

# Dokumentacija projekta – Publisher Subscriber 3

## Uvod

Predmetni projekt predstavlja implementaciju sistema kviza zasnovanog na Publisher-Subscriber arhitekturi. Omogućava konkurentne komunikacije između više publisher-a i subscriber-a putem servera, uz dodatni servis za obradu i računanje rezultata. Više publisher-a objavljuje kvizove, a više subscriber-a se prijavljuje i učestvuje u rješavanju pitanja.

Cilj projekta je implementacija višekorisničkog kviz sistema koji omogućava:

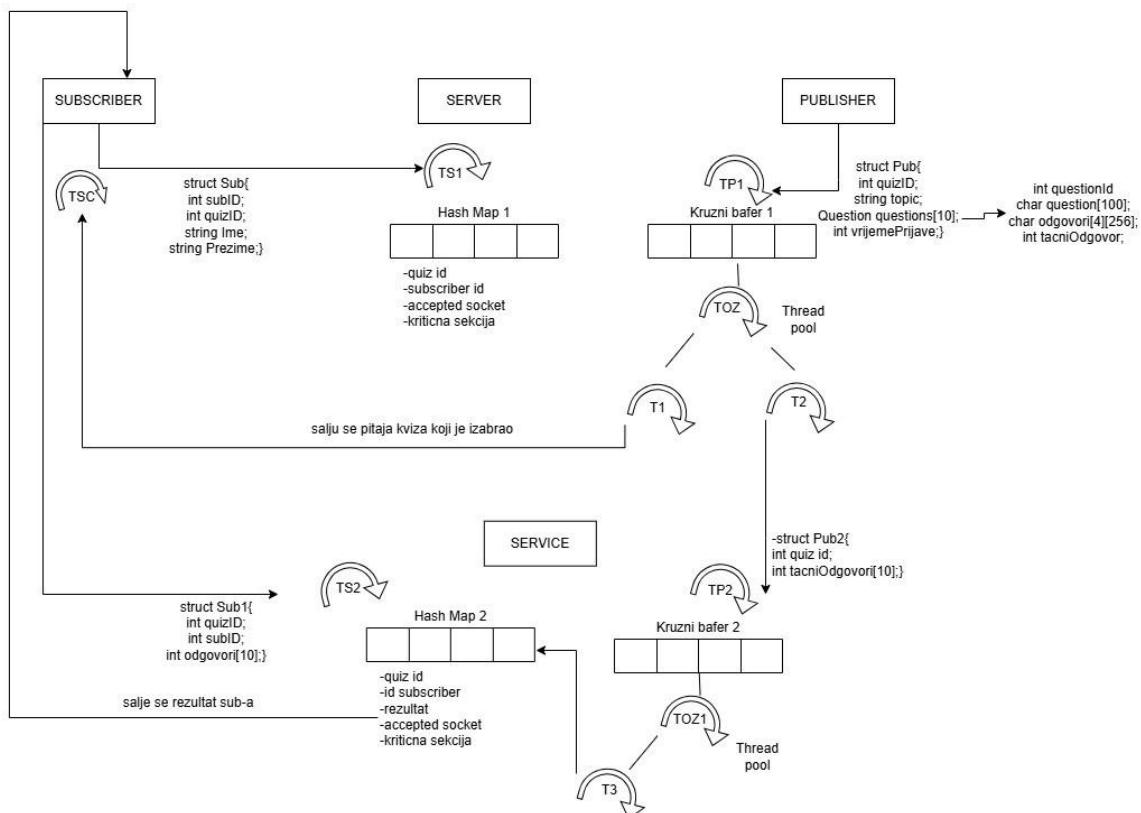
- rad sa više publisher-a i subscriber-a,
- vremenski ograničenu prijavu na kviz,
- slanje pitanja i prikupljanje odgovora,
- paralelnu obradu i računanje rezultata,
- provjeru stabilnosti pomoću stress testova.

## Dizajn

Sistem se sastoji od četiri glavne komponente:

- Server – centralna komponenta koja upravlja konekcijama, kvizovima i prijavama
- Publisher – klijent koji kreira kvizove i šalje pitanja
- Subscriber – klijent koji se prijavljuje na kviz i šalje odgovore
- Service – servis koji prikuplja odgovore i računa rezultate

Komunikacija se odvija putem TCP soketa, dok se paralelna obrada zahtjeva realizuje korišćenjem thread pool-a i kružnih bafera.



Razlozi za odabrani dizajn:

- jasna podjela odgovornosti između komponenti
- lako skaliranje broja publisher-a i subscriber-a
- prirodna paralelna obrada događaja
- jednostavno testiranje sistema pod opterećenjem

## Strukture podataka

Za implementaciju sistema korišćene su prilagođene hash mape i kružni baferi bez oslanjanja na STL biblioteku. Razlozi za izbor hash mapa su brz pristup podacima (prosječna složenost  $O(1)$ ) i efikasno ažuriranje podataka u realnom vremenu. Kružni baferi su korišćeni za asinhronu razmjenu poruka između niti, kontrolu pristupa pomoću mutex-a i semafora i sprječavanje gubitka poruka pri velikom opterećenju.

Opis i semantika podataka:

Hash mapa – Server

- ključ: quizID
- vrijednost: struktura koja sadrži:
  - subscriberID
  - prihvaćen socket konekcije
  - podatke potrebne za sinhronizaciju (kritična sekcija)

Server koristi ovu mapu za evidenciju prijavljenih subscriber-a po kvizu i za distribuciju pitanja.

Hash mapa – Service

- ključ quizID
- vrijednost: struktura koja sadrži:
  - niz odgovora
  - izračunat rezultat
  - socket konekciju subscriber-a

Service koristi ovu mapu za prikupljanje odgovora i slanje rezultata.

Kružni bafer

Kružni bafer se koristi između:

- publisher-a i server (slanje pitanja),
- subscriber-a i servisa (slanje odgovora),
- servisa i subscriber-a (slanje rezultata).

Baferi omogućavaju bezbjednu komunikaciju između proizvođačkih i potrošačkih niti.

## Rezultati testiranja

### Stress test 1 – Višestruki subscriber-i

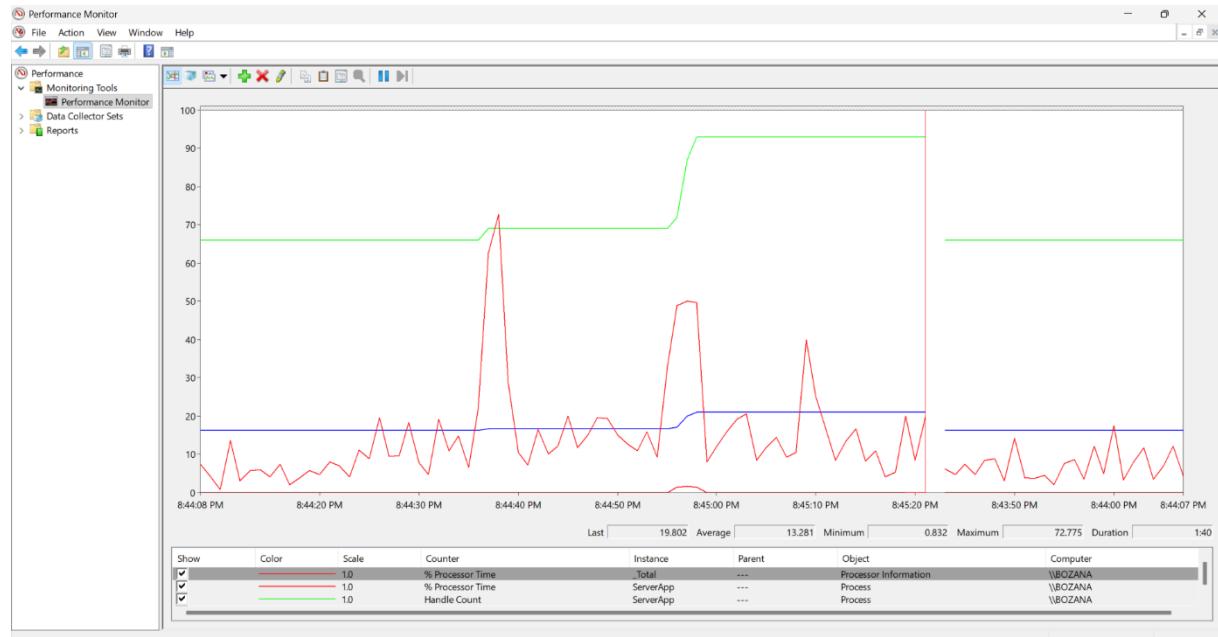
- Pokrenuto 20 subscriber procesa
- Svi subscriber-I su uspješno povezani na server
- Nije došlo do gubitka konekcija niti grešaka u radu



```
C:\Users\bozan\OneDrive\Rac [20:51:19.208] WorkingDir: C:\IKPQuiz
[20:51:19.208] SubscriberExe(fullpath): C:\x64\Debug\SubscriberApp.exe
[20:51:19.208] SubscriberExe(fullpath): C:\x64\Debug\ServerApp.exe
[20:51:19.208] SubscriberExe(fullpath): C:\x64\Debug\ServiceApp.exe
[20:51:19.208] StressTest 1: Many subscribers in short time
[20:51:19.208] N=20 delayMs=10 quizId=1
[20:51:19.208] NOTE: Start Server/Service/Publisher manually (or run with --start-system).
[20:51:20.495] Spawner subscribers: 20/20
[20:51:20.497] Take screenshots now: Server + (optional) Service + 1-2 Subscribers.
[20:51:20.503] Press ENTER to exit (children keep running).
```

## Stress test 2 – Višestruki publisher-i

- Pokrenuto 8 publisher procesa
- Server je uspješno kreirao više kvizova paralelno
- Svi zahtjevi su pravilno obrađeni



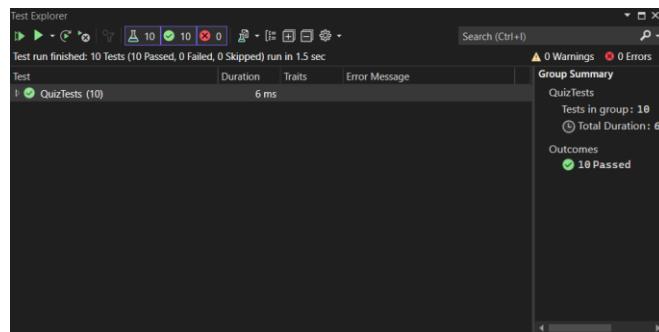
```
C:\Users\bozan\OneDrive\Rac [20:44:53.738] StressTest 2: Publisher spam / multiple quizzes
[20:44:53.738] WorkingDir: C:\IKPQuiz
[20:44:53.742] PublisherExe(fullpath): C:\x64\Debug\PublisherApp.exe
[20:44:53.744] N=8 delayMs=20
[20:44:53.744] NOTE: Start ServerApp and ServiceApp manually (recommended).
[20:44:54.229] Spawned publishers: 8/8
[20:44:54.231] Now check Server console: it should print multiple 'Quiz X created'.
[20:44:54.236] Take screenshots: Server + 2-3 Publisher consoles.
[20:44:54.236] Press ENTER to exit (children keep running).
```

## Unit testovi

Radi provjere ispravnosti ključnih logičkih dijelova sistema implementirani su unit testovi. Oni potvrđuju ispravnost rada sistema i u graničnim slučajevima. Svi testovi su uspješno izvršeni.

### Grupe testova

- ServerUnitTests – provjerava registracije u dozvoljenom vremenu, zabrana registracije nakon starta kviza i ograničenje broja pitanja
- PublisherUnitTests – inicijalizacija kvizova i slanje pitanja (neuspješno bez veze i uspješno uz simulaciju konekcije)
- SubscriberUnitTests – parsiranje poruka sa pitanjima
- ServiceUnitTests – obrada tačnih odgovora i rad kružnog bafera



## Zaključak

Na osnovu izvršenih testova može se zaključiti da sistem stabilno funkcioniše pod opterećenjem. Server uspješno obrađuje paralelne zahtjeve, dok je sinhronizacija niti pravilno implementirana, bez pojave race condition ili deadlock problema.

Rezultati testiranja potvrđuju ispravnost izabranog dizajna i strukture podataka.

## Potencijalna unapređenja

Moguća unapređenja sistema uključuju:

- uvođenje autentifikacije korisnika,
- čuvanje rezultata u bazi podataka,
- razvoj grafičkog ili web interfejsa,
- dinamičko prilagođavanje veličine thread pool-a.