane vjerojatnosti iz kvota
2 const impliedProbHome = odd.home_odds > 0 ? 1 / odd.home_odds :
3   0;
4 const impliedProbDraw = odd.draw_odds > 0 ? 1 / odd.draw_odds :
5   0;
6 const impliedProbAway = odd.away_odds > 0 ? 1 / odd.away_odds :
7   0;

```

Korištenje modela za procjenu vjerojatnosti:

```

1 // Poissonov model
2 const { homeGoals, awayGoals } = poissonModel(avgGoalsHome,
3 avgGoalsAway);
4 const { homeWin, draw, awayWin } = predictOutcome(homeGoals,
5 awayGoals);

```

Isplativa oklada identificira se usporedbom vjerojatnosti koju predviđa model s impliciranom vjerojatnosti iz kvota. Ako je vjerojatnost predviđena modelom veća od implicirane vjerojatnosti (uz malu marginu od 0.1%), tada se ta oklada smatra isplativom.

```

1 // usporedi procjene s impliciranim vjerojatnostima
2 const isValueBetHome = homeWin > impliedProbHome * 1.001;
3 const isValueBetDraw = draw > impliedProbDraw * 1.001;
4 const isValueBetAway = awayWin > impliedProbAway * 1.001;

```

Profit se računa na temelju vjerojatnosti ishoda koje su predviđene Poissonovim modelom i usporedbe s impliciranim vjerojatnostima iz kvota.

1. Za svaku pojedinu isplativu okladu:

- Računa se kao:

$$\text{Profit} = (\text{modelna vjerojatnost} \times \text{kvota} \times \text{uplata}) - \text{uplata}$$

2. Ukupni profit:

- Zbroje se svi pojedinačni profiti za svaku isplativu okladu.

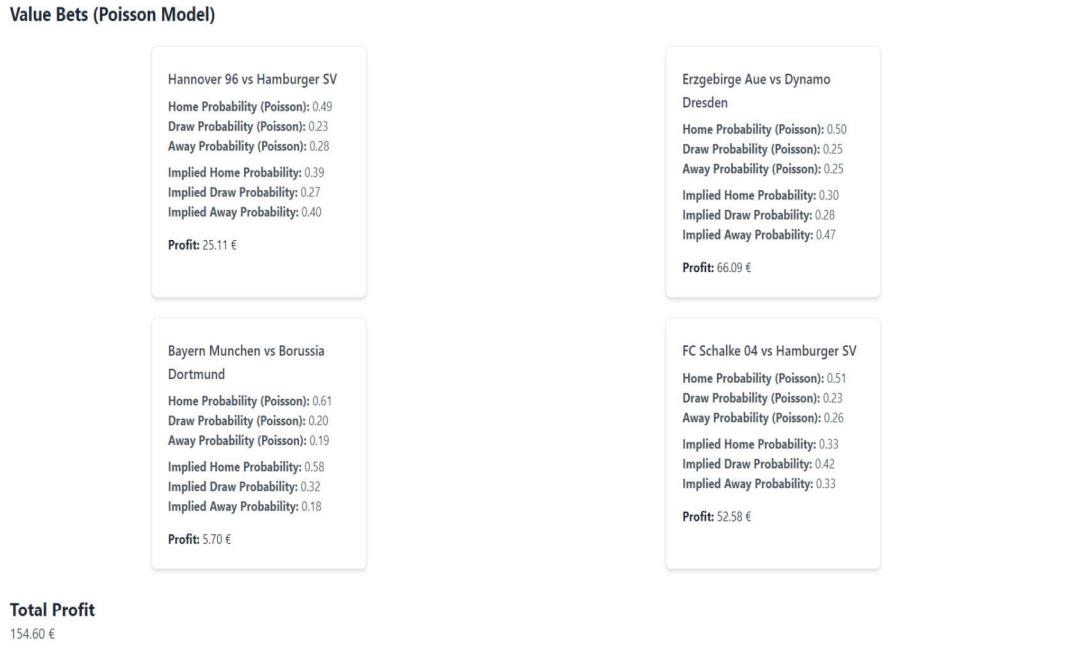
Ako je, primjerice, oklada na pobjedu domaćina prepoznata kao isplativa, tada:

$$\text{Profit} = (\text{vjerojatnost pobjede domaćina prema modelu} \times \\ \text{kvota na pobjedu domaćina} \times \text{uplata}) - \text{uplata}$$

Na sličan način računa se profit za isplatevine oklade na neriješeno ili pobjedu gosta.

Ako su sve tri vjerojatnosti (za pobjedu domaćina, neriješeno i pobjedu gosta) prepoznate kao isplatevine, profit za tu utakmicu bit će zbroj svih pojedinačnih profita.

Svaka kartica sadrži informacije o utakmici, vjerojatnosti ishoda, profit po utakmici za određenu uplatu, ovisno o tome koliko korisnik unese, a ispod kartica je prikazan ukupni profit ako bi se korisnik odlučio uplatiti.



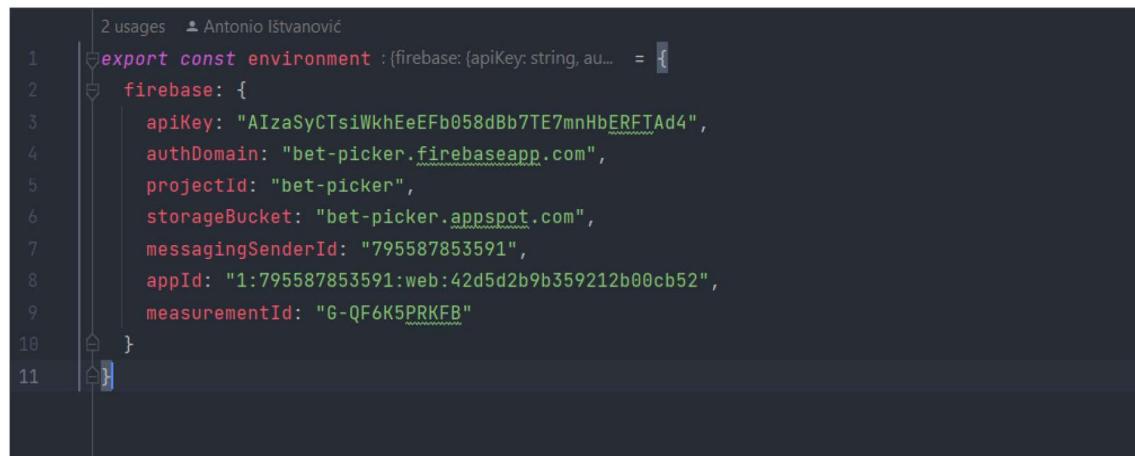
Slika 3.2: Prikaz vjerojatnosti prema modelu i impliciranih vrijednosti

3.6 Arhitektura aplikacije

Aplikacija se sastoji od dva glavna direktorija **Client** i **Functions**.

Client

- Ovaj dio projekta se nalazi u mapi `client` i predstavlja frontend dio aplikacije. Frontend dio je pisan koristeći Svelte-Kit i TypeScript. Također, u aplikaciji smo koristili TailwindCSS za stiliziranje. Kod koji služi za funkcionalnost na frontendu se nalazi u `client/src/lib`, dok su rute poput `SignIn` page i `Dashboard` page smještene u `client/src/routes`. U `client` je također postavljena konfiguracija i okruženje za Firebase.

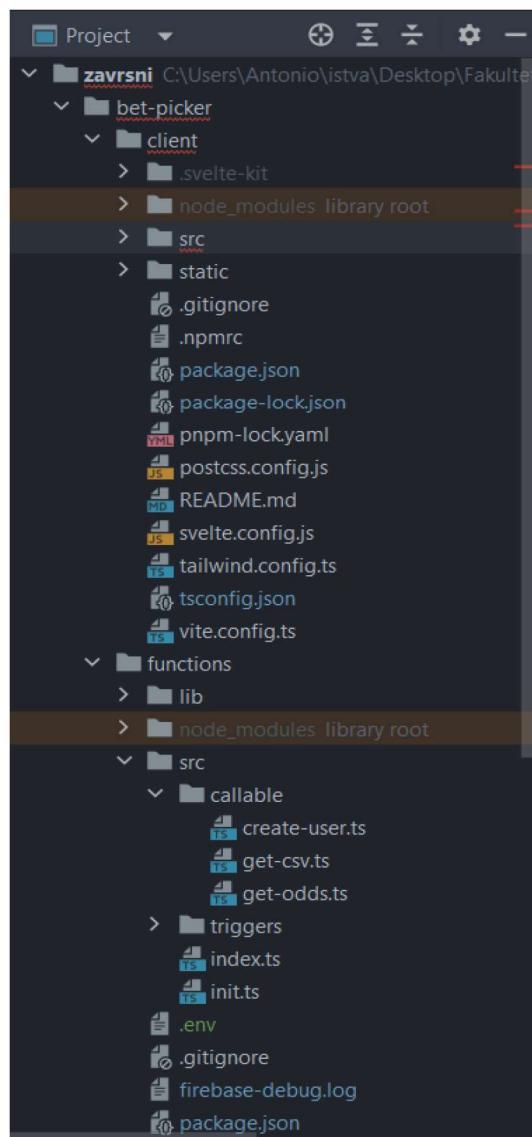


```
2 usages  ▾ Antonio Išvanović
1  export const environment :{firebase: {apiKey: string, au... = {
2    firebase: {
3      apiKey: "AIzaSyCTsiWkhEeEFb058dBb7TE7mnHbERFTAAd4",
4      authDomain: "bet-picker.firebaseio.com",
5      projectId: "bet-picker",
6      storageBucket: "bet-picker.appspot.com",
7      messagingSenderId: "795587853591",
8      appId: "1:795587853591:web:42d5d2b9b359212b00cb52",
9      measurementId: "G-QF6K5PRKFB"
10   }
11 }
```

Slika 3.3: Podaci s Firebase projekta

Functions

- Služi za backend funkcionalnosti. U functions/src imamo dva direktora callable i triggers. Direktorij callable sadrži sve funkcije koje pozivamo na frontend dijelu, odnosno u clientu, dok triggers direktorij sadrži sve funkcije koje se okidaju nekom akcijom koju korisnik izvede. U functions/src callable imamo datoteke: get-odds.ts, create-user.ts i get-csv.ts, dok u functions/src/triggers imamo delete-user.ts.



Slika 3.4: Struktura Svelte projekta

Literatura

- [1] M. BENŠIĆ, N. SUVAK, *Uvod u vjerojatnost i statistiku*, Sveučilište J.J. Strossmayera, Odjel za matematiku, Osijek, 2014.
- [2] M. J. MAHER, *Modelling association football scores*, Statist. Neerland. 36, 109–1188 (1982).
- [3] A. A. ALZAID, M. A. OMAIR, *On the Poisson difference distribution inference and applications*, Bull. Malays. Math. Sci. Soc. (2), Vol. 33 (2010), 17–45.
- [4] *Poisson Distribution in Sports Betting*, dostupno na:
<https://medium.com/@xgsscoreio2022/poisson-distribution-in-sports-betting-c93d1102e9a5>
- [5] *Sports Betting: Poisson Distribution*, dostupno na:
<https://itmb.medium.com/sports-betting-poisson-distribution-4946333c663a>
- [6] *Poisson Distribution*, dostupno na:
<https://www.scribbr.com/statistics/poisson-distribution>

Sažetak

U ovom radu bavili smo se statističkim pristupom koji se koristi za predviđanje vjerojatnosti određenih ishoda pod nazivom Poissonov model. Rad je podijeljen u dva dijela. Prvi dio analizira teorijske aspekte Poissonove distribucije, uključujući njenu primjenu u predviđanju rezultata nogometnih utakmica. Drugi dio sastoji se od implementacije Poissonovog modela unutar web aplikacije i primjene istog na ponude sportskih kladionica.

Ključne riječi

Poissonova distribucija, vjerojatnost, Poissonov model, sportsko klađenje, Svelte, Firebase

Automation of a Mathematical Model in Estimating the Probability of Foot- ball Match Outcomes Using the Po- isson Model

Summary

In this paper, we have discussed the Poisson model, a statistical approach used to predict the probability of certain outcomes. The paper is divided into two main sections. The first section provides a detailed analysis of the theoretical aspects of the Poisson distribution, including its application in predicting football match outcomes. The second section focuses on the implementation of the Poisson model within a web application and its application to sports betting odds. The integration of these theoretical and practical components demonstrates the model's effectiveness in real-world scenarios, particularly in the context of sports analytics.

Keywords

Poisson distribution, probability, Poisson model, sport's betting, Svelte, Firebase

Životopis

Rođen sam 24.06.2002. u Osijeku. Obrazovanje započinjem u Osnovnoj školi "Antun Gustav Matoš" Vinkovci, a nakon toga sam upisao Opću gimnaziju "Matije Antuna Reljkovića" u Vinkovcima koju završavam 2021. godine. Te iste godine upisujem prijediplomski sveučilišni studij Matematike i računarstva na Fakultetu primijenjene matematike i informatike Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku. U akademskoj godini 2022./2023. sudjelovao sam u RZC PAN HR projektu kao asistent na vježbama i predavanjima za nastavnike osnovnih i srednjih škola, održao sam nekoliko predavanja vezanih za tehnologije koje se planiraju uvesti u osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje.