Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet

i baze podataka

Predavač: Prof. dr Dražen Drašković

Beograd, maj 2026. godine

Dve vrste baza podataka

- Nerelacione baze podataka
  - napravljene zbog eksplozije količine i vrsta podataka,
    kao i broja istovremenih zahteva nad bazom i
    nepredviđene dužine trajanja transakcije
  - najpoznatije nerelacione sastoje se od parova ključ-vrednost, kolonske baze, baze zasnovane na dokumenatima, grafovske baze
- Relacione baze podataka
  - organizacija podataka zasnovana na relacionom modelu entiteta i odnosa
  - između tabela stvaraju se veze
  - svaka tabela mora imati primarni ključ (PK),
    a u vezama učestvuju ti ključevi kao strani ključevi (FK)

Ključ-vrednost baze (1)

- Najjednostavniji tip NoSQL baza
- Svaki zapis se čuva kao par sastavljen od ključa i vrednosti
- Pristupa se samo preko ključa
- Omogućava skladištenje podataka bez prethodno definisane šeme
- Primaju i ažuriraju podatke zasnovane samo na ograničenom skupu vrednosti, dok je za potrebe upita nad drugim vrednostima neophodno kreirati sopstvene indekse
- Ažuriranje ovakvih sistema zahteva više prolaza kroz bazu: prvi kojim se pronađe zapis, drugi kojim se ažurira zapis, treći kojim se ažurira indeks
- Ključ-vrednost baze omogućavaju horizontalno skaliranje

Ključ-vrednost baze (2)

- Predstavnici: DynamoDB (Amazon), Redis, Oracle NoSQL
- Kod DynamoDB tabele nemaju fiksnu šemu,
  dok njeni objekti mogu imati proizvoljan broj atributa
- Prednost: raste paralelno sa podacima,
  performanse su bolje ako se dodaju novi serveri
- Tabela je kolekcija stavki, a svaka stavka je kolekcija ključ-vrednost parova,
  koji predstavljaju atribute
- Primarni ključ predstavljen putem heša (ili heš sa opsegom)
- Heš ključ koristi jedan atribut od koga se kreira heš indeks
- Kako nalazimo stavku? Moramo znati tačnu vrednost ključa

Ključ-vrednost baze (3)

DynamoDB tabela Korisnici

UserId	Ime	Prezime	e-mail	Pol
markom	Marko	Marković	marko@domen.com	muški
petarp	Petar	Petrović	petar@domen.com	muški
jovanaj	Jovana	Jovanović		

Ključevi

Stavke

Atributi

Kolonske baze

- Podacima se pristupa preko kolona, a ne po vrednostima
- Obrada po kolonama daje bolje performanse
- Za čuvanje podataka koriste tzv. kolonske familije ili multidimenzionalne sortirane mape
- Kolone imaju ime i pamte veći broj vrednosti po vrsti (svaka identifikovana vremenskom oznakom)
- Do svake vrednosti može se doći preok: ključ-vrednosti, ključ-kolone i vremenske oznake
- Primeri: Cassandra (distribuirana baza za velike količine brzorastućih podataka), MariaDB ColumnStore, ClickHouse, Apache HBase, itd.
- Primer:
  - Tradicionalni (*Row-oriented*) pristup čuvanju:
    [1, Marko, Login], [2, Ana, Klik] (Čita se ceo red da bi se došlo do podatka)
  - Kolonski (*Column-oriented*) pristup čuvanju:
    [1, 2], [Marko, Ana], [Login, Klik] (Svaka kolona je zaseban fajl/celina na disku)

Kolonske baze: Cassandra

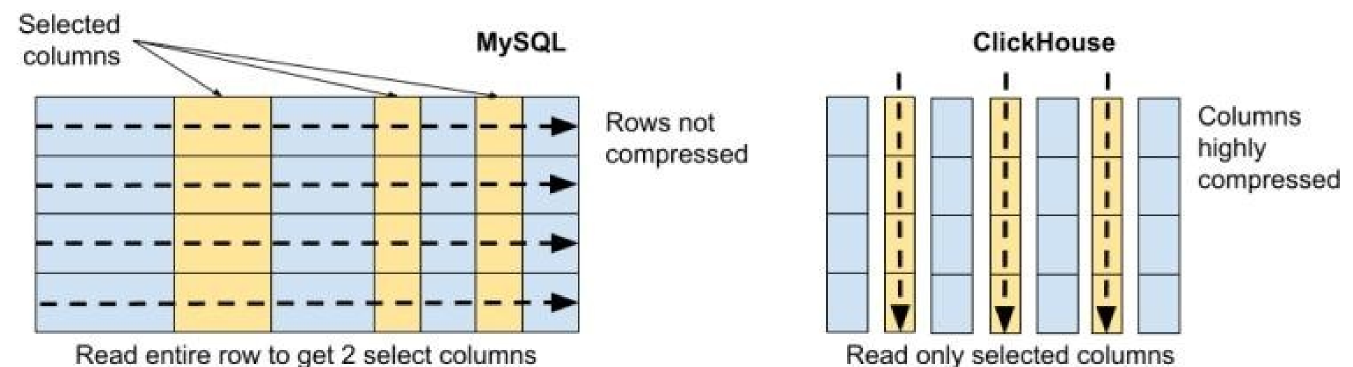
- Cassandra je distribuirana kolonska baza podataka (izvorno razvijena u Facebook-u) dizajnirana da upravlja ogromnim količinama podataka raspoređenim na velikom broju servera (klastera), bez ijedne kritične tačke prekida (*No single point of failure*).
- Koristi arhitekturu bez master čvora (svi čvorovi u mreži su jednaki).
- Podaci su organizovani u fleksibilne kolone koje se mogu dinamički dodavati.
- Njena glavna prednost je linearna skalabilnost - ako vam ponestane prostora ili brzine, samo dodate novi server u klaster.

<u>Primer iz industrije</u>:
Netflix sistemi za preporuku i istoriju gledanja.
Netflix koristi *Cassandru* za čuvanje istorije pregleda miliona korisnika u realnom vremenu. Kada pauzirate film na telefonu i nastavite na televizoru, *Cassandra* u pozadini trenutno obezbeđuje taj podatak sa najbližeg serverskog čvora. Takođe, idealna je za aplikacije za razmenu poruka (*chat aplikacije*), gde se poruke upisuju konstantno i velikom brzinom.

Kolonske baze: ClickHouse

- ClickHouse je danas jedan od najpopularnijih open-source stubnih sistema za upravljanje bazama podataka, specifično dizajniran za **OLAP** (*Online Analytical Processing*).
- Izuzetno efikasno komprimuje podatke na disku, jer su podaci u istoj koloni istog tipa (npr. sve su datumi ili sve su cene).
- Ako sistem treba da izračuna prosečnu vrednost prodaje iz milijardu redova, ClickHouse će sa diska pročitati samo kolonu sa cenama, potpuno ignorišući imena kupaca, adrese i ostale podatke.

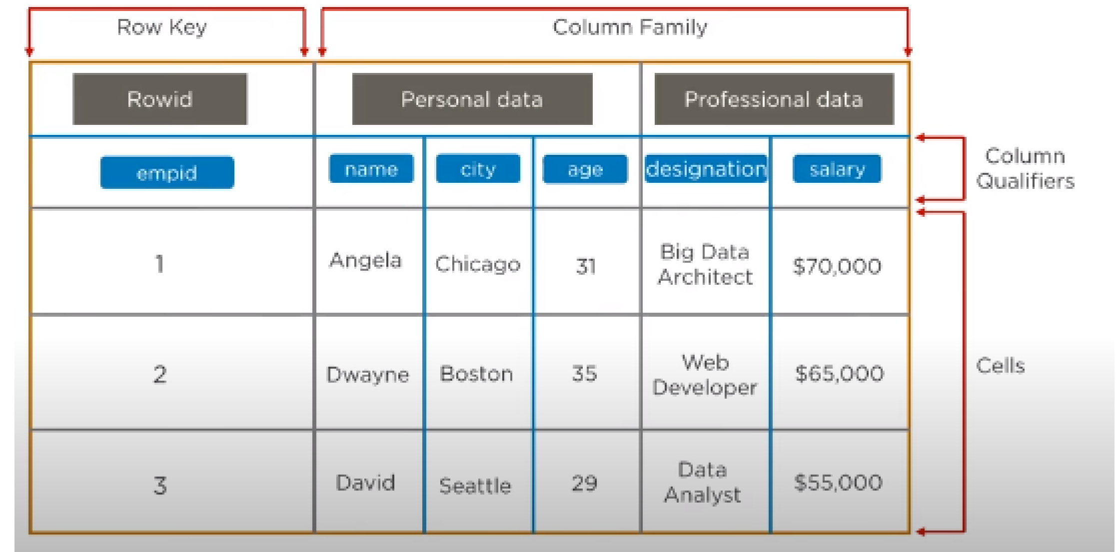
Primer iz industrije:
Veb analitika i praćenje klikova (*Clickstream*). Prvobitno ga je razvila kompanija *Yandex* za potrebe analitike poseta (slično *Google Analytics* alatu). Zamislite sistem koji u svakoj sekundi beleži milione klikova korisnika širom sveta. *ClickHouse* omogućava da se nad tim milijardama događaja u deliću sekunde izvrši upit poput: „Prikaži mi prosečno vreme zadržavanja na stranici X za korisnike iz Srbije u poslednjih sat vremena.“



Kolonske baze: Apache HBase

- HBase je distribuirana, skalabilna, NoSQL kolonska baza koja se izvršava direktno iznad *Hadoop Distributed File System* (HDFS). Modelovana je po uzoru na poznati rad o Bigtable sistemu (Google).
- Dizajnirana je da pruži nasumičan (*random*) i trenutan pristup (*low-latency*) milijardama redova i milionima kolona. Za razliku od tradicionalnih baza gde prazna polja (NULL vrednosti) zauzimaju prostor, HBase kod „retkih tabela“ (*sparse tables*) uopšte ne troši prostor za kolone koje nemaju vrednost u tom redu.

<u>Primer iz industrije</u>:
Finansijski sistemi za detekciju prevara (*Fraud Detection*) i IoT logovi. Koristi je npr. Facebook za svoj stariji sistem poruka, ali i velike banke.
Kada provučete karticu, sistem u milisekundi mora da pročešlja vašu istoriju transakcija i uporedi je sa modelima prevare kroz HBase,
dok se u pozadini vrti masivna Hadoop analitika.



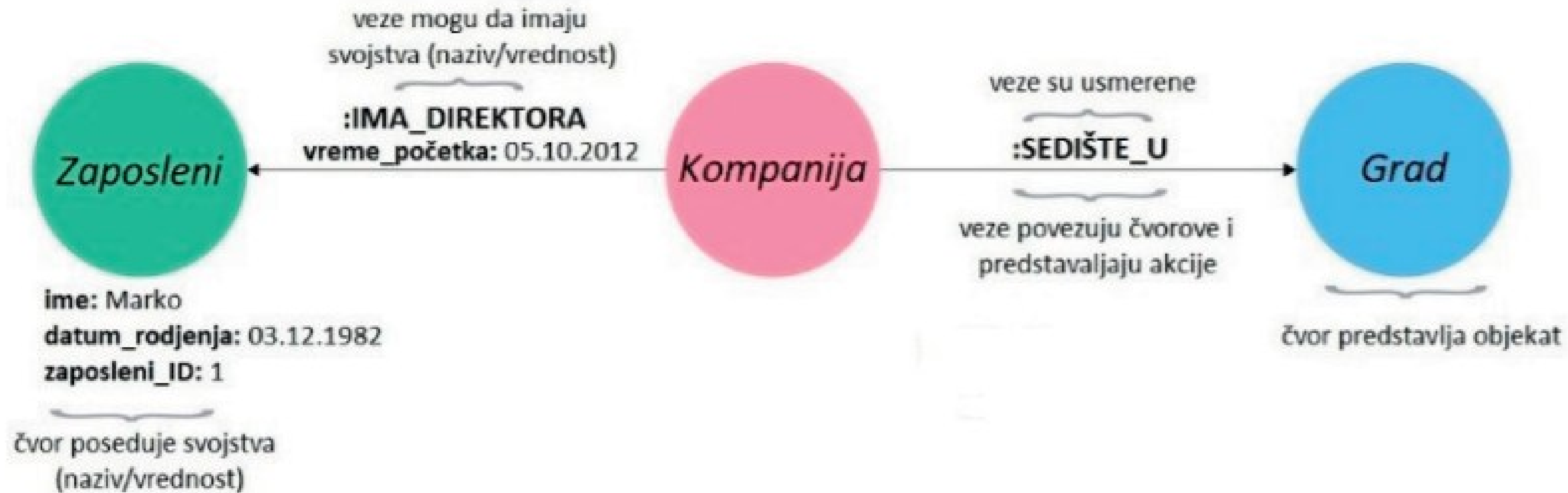
Grafovske baze (1)

- Zasnovane na teoriji grafova, uzimajući u obzir veze između podataka i tipove podataka
- Grafovi se sastoje od čvorova (entiteta), koji mogu da budu međusobno povezani neodređenim brojem veza (grana) i svojstava koji su atributi čvorova ili veza
- Cilj ovih baza: čuvanje podataka bez ograničenja koja nameću unapred definisani modeli; podaci se organizuju na način koji diktiraju priroda podataka i njihovih međusobnih veza

Grafovske baze (2)

- Organizacija podataka u bazi pokazuje kako se svaki pojedinačni entitet povezuje, odnosno u kakvoj je relaciji sa drugim entitetima.
- Problem samoreferencirajućih podataka (koji postoji kod relacionih) prevaziđen je ovde brzim prolaskom kroz čvorove i njihove veze.
- Posebna prednost ovih baza: čuvanje podataka u obliku u kom su uneti, korišćenje pokazivača za navigaciju i prolazak kroz graf.
- Primeri: AllegroGraph, GraphDB Lite, Amazon Neptune, AnzoGraph, ArangoDB, InfiniteGraph, InfoGrid, HyperGraphDB, itd.

Grafovske baze - primer



Baze zasnovane na dokumentima (1)

- Baza koja se skladišti u dokumentima, nalik na JSON (*JavaScript Object Notation*) format
- Svaki dokument opisuje jedan objekat i sadrži jedno ili više polja. Svako polje sadrži jednu vrednost nekog od predefinisanih tipova: tekstualnog, binarnog, decimalnog, datumskog ili tipa niza.
- Značaj ovih baza: podaci se unose bez pripreme, a imamo brz i jednostavan pristup podacima
- Najpopularniji predstavnik: Mongo DB
- MongoDB se sastoji od kolekcija (Collections), a u kolekcije se dodaju dokumenti.
- Ono što su kod relacionih tabele, to su Mongo kolekcije, ono što su zapisi unutar tabele, to su dokumenti u MongoDB.

Baze zasnovane na dokumentima (2)

- Ključna razlika:
  - relacione: zapisi jedne tabele moraju imati istu strukturu
  - nerelacione: dokumenti jedne kolekcije mogu imati različita polja
  - polja u različitim dokumentima mogu biti različitih tipova podataka, čak i kada modeliraju istu vrstu objekata
  - zaključak: kod MongoDB moguće kreirati veze između dokumenata koje su i 1:1 ili 1:N

Primeri kod MongoDB

```
{
  _id: "marko",
  ime: "Marko Marković",
  adrese: [
            {
              ulica: "Petra Lekovića 74",
              grad: "Užice",
              država: "Srbija"
            },
            {
              ulica: "Kostolačka 123",
              grad: "Beograd",
              država: " Srbija "
            }
          ]
}
```

Veza 1:N ostvarena uz pomoć ugnježdenih dokumenata

```
{
  _id: "orm",
  naziv: "O'Reilly Media",
  godina_osnivanja: 1980,
  država: "SAD",
  knjige: [123456789, 234567890]
}

{
  _id: 123456789,
  naslov: "MongoDB: The Definitive
Guide",
  autor: [ "Kristina Chodorow", "Mike
Dirolf" ],
  broj_strana: 216,
  jezik: "Engleski"
}

{
  _id: 234567890,
  naslov: "50 Tips and Tricks for MongoDB
Developer",
  autor: "Kristina Chodorow",
  broj_strana: 68,
  jezik: "Engleski "
}
```

Veza 1:N ostvarena referenciranjem dokumenata

MongoDB

- Pruža bogat skup opcija indeksiranja radi optimizovanja različitih vrsta upita
- Osim standardnih indeksa nad jednim poljem, ovaj proizvod nudi i sledeće vrste indeksa:
  - složene (*Compound*)
  - tekstualne (*Text*)
  - geoprostorne (*Geospatial*)
  - indekse za polja koja sadrže nizove (*Multikey*)
  - indekse koji omogućavaju upravljanje životnim vekom podataka (*Time to Live Indexes*)
  - jedinstvene indekse (*Unique Indexes*)
- Sposobnost skladištenja fajlova bilo koje vrste i veličine
- *Aggregation Framework* – analiza podataka u samoj bazi

MEAN i MERN

- *MEAN* i *MERN full stack* tehnologije u osnovi imaju
  Mongo DB kao nerelacionu bazu, ali bi ta komponenta mogla da bude zamenjena i relacionom (kada je potrebno).
- *NodeJS* treba da instalira i učita potrebnu biblioteku,
  kao što se u svim veb aplikacijama preko drajvera aplikacija konektuje na samu bazu.
- Instalacija:
  - npm install mongodb –save
  - npm install mysql –save
- Korišćenje:
  - var mongo = require('mongodb');
  - var mysql = require('mysql');

NodeJS + Mongoose

RAD SA NERELACIONOM BAZOM

Konekcija sa mongoose

- Moramo da znamo putanju do mongodb i naziv baze
- Pokrenuti Mongo konekciju! (iz MongoDB Compass ili Robo 3T)
- Primer:

```
const mongoose = require('mongoose');
async function connectDB() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza', {
      useNewUrlParser: true,
      useUnifiedTopology: true,
    });
    console.log('Uspesna konekcija na bazu preko Mongoose-a!');
  } catch (err) {
    console.error('Greška prilikom konekcije:', err.message);
  }
}
connectDB();
```

Konekcija sa MongoDB driver

- Primer:

```
const { MongoClient } = require('mongodb');
const url = 'mongodb://localhost:27017';
const dbName = 'mojabaza';

async function connectDB() {
  const client = new MongoClient(url);

  try {
    await client.connect();
    console.log('Uspesna konekcija na bazu preko MongoClient-a!');
    const db = client.db(dbName);
    // možeš odmah raditi db.collection('users').find()
  } catch (err) {
    console.error('Greška prilikom konekcije:', err.message);
  } finally {
    await client.close();
  }
}

connectDB();
```

Kreiranje kolekcije pomoću scheme i modela

```
const mongoose = require('mongoose');
// 1. Konekcija na MongoDB
async function connectDB() {
  try {
    await
     mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza', {
      useNewUrlParser: true,
      useUnifiedTopology: true,
    });
    console.log('Uspesna konekcija na bazu!');
  } catch (err) {
    console.error('Greška prilikom konekcije:', err.message);
  }
}

// 2. Definicija šeme i modela (npr. za korisnike)
const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});
```

```
const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

// 3. Kreiranje kolekcije implicitno preko modela
async function init() {
  await connectDB();

  try {
    // Ova naredba će kreirati kolekciju ako ne postoji
    await Korisnik.init();
    console.log('Kolekcija je uspesno kreirana preko Mongoose!');
  } catch (err) {
    console.error('Greška prilikom kreiranja kolekcije:',
                  err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}

init();
```

Ubacivanje podataka u kolekciju sa *save()*

- Mongoose-u nema direktno insertOne i insertMany funkcija, kao u prirodnom MongoDB driveru, ali postoje ekvivalentne metode:
  - new Model(doc).save() → ekvivalent insertOne
  - Model.insertMany(docs) → ekvivalent insertMan

```
const mongoose = require('mongoose');

const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});

const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza', {
      useNewUrlParser: true,
      useUnifiedTopology: true,
    });
    console.log('Uspesna konekcija na bazu!');
```

```
// insertOne ekvivalent
    const noviKorisnik = new Korisnik({
      ime: 'Petar Petrović',
      email: 'petar@example.com'
    });

    const sacuvan = await noviKorisnik.save();
    console.log('Ubacen jedan korisnik:', sacuvan);

  } catch (err) {
    console.error('Greška:', err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}

main();
```

Ubacivanje podataka u kolekciju sa *insertMany()*

```
const mongoose = require('mongoose');

const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});

const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza', {
      useNewUrlParser: true,
      useUnifiedTopology: true,
    });
    console.log('Uspesna konekcija na bazu!');
```

```
    // insertMany ekvivalent
    const korisnici = [
      { ime: 'Ana Anić', email: 'ana@etf.rs' },
      { ime: 'Marko Marković', email: 'marko@etf.rs' }
    ];

    const ubaceni = await Korisnik.insertMany(korisnici);
    console.log('Ubaceno više korisnika:', ubaceni);

  } catch (err) {
    console.error('Greška:', err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}

main();
```

Dohvatanje podataka - findOne

```
const mongoose = require('mongoose');
const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});
const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

    // Dohvati jednog korisnika na osnovu email-a
    const korisnik = await Korisnik.findOne({ email: 'ana@example.com' });

    if (korisnik) {
      console.log('Pronadjen korisnik:', korisnik);
    } else {
      console.log('Nije pronadjen korisnik sa datim email-om.');
    }

  } catch (err) {
    console.error('Greška:', err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}
main();
```

Dohvatanje podataka - find

```
const mongoose = require('mongoose');
const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});

const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

    // Dohvati sve korisnike
    const sviKorisnici = await Korisnik.find();
    console.log('Lista svih korisnika:', sviKorisnici);

    // Dohvati sve korisnike sa određenim uslovom
    const samoAna = await Korisnik.find({ ime: 'Ana Anić' });
    console.log('Samo Ana:', samoAna);

  } catch (err) {
    console.error('Greška:', err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}
main();
```

Dohvatanje podataka - različiti filteri (1)

```
const mongoose = require('mongoose');

const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  godine: { type: Number, required: true },
  aktivan: { type: Boolean, default: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});

const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

    // 1. Dohvati korisnike sa tačnim imenom
    const ana = await Korisnik.find({ ime: 'Ana Anić' });
    console.log('Ana:', ana);

    // 2. Dohvati korisnike starije od 25 godina
    const stariji = await Korisnik.find({ godine: { $gt: 25 } });
    console.log('Stariji od 25:', stariji);

    // 3. Dohvati korisnike čije godine su između 20 i 30
    const mladi = await Korisnik.find({ godine: { $gte: 20, $lte: 30 } });
    console.log('Godine između 20 i 30:', mladi);
```

Operatori u filterima	
$gt	veće od
$gte	veće ili jednako
$lt	manje od
$lte	manje ili jednako
$ne	nije jednako
$in	vrednost je u listi
$nin	vrednost nije u listi
RegEx	pretraga stringa po obrascu

Dohvatanje podataka - različiti filteri (2)

```
    // 4. Dohvati korisnike koji su aktivni
    const aktivni = await Korisnik.find({ aktivan: true });
    console.log('Aktivni korisnici:', aktivni);

    // 5. Kombinovani uslovi (npr. aktivni i stariji od 25)
    const aktivniStariji = await Korisnik.find({ aktivan: true, godine: { $gt: 25 } });
    console.log('Aktivni stariji od 25:', aktivniStariji);

    // 6. Pretraga sa regularnim izrazom (ime koje počinje na "A")
    const regexPretraga = await Korisnik.find({ ime: /^A/ });
    console.log('Imena koja počinju na A:', regexPretraga);

    // 7. Dohvati samo određena polja (projection)
    const samoImeEmail = await Korisnik.find({}, 'ime email');
    console.log('Samo ime i email:', samoImeEmail);

  } catch (err) {
    console.error('Greška:', err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}

main();
```

Sortiranje i paginacija

```
const mongoose = require('mongoose');

const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  godine: { type: Number, required: true },
  aktivan: { type: Boolean, default: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});

const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

    // Primer paginacije
    const page = 2;   // željena stranica
    const limit = 3;  // broj rezultata po stranici
    const skip = (page - 1) * limit;

    const korisnici = await Korisnik.find({ aktivan: true })
      .sort({ godine: -1 })   // sortiraj po godinama (opadajuće)
      .skip(skip)             // preskoči rezultate sa prethodnih stranica
      .limit(limit)           // uzmi samo "limit" rezultata
      .select('ime godine email'); // vrati samo ova polja

    console.log(`Stranica ${page}:`, korisnici);

    // Ukupan broj aktivnih korisnika (za izračunat broja stranica)
    const totalCount = await Korisnik.countDocuments({ aktivan: true });
    const totalPages = Math.ceil(totalCount / limit);
    console.log(`Ukupno stranica: ${totalPages}`);

  } catch (err) {
    console.error('Greška:', err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}

main();
```

- **sort({ godine: -1 })** - sortiranje po godinama, od najvećih ka najmanjim (1 za rastuće, -1 za opadajuće)
- **skip((page - 1) * limit)** - preskoči rezultate iz prethodnih stranica
- **limit(max)** - ograniči broj rezultata po stranici
- **countDocuments()** - izračunava ukupan broj dokumenata da bi znao koliko ima stranica

Brisanje zapisa (dokumenta) - *deleteOne*

```
const mongoose = require('mongoose');

const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  godine: { type: Number, required: true },
  aktivan: { type: Boolean, default: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});

const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

    //Brisanje jednog korisnika prema email adresi
    const resultOne = await Korisnik.deleteOne({ email: "pera@example.com" });
    console.log("Rezultat deleteOne:", resultOne);
    // { acknowledged: true, deletedCount: 1 }
```

Brisanje više zapisa - *deleteMany*

```
//Brisanje svih korisnika mlađih od 18 godina
    const resultMany = await Korisnik.deleteMany({ godine: { $lt: 18 } });
    console.log("Rezultat deleteMany:", resultMany);
    // { acknowledged: true, deletedCount: N }

  } catch (err) {
    console.error("Greška:", err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}
```

- deleteOne(filter) – briše samo prvi dokument koji ispunjava uslov
- deleteMany(filter) – briše sve dokumente koji ispunjavaju uslov
- Rezultat u oba slučaja vraća objekat sa poljima:
  - acknowledged: true - znači da je server potvrdio operaciju
  - deleteCount - broj obrisanih dokumenata

Brisanje cele kolekcije - *drop*

```
const mongoose = require('mongoose');
const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: { type: String, required: true },
  email: { type: String, required: true, unique: true },
  godine: { type: Number, required: true },
  aktivan: { type: Boolean, default: true },
  datumKreiranja: { type: Date, default: Date.now }
});
const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

    // Brisanje cele kolekcije "korisnici"
    await Korisnik.collection.drop();
    console.log("Kolekcija 'korisnici' je obrisana!");
  } catch (err) {
    if (err.code === 26) {
      console.log("Kolekcija ne postoji, pa nije mogla biti obrisana.");
    } else {
      console.error("Greška:", err.message);
    }
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}

main();
```

- **Korisnik.collection.drop()** - briše kompletnu kolekciju sa svim dokumentima i indeksima.
- Ako kolekcija ne postoji, MongoDB baca grešku sa kodom 26, pa je zato dobro uhvatiti i taj slučaj.
- Za razliku od **deleteMany({})** koji briše sve dokumente, ali kolekcija i dalje postoji, **drop()** briše i samu kolekciju.

Ažuriranje zapisa - *updateOne*

- Kada ažuriramo jedan dokument, koristimo funkciju **updateOne**, koja kao parametre očekuje dve vrednosti: upit-objekat koji menjamo (param. 1) i objekat koji sadrži nove vrednosti (param. 2)

```
const mongoose = require('mongoose');
const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: String,
  email: String,
  godine: Number,
  aktivan: Boolean
});
const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

    //Ažurira jednog korisnika po email adresi
    const result = await Korisnik.updateOne(
      { email: "pera@example.com" },          // filter
      { $set: { aktivan: false, godine: 30 } } // update
    );
console.log("Rezultat updateOne:", result);
  } catch (err) {
    console.error("Greška:", err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}

main();
```

Ažuriranje više zapisa - *updateMany*

- Koristimo metodu **updateMany** i ponovo operator **$set**

```
async function updateAllInactive() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

    // Ažurira sve korisnike starije od 25 godina, postavlja aktivan = false
    const result = await Korisnik.updateMany(
      { godine: { $gt: 25 } },          // filter
      { $set: { aktivan: false } }      // update
    );

    console.log("Rezultat updateMany:", result);
  } catch (err) {
    console.error("Greška:", err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}
updateAllInactive();
```

- **updateOne()** - menja prvi dokument koji odgovara filteru.
- **updateMany()** - menja sve dokumente koji odgovaraju filteru.
- Rezultat koji se vraća sadrži:
  - **acknowledged: true**
  - **matchedCount** (koliko dokumenata je pronađeno)
  - **modifiedCount** (koliko dokumenata je zaista izmenjeno)

Upiti sa limit i sort funkcijama

- Kada unutar SELECT želimo da dobijemo samo nekoliko dokumenata (zapisa), koristimo LIMIT

```
const mongoose = require('mongoose');
const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: String,
  email: String,
  godine: Number,
  aktivan: Boolean
});
const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);

async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza’);
    const korisnici = await Korisnik.find({ aktivan: true })
      .limit(3)                // ograniči rezultat na najviše 3 dokumenta
      .sort({ godine: -1 });   // opciono: sortiraj po godinama opadajuće

    console.log('Najviše 3 aktivna korisnika:', korisnici);
  } catch (err) {
    console.error('Greška:', err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}
main();
```

Upiti sa limit i skip funkcijama za paginaciju

```
const mongoose = require('mongoose');
const korisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: String,
  email: String,
  godine: Number,
  aktivan: Boolean
});
const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', korisnikSchema);
async function main() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');
    const page = 2;      // druga stranica
    const limit = 3;     // broj dokumenata po stranici
    const skip = (page - 1) * limit;
    const korisnici = await Korisnik.find({ aktivan: true })
      .sort({ godine: -1 })  // sortiranje po godinama opadajuće
      .skip(skip)            // preskoči dokumente sa prethodnih stranica
      .limit(limit);         // uzmi samo "limit" dokumenata
    console.log(`Stranica ${page}:`, korisnici);
  } catch (err) {
    console.error('Greška:', err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}
main();
```

- **skip(n)** - preskače n dokumenata (koristi se za prelazak na sledeću stranicu).
- **limit(n)** - vraća maksimalno n dokumenata po stranici.
- Kombinacija **sort + skip + limit** daje standardnu paginaciju sa opcionalnim sortiranje.

Spajanje - korak 1) Definišemo šeme

- U Mongoose-u se koristi referenciranje dokumenata i metoda populate(), koja nam omogućava da „spojimo“ dokument iz druge kolekcije.
- Primer sa dve kolekcije: **Korisnici** i **Komentari**
- **ref: 'Komentar'** govori Mongoose-u da je ovo **referenca** na dokument u kolekciji **Komentar.**

```
const mongoose = require('mongoose');

const KomentarSchema = new mongoose.Schema({
  text: String,
  datum: { type: Date, default: Date.now }
});

const KorisnikSchema = new mongoose.Schema({
  ime: String,
  email: String,
  komentari: [{ type: mongoose.Schema.Types.ObjectId, ref: 'Komentar' }] // reference
});

const Komentar = mongoose.model('Komentar', KomentarSchema);
const Korisnik = mongoose.model('Korisnik', KorisnikSchema);
```

Spajanje - korak 2) Ubacivanje primera podataka

```
async function main() {
  await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

  // Kreiraj komentare
  const k1 = await new Komentar({ text: 'Prvi komentar' }).save();
  const k2 = await new Komentar({ text: 'Drugi komentar' }).save();

  // Kreiraj korisnika i poveži komentare
  const korisnik = new Korisnik({
    ime: 'Petar',
    email: 'petar@example.com',
    komentari: [k1._id, k2._id]
  });

  await korisnik.save();
  console.log('Korisnik sa komentarima kreiran!');
  await mongoose.disconnect();
}

main();
```

Spajanje - korak 3) Dohvatanje podataka sa „join“

- **Mongoose ne koristi striktni SQL join, već referenciranje i populate.**
- **.populate('komentari’)** - automatski zamenjuje _id polja sa pravim dokumentima iz kolekcije Komentar.
- **$lookup** se koristi u MongoDB agregacionom radnom okviru, dok *populate* pruža jednostavniji API za klasične „relacije“ u aplikacijama.

```
async function fetchKorisnik() {
  await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');

  const korisnik = await Korisnik.findOne({ ime: 'Petar' }).populate('komentari');
  console.log('📌 Korisnik sa komentarima:', korisnik);

  await mongoose.disconnect();
}

fetchKorisnik();
```

Primer agregacije sa $lookup

- Šeme iste kao u koraku 1) prethodnog primera.

```
async function fetchKorisniciSaKomentarima() {
  try {
    await mongoose.connect('mongodb://localhost:27017/mojabaza');
    const rezultat = await Korisnik.aggregate([
      {
        $lookup: {
          from: "komentars",        // ime kolekcije u bazi
          localField: "komentari", // polje u Korisnik dokumentu koje sadrži _id-jeve
          foreignField: "_id",      // polje u kolekciji komentara koje se spaja
          as: "komentariInfo"       // novo polje koje će sadržati spajanje
        }
      },
      {
        $project: { ime: 1, email: 1, komentariInfo: 1 } // opcionalno: izaberemo polja
      }
    ]);
    console.log("Korisnici sa komentarima:", JSON.stringify(rezultat, null, 2));
  } catch (err) {
    console.error("Greška:", err.message);
  } finally {
    await mongoose.disconnect();
  }
}
fetchKorisniciSaKomentarima();
```

- **from** - ime kolekcije sa kojom spajamo (*Komentar* kolekcija u MongoDB-u se automatski pluralizuje u *komentars*).
- **localField** - polje u trenutnoj kolekciji koje sadrži reference (*komentari*).
- **foreignField** - polje u drugoj kolekciji koje se koristi za spajanje (*_id*).
- **as** - ime polja u izlaznom dokumentu, gde će se smestiti spojeni podaci.
- Rezultat je niz dokumenata, gde svaki korisnik sada ima polje komentariInfo koje sadrži stvarne komentare.

NodeJS + MySQL

RAD SA RELACIONOM BAZOM

Kreiranje konekcije pomoću mysql2

- Koristi se paket mysql2, koji podržava *Promise* / *async* / *await*

```
// Instalirati: npm install mysql2
const mysql = require('mysql2/promise'); // koristimo promise verziju
async function main() {
  let con;
  try {
    con = await mysql.createConnection({                    //vraća Promise, pa se koristi await
      host: "localhost",
      user: "korime",
      password: "lozinka",
      database: "mojaBaza" // opciono
    });
    console.log("Uspesno ste se konektovali!");
    // Primer jednostavnog upita
    const [rows, fields] = await con.execute('SELECT NOW() AS sada’);  //vraća [rows, fields], lakše za obradu rezultata
    console.log("Trenutno vreme:", rows[0].sada);
  } catch (err) {
    console.error("Greška:", err.message);
  } finally {
    if (con) await con.end();                                          //zatvara konekciju (uvek u finally bloku)
  }
}
main();
```

SELECT upiti u MySQL

- Svaka naredba zove se upit, i nad konektovanom bazom može da se izvrši (MySQL ima podršku za CRUD upite). Nakon izvršenog upita, dobijamo rezultat (MySQL result kao povratnu vrednost).

```
// Instalirati: npm install mysql2
const mysql = require('mysql2/promise');
async function main() {
  let con;
  try {
    //Konekcija ka bazi
    con = await mysql.createConnection({
      host: "localhost",
      user: "korime",
      password: "lozinka",
      database: "mojaBaza"
    });
    console.log("Konektovani na bazu!");
    //Jednostavan SELECT upit
    const [rows, fields] = await con.execute('SELECT * FROM korisnici');
    console.log("Rezultati upita:");
    rows.forEach((row, index) => {
      console.log(`${index + 1}. Ime: ${row.ime}, Email: ${row.email}, Godine: ${row.godine}`);
    });
```

- **await con.execute(query, params)**
  - query => SQL upit
  - params => niz vrednosti koje se bezbedno ubacuju u upit (? služi kao placeholder)
- **[rows, fields]**
  - rows => niz rezultata (objekti sa poljima iz tabele)
  - fields => metapodaci kolona (ne mora da se koristi često)

Parametrizovani SELECT upiti u MySQL

- **Parametrizovani upiti**
  - Sprečavaju SQL injection
  - Primer: 'SELECT * FROM korisnici WHERE email = ?' i [userEmail]

```
    // Parametrizovani SELECT (sigurnije za korisnički unos)
    const userEmail = 'pera@example.com';
    const [userRows] = await con.execute('SELECT * FROM korisnici WHERE email = ?', [userEmail]);

    console.log("Rezultat parametrizovanog upita:", userRows);

  } catch (err) {
    console.error("Greška:", err.message);
  } finally {
    if (con) await con.end();
  }
}

main();
```

Kreiranje nove baze iz Node skripte

```
// Instalirati: npm install mysql2
const mysql = require('mysql2/promise');

async function main() {
  let con;
  try {
    // Konekcija ka MySQL serveru (bez selektovane baze)
    con = await mysql.createConnection({
      host: "localhost",
      user: "korime",
      password: "lozinka"
    });
    console.log("Konektovani na MySQL server!");

    // Kreiranje baze
    const dbName = "mojaNovaBaza";
    await con.execute(`CREATE DATABASE IF NOT EXISTS \`${dbName}\``);
    console.log(`Baza podataka "${dbName}" je kreirana (ili već postoji)!`);
  } catch (err) {
    console.error("Greška:", err.message);
  } finally {
    if (con) await con.end();
  }
}
main();
```

Kreiranje nove tabele iz Node skripte

```
// Uvoz mysql2 paketa u promise verziji

const mysql = require('mysql2/promise');
async function main() {
  // Kreiranje konekcije sa serverom
  const connection = await mysql.createConnection({
    host: 'localhost',
    user: 'root',
    password: 'tvoja_lozinka'  // promeniti lozinku
  });
  try {
    // Kreiranje nove baze podataka (ako ne postoji)
    await connection.query(`CREATE DATABASE IF NOT EXISTS moja_baza`);
    console.log('Baza je kreirana ili već postoji.');
    // Koriscenje te baze
    await connection.query(`USE moja_baza`);
    // Kreiranje nove tabele
    const createTableQuery = `
      CREATE TABLE IF NOT EXISTS studenti (
        id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
        ime VARCHAR(50) NOT NULL,
        prezime VARCHAR(50) NOT NULL,
        godina_studija INT
      )
    `;
await connection.query(createTableQuery);
    console.log('Tabela "studenti" je kreirana ili već postoji.');

  } catch (err) {
    console.error('Došlo je do greške:', err);
  } finally {
    // Zatvaranje konekcije
    await connection.end();
  }
}
// Pokretanje funkcije
main();
```

Zakasnelo dodavanje kolone

```
// Uvoz mysql2 paketa u promise verziji
const mysql = require('mysql2/promise');
async function main() {
    const connection = await mysql.createConnection({
        host: 'localhost',
        user: 'root',
        password: '',
        database: 'ime_moje_baze',
      });
    try {
        // Dodavanje nove kolone "email" u tabelu "studenti"
        const alterTableQuery = `
          ALTER TABLE studenti
          ADD COLUMN email VARCHAR(100) AFTER prezime
        `;

        await connection.query(alterTableQuery);
        console.log('Kolona "email" je uspešno dodata u tabelu "studenti".');
      } catch (err) {
        console.error('Došlo je do greške prilikom ALTER TABLE:', err);
      } finally {
        await connection.end();
      }
}
main();
```

Ubacivanje podatka u bazu (INSERT)

```
const mysql = require('mysql2/promise');

async function main() {
  const connection = await mysql.createConnection({
    host: 'localhost',
    user: 'root',
    password: 'lozinka',
    database: 'moja_baza'
  });

  try {
    // --- Ubacivanje jednog reda ---
    const insertOneQuery = `
      INSERT INTO studenti (ime, prezime, godina_studija, email)
      VALUES (?, ?, ?, ?)
    `;
    await connection.query(insertOneQuery, ['Marko', 'Marković', 2, 'marko@example.com']);
    console.log('Jedan red je ubačen.');

    // --- Ubacivanje više redova odjednom ---
    const insertMultipleQuery = `
      INSERT INTO studenti (ime, prezime, godina_studija, email)
      VALUES ?
    `;
const values = [
      ['Ana', 'Anić', 1, 'ana@example.com'],
      ['Jovan', 'Jovanović', 3, 'jovan@example.com'],
      ['Mila', 'Milić', 2, 'mila@example.com']
    ];
    await connection.query(insertMultipleQuery, [values]);
    console.log('Više redova je ubačeno.');

  } catch (err) {
    console.error('Došlo je do greške prilikom INSERT:', err);
  } finally {
    await connection.end();
  }
}

main();
```

Filter WHERE i ORDER BY sortiranje

```
const mysql = require('mysql2/promise');

async function main() {
  const connection = await mysql.createConnection({
    host: 'localhost',
    user: 'root',
    password: 'lozinka',
    database: 'moja_baza'
  });

  try {
    // SELECT ime i email gde je godina_studija = 2,
    // sortirano po imenu
    const selectQuery = `
      SELECT ime, email
      FROM studenti
      WHERE godina_studija = ?
      ORDER BY ime ASC
    `;
```

```
const [rows, fields] = await connection.query(selectQuery, [2]);

    console.log('Rezultati upita:');
    rows.forEach(row => {
      console.log(`Ime: ${row.ime}, Email: ${row.email}`);
    });

  } catch (err) {
    console.error('Došlo je do greške prilikom SELECT:', err);
  } finally {
    await connection.end();
  }
}

main();
```

Brisanje podataka (DELETE) i brisanje tabele (DROP)

```
const mysql = require('mysql2/promise');

async function main() {
  const connection = await mysql.createConnection({
    host: 'localhost',
    user: 'root',
    password: 'lozinka',
    database: 'moja_baza'
  });

  try {
    // --- Brisanje jednog reda ---
    const deleteQuery = `
      DELETE FROM studenti
      WHERE ime = ? AND prezime = ?
    `;
    const [deleteResult] = await connection.query(deleteQuery, ['Marko', 'Marković']);
    console.log(`Broj obrisanih redova: ${deleteResult.affectedRows}`);

    // --- Brisanje cele tabele ---
    const dropTableQuery = `
      DROP TABLE IF EXISTS studenti
    `;
    await connection.query(dropTableQuery);
    console.log('Tabela "studenti" je obrisana.');

  } catch (err) {
    console.error('Došlo je do greške:', err);
  } finally {
    await connection.end();
  }
}

main();
```

Ažuriranje podataka (UPDATE)

```
const mysql = require('mysql2/promise');

async function main() {
  const connection = await mysql.createConnection({
    host: 'localhost',
    user: 'root',
    password: 'lozinka',
    database: 'moja_baza'
  });

  try {
    // --- UPDATE jednog reda ---
     const updateOneQuery = `
      UPDATE studenti
      SET email = ?
      WHERE ime = ? AND prezime = ?
    `;
    const [updateOneResult] = await connection.query(updateOneQuery, ['marko.novimejl@example.com', 'Marko', 'Jarić']);
    console.log(`Broj izmenjenih redova (jedan red): ${updateOneResult.affectedRows}`);
```

```
// --- UPDATE više redova odjednom ---
    const updateMultipleQuery = `
      UPDATE studenti
      SET godina_studija = ?
      WHERE godina_studija = ?
    `;
    const [updateMultipleResult] =
                await connection.query(updateMultipleQuery, [3, 2]);
    console.log(`Broj izmenjenih redova (više redova):
                         ${updateMultipleResult.affectedRows}`);
  } catch (err) {
    console.error('Došlo je do greške prilikom UPDATE:', err);
  } finally {
    await connection.end();
  }
}
main();
```

Spajanje tabela (JOIN)

```
const mysql = require('mysql2/promise');
async function main() {
  const connection = await mysql.createConnection({
    host: 'localhost',
    user: 'root',
    password: 'lozinka',
    database: 'moja_baza'
  });
  try {    // JOIN tabela studenti i predmeti po student_id
    const joinQuery = `
      SELECT s.ime, s.prezime, p.naziv AS predmet FROM studenti s
      INNER JOIN predmeti p ON s.id = p.student_id
      ORDER BY s.ime ASC
    `;
    const [rows, fields] = await connection.query(joinQuery);
    console.log('Rezultati JOIN upita:');
    rows.forEach(row => {
      console.log(`Student: ${row.ime} ${row.prezime}, Predmet: ${row.predmet}`);
    });
  } catch (err) {
    console.error('Došlo je do greške prilikom JOIN:', err);
  } finally {
    await connection.end();
  }
}
main();
```

Moderni pristup: ORM i Query Builder alati

- Problem sa sirovim upitima u kodu:
  - Složenost održavanja velikih SQL upita unutar string-ova u JS.
  - Rizik od grešaka u kucanju naziva tabela i kolona, koje se otkrivaju tek u vremenu izvršavanja.
  - Bezbedonosti rizici (ako se ne koriste recimo iskazi za pripremu upita – *prepared statements*).
- Rešenje: Apstrakcija baze podataka
  - Umesto pisanja tekstualnih upita, bazi pristupamo kroz programski kod i objekte.
- Dve glavne kategorije alata:
  - Query Builder (graditelji upta): Alati koji omogućavaju programsko i dinamičko konstruisanje SQL upita kroz JavaScript/TypeScript funkcije.
  - Objektno relaciono mapiranje (ORM): Napredniji alati koji potpuno preslikavaju tabele iz baze u klase i objekte u kodu, omogućavajući rad sa bazom bez ikakvog pisanja SQL koda.

Standardi moderne softverske industrije

- ***Prisma*** (moderni ORM)
  - Trenutno najpopularniji ORM za Node.js i TypeScript.
  - Koristi sopstveni deklarativni jezik (`schema.prisma`) za definisanje modela i automatsko generisanje migracija.
  - Pruža potpunu tipsku bezbednost (*Type Safety*) - editor koda tačno zna koje kolone postoje u bazi i nudi automatsko popunjavanje (*auto-complete*).
- ***Drizzle ORM***
  - Beleži ogroman rast i popularnost. Filozofija: „Ako znate SQL, onda znate i Drizzle“.
  - Izuzetno brz, lagan i omogućava pisanje upita koji izgledaju skoro identično kao SQL, ali su potpuno tipski bezbedni.
- Tradicionalni alati
  - ***Sequelize*** / ***TypeORM***: Dugo godina bili standardi, ali polako ustupaju mesto modernijim rešenjima (*Prisma*/*Drizzle*) zbog kompleksnosti i slabije podrške za *TypeScript* performanse.

Primer: sirovi *SQL* i *Prisma ORM*

- Pristup preko sirovog SQL (mysql2)

```
const [rows] = await connection.query(
  'SELECT * FROM studenti WHERE prosek > ?', [8.5]
);
```

Dok ne izvršimo SQL kod, ne vidimo grešku (npr. u nazivu tabele <u>studenti</u> ili kolone *prosek*).

- Moderni pristup preko ORM (Prisma)

```
const uspesniStudenti = await prisma.studenti.findMany({
  where: {
    prosek: { gt: 8.5 }
  }
});
```

Ako programer pogreši slovo u <u>prosek</u>, *TypeScript* i editor koda će odmah podvući crvenom bojom i prijaviti grešku pre pokretanja aplikacije!

Zaključak

- *Node.js* možemo povezivati sa kojom god želimo bazom
- Najčešće su korićene u kombinaciji sa *Node.js*:
  - MySQL (relaciona)
  - PostgreSQL (relaciona)
  - MongoDB (nerelaciona, po dokumentima)
  - Redis (nerelaciona, ključ-vrednost)
  - SQL Lite (relaciona)
- Svi praktični primeri u ovoj PPT koriste sirove SQL upite preko *connection.query( )*. Sirovi upiti retko pišu direktno u komercijalnim aplikacijama zbog održavanja i bezbednosti.
- Moderni pristup čine *ORM* i *Query Builder* alati
  - *Prisma* (trenutno najpopularniji ORM za *Node.js* i *TypeScript*)
  - *Drizzle ORM* (izuzetno brz i moderan tipski bezbedan alat)
  - *Sequelize* / *TypeORM* (tradicionalni ORM alati)

Hvala na pažnji ☺

PITANJA?