



Sveučilište u Rijeci
University of Rijeka
<http://www.uniri.hr>

Polytechnica: Journal of Technology Education, Volume 7, Number 1 (2023)
Politehnika: Časopis za tehnički odgoj i obrazovanje, Svezak 7, Broj 1 (2023)



Politehnika
Polytechnica
<http://www.politehnika.hr/journal>
cte@uniri.hr

DOI: <https://doi.org/10.36978/cte.7.1.2>

Stručni članak
Professional paper
UDK: 004.65

Usporedba alata za modeliranje podataka u procesu izrade baze podataka

Tina Vicković

Prirodoslovno-matematički fakultet
Sveučilište u Splitu
Ruđera Boškovića 33
tina.vickovic@pmfst.hr

Monika Mladenović

Prirodoslovno-matematički fakultet
Sveučilište u Splitu
Ruđera Boškovića 33
monika.mladenovic@pmfst.hr

Sažetak

Modeliranje podataka je najvažniji dio dizajniranja baze podataka ali i cijelog informacijskog sustava. U procesu izrade relacijske baze podataka kreiranje modela podataka je ključno jer naknadne promjene na bazi podataka nisu poželjne. U prvoj fazi izrade uzimaju se specifikacije od korisnika koje služe za modeliranje podataka. Iz definiranih specifikacija izrađuje se model podataka koji se kreira u tri osnovne faze: izrada konceptualnog, logičkog i na kraju relacijskog, odnosno fizičkog modela. Dok se konceptualni model radi „na papiru“, odnosno skiciraju se osnovni entiteti, atributi i veze, izrada logičkog modela u čestu uključuje korištenje nekog alata za modeliranje podataka. Ovisno o alatu, iz logičkog modela se može napraviti i relacijski model koji se već smatra dijelom fizičke izrade baze podataka. Pri podučavanju baza podataka i modeliranja kao prve faze iznimno je važno odabrati alat koji je dovoljno jednostavan za studente ali i dovoljno složen da se lako može preslikati na realne sustave u praksi. U ovom radu se kroz izradu modela podataka za bazu podataka o zaposlenicima prikazuje proces izrade modela pomoću različitih alata. Prikazana je usporedba u mogućnostima i opcijama različitih alata za modeliranje, kako besplatnih tako i onih koji su dostupni uz plaćanje pri izradi baze podataka.

Ključne riječi: baza podataka; model podataka; relacijski model; modeliranje podataka; sustav za upravljanje bazom podataka.

1 Uvod

Modeliranje podataka za bazu podataka je proces dizajniranja i izrade konceptualne reprezentacije strukture, veza, te pravila između podataka u sustavu baze podataka. Uključuje identificiranje entiteta, atributa, te veza između entiteta.

Najčešća definicija opisuje modeliranje podataka kao proces stvaranja modela baza podataka. Međutim, ta definicija je dosta opširna i postavlja

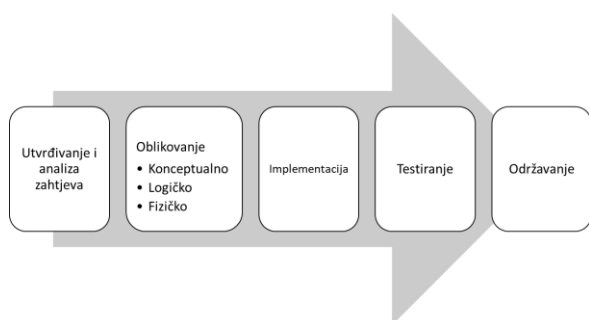
pitanje o samoj prirodi modela baza podataka i njihovoj važnosti u procesu izrade baza podataka. Bilo da se model baze podataka koristi kao dio većeg sustava ili samostalno pruža podršku različitim programima baza podataka, obično se razvija kao zaseban entitet s posebnim razvojnim procesom. Ovaj proces često je povezan s razvojem aplikacija koje će kasnije koristiti tu bazu podataka.

Ovaj rad se temelji na usporedbi alata za proces modeliranja baza podataka, što je ključni dio razvoja

baza podataka. Jedan od kriterija usporedbe je i primjenjivost u nastavi na prijediplomskom studiju, u kolegijima vezanim uz baze podataka.

2 Modeliranje podataka u razvoju baze podataka

Modeliranje podataka je kreativni proces koji se izvodi na početku dizajniranja bilo kojeg računalnog sustava, a odnosi se na vizualnu reprezentaciju informacija o sustavu koji se dizajnira. Temeljem takve skice o odnosu i vrsti podataka sustav se razvija po određenim fazama. Model podataka bi mogli smatrati sučeljem između korisnika i programera jer pomaže u skiciranju zahtjeva korisnika u model koji se može koristiti kao podrška u poslovnim procesima. Različiti koncepti modeliranja podataka pomažu u stvaranju vizualnih reprezentacija podataka, a sam proces modeliranja postaje vježba razumijevanja i pojašnjavanja zahtjeva za podacima. Sami modeli se mogu koristiti u različite svrhe: opis specifikacije, istraživanje, komunikacija, analiza, kategorizacija i imitacija ponašanja realnih objekata i zbivanja. (Dadić, 2012). Specifičnost izrade modela podataka pri izradi baze podataka u odnosu na modeliranje u programskom inženjerstvu je u tome što bi u slučaju relacijske baze podataka taj proces trebao biti jednosmjernan. Odnosno, temeljem dobro razrađenog modela podataka izrađuje se baza podataka i taj proces se ne bi trebao ponavljati ni inkrementirati jer promjene na „živoj“ bazi podataka nisu poželjne. Slika 1 prikazuje razvojni ciklus baze podataka.



Slika 1. Razvojni ciklus baze podataka

Razvojni ciklus baze podataka sastoji se od nekoliko faza (Manger, 2010). U prvoj fazi potrebno je proučiti podatke koje baza podataka treba pohranjivati te kako su ti podaci međusobno povezani. Važno je razmotriti različite interpretacije podataka od strane korisnika. Stoga je potrebno provesti intervju s korisnicima ili budućim korisnicima informacijskog sustava u kojem će se koristiti baza podataka, uz detaljnu analizu podataka i načina njihove uporabe. Cilj ove faze je eliminirati

nekonzistentnosti, prepoznati sinonime, te odrediti učestalost i načine korištenja podataka. Rezultat ove faze je specifikacija dokumentirana u neformalnom i prirodnom jeziku, koja opisuje podatke i operacije nad njima.

Druga faza se odnosi na modeliranje, tj. dizajniranje ili oblikovanje modela baze podataka. Nakon što su u prethodnoj fazi određeni podaci i njihovi odnosi, modeliranje ima za cilj pronaći optimalan način organizacije, strukturiranja i povezivanja podataka. Ovisno o veličini i vrsti konačne baze podataka, ova faza može rezultirati cjelovitom shemom spremnom za implementaciju, koja detaljnije prikazuje dijelove modela baze podataka. Razvoj modela uključuje tri faze modeliranja: konceptualno, logičko i fizičko.

Nakon analize i modeliranja, razvojni ciklus ulazi u treću fazu, fazu implementacije. U ovoj fazi provodi se stvarno izvođenje modelirane baze, koja se implementira pomoću sustava za upravljanje bazama podataka (SUBP) koji je odgovoran za pohranu, dohvati i upravljanje podacima. Ova faza završava razvojem aplikacije koja omogućuje potrebne operacije nad podacima. Tada je baza spremna za testiranje (Nalimov, 2021a; 2021c).

Testiranje uključuje provjeru funkcionalnosti i uspješnosti prethodnih faza. Posljednja faza javlja se nakon što je baza uspješno prošla testiranje i nalazi se u redovitoj upotrebi. To je faza redovnog održavanja koje uključuje kontinuiranu brigu o bazi podataka i svim dokumentima koji su nastali kroz različite faze razvoja. Održavanje je nužno dok se baza koristi zbog stalnih promjena koje se događaju unutar nje. U slučaju relacijskih baza podataka, važno je težiti boljoj normalizaciji od samog početka kako bi se smanjila složenost i olakšalo održavanje baze.

U ovom radu obrađuje se modeliranje podataka s naglaskom na drugu fazu oblikovanja i pripadajuće tri podfaze: 1) **Konceptualni model** u kojem se definira što sustav sadrži: organizira, obuhvaća i definira poslovne koncepte i pravila; 2) **Logički model** u kojem se definira kako bi sustav trebao biti implementiran bez obzira na SUBP, a svrha mu je razviti tehničku mapu pravila i struktura podataka; 3) **Relacijski model** u kojem se opisuje kako će sustav biti implementiran pomoću određenog DBMS (eng. Database Management System) sustava s ciljem stvarne implementacije baze podataka.

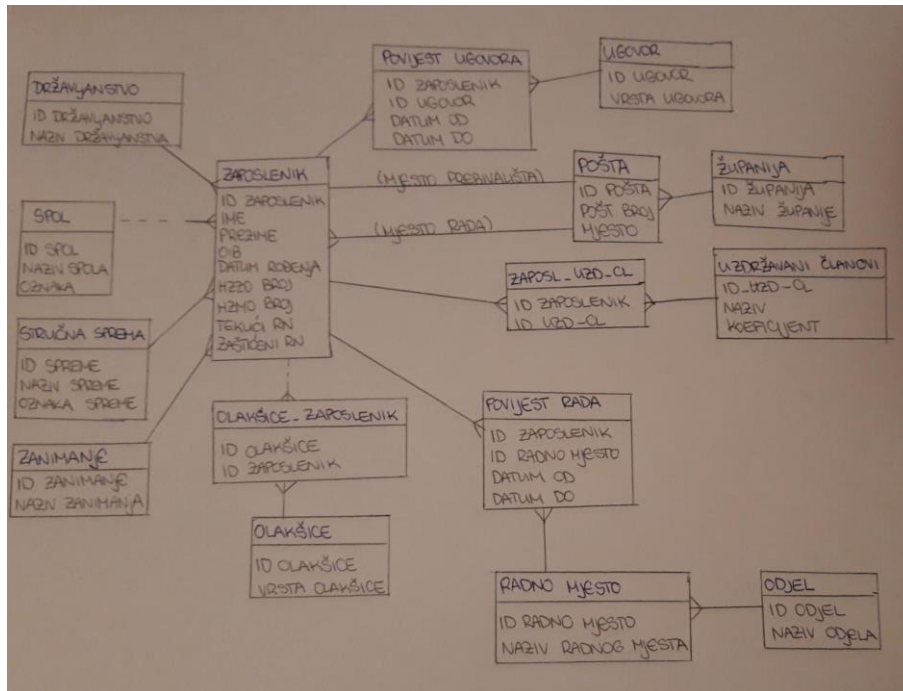
2.1 Faze izrade modela podataka

U ovom radu je prikazana izrada modela podataka na primjeru evidencije zaposlenika. Evidencija zaposlenika jedna je od ključnih baza podataka koje ima svaka tvrtka bez obzira na domenu poslovanja.

2.1.1 Konceptualni model

Izrada konceptualnog modela prva je faza modeliranja baze podataka. U toj fazi sastavlja se konceptualna shema cijele baze, a ona se sastoji od entiteta, atributa i veza (Manger, 2010). U ovoj fazi modeliranja podataka prikazuju se entiteti, odnosi

između entiteta i atributi. Pritom se model najčešće radi „na papiru“, u obliku skice, jer je model je još uvijek podložan promjenama. Nakon skiciranja se treba dodatno utvrditi postoji li potreba za normalizacijom podataka. Primjer konceptualnog modela za izradu baze podataka za evidenciju zaposlenika prikazan je na slici 2.



Slika 2. Konceptualni model

2.1.2 Logički model

Logički model podataka predstavlja presjek konceptualnog i relacijskog modela. U ovoj fazi razvoja baze podataka dizajner kreće od konceptualnog modela i dodaje detalje strukturi. Izrada logičkog modela omogućuje dizajneru slobodu odabira najprikladnijih rješenja, budući da još nije vezan za određeni sustav baze podataka ili tehnologiju. Logički model podataka ima dugoročnu vrijednost, kao dokumentacija tijekom izrade projekta, ali i kasnije prilikom implementiranja promjena ili ispravljanja pogrešaka (Nalimov, 2021b). Za ovu fazu moguće je koristiti neki alat za modeliranje podataka. U ovom radu će se usporediti izrada modela prema konceptualnom modelu prikazanom na slici 1 u alatima: Oracle SQL Developer Data Modeler, MySQL Workbench, te pgModeler.

2.1.3 Relacijski model

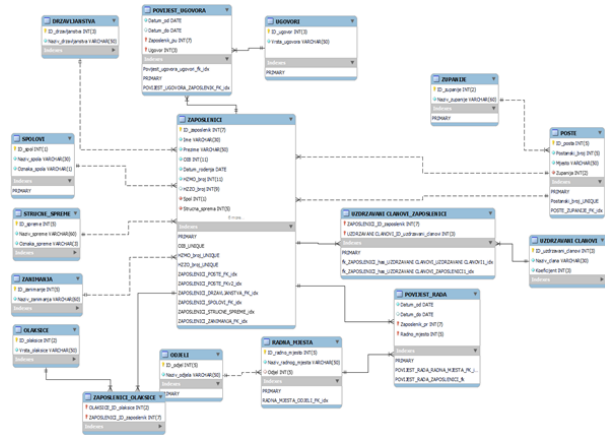
Fizički model podataka, poznati kao relacijski model, nastaje u posljednjoj fazi modeliranja. Zadatak

dizajnera je da iz logičkog modela razvije relacijski model koji zadovoljava parametre i zahtjeve odabranog sustava.

Relacijski model podataka opisuje kako će model biti izgrađen u bazi podataka. On prikazuje sve karakteristike tablica, uključujući nazive stupaca, tipove podataka, ograničenja stupaca, primarne i strane ključeve te odnose između tablica. U ovoj fazi se također razmatra hardver i specifični SUBP kao što su SQL Server, MySQL, Oracle i drugi. Stoga dizajneri prilikom izrade ovog modela moraju uzeti u obzir fizičke zahtjeve i ograničenja odabranog sustava. Potrebno je napraviti promjene i prilagodbe kako bi se poboljšala ukupna izvedba, upotrebljivost i brzina.

Budući da je relacijski model posljednja faza modeliranja prije izgradnje baze podataka, može zahtijevati neke korake za transformaciju apstraktnijih modela stvorenih u ranijim fazama. Dok su se konceptualni i logički modeli bavili odnosima, entitetima i atributima, u relacijskom modelu razmatramo tablice, stupce i ključeve. Uloga alata za modeliranje podataka u ovoj fazi može biti ključna jer neki alati omogućuju generiranje DDL (eng. Data Definition Language) skripti za izradu objekata baze

u MySQL Workbench-u temeljem konceptualnog modela prikazanog na slici 2.



Slika 5. Relacijski model u MySQL Workbench-u

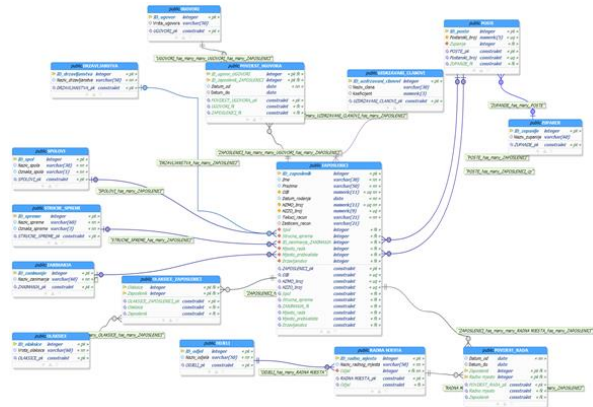
Važno je naglasiti da u se ovom alatu izrađuje samo relacijski model, odnosno, nema prikaza logičkog modela.

3.3 PgModeler

PgModeler je alat otvorenog koda za modeliranje podataka koji omogućuje izradu detaljnih modela baza podataka, a posebno je prilagođen za sustav baze podataka PostgreSQL. Alat je dostupan u besplatnoj verziji s određenim ograničenjima, ali također postoji i komercijalna verzija koja nudi dodatne značajke. PgModeler može se koristiti na Windows, MacOS i Linux operacijskim sustavima. PgModeler podržava XML datoteke, automatsko generiranje stupaca i ograničenja, te sigurnosno kopiranje podataka u slučaju kvara. Za sinkronizaciju modela i baze podataka alat podržava pisanje SQL skripti, a modeli se mogu izraditi i pomoću podataka iz postojećih baza podataka (PgModeler, n.d.).

Izrada relacijskog modela u besplatnoj verziji PgModelera može biti zahtjevan proces zbog ograničenja koje ta verzija ima. Korisnik može kreirati samo jedan model baze podataka, a maksimalan broj objekata svake vrste koji se mogu kreirati je 15, što je ograničeno na izradu modela za manje baze podataka. Izrađeni model može se izvesti izravno u PostgreSQL bazu, kao SQL datoteka, grafička datoteka (PNG ili SVG) ili kao datotečni rječnik (.html). Dodavanje tablica i elemenata tablica nije složeno, a korisniku je na raspolaganju veliki izbor tipova podataka. No, pri izradi veza više-na-više, odnosno, kada je potrebno uvođenje međutablica koje posreduju između povezanih tablica, taj proces može biti zahtjevniji nego kod prikaza relacijskih tablica. Važno je napomenuti da program ne omogućuje spremanje modela u memoriju, već se izrađeni model briše prilikom izlaska iz aplikacije. U

vizualnom smislu, kreirane tablice su povezane krivuljama koje mogu biti označene različitim bojama. Slika 6 prikazuje relacijski model u PgModeler-u.



Slika 5. Relacijski model u PgModeler-u

U PgModeler-u također nema opcije prikaza logičkog modela već samo relacijskog.

4 Usporedba različitih alata za modeliranje podataka

U prethodnim poglavljima prikazan je proces izrade modela podataka za evidenciju za poslenika uz pomoć tri različita alata: Oracle SQL Developer Data Modeler, MySQL Workbench i PgModeler.

Za izradu svakog od modela korištena je besplatna verzija navedenih alata. Budući da su Data Modeler i Workbench sami po sebi besplatni alati, prilikom izrade modela bile su dostupne sve njihove mogućnosti. S druge strane, PgModeler u besplatnoj verziji pruža samo uvid u svoje mogućnosti.

U PgModeleru izrada modela iz primjera u ovom radu nije bila potpuno izvediva zbog ograničenja na 15 tablica, dok je predviđeni broj tablica bio 16. Također, izrada međutablice kod veza više-na-više također nije bila jednostavna kao u Workbenchu.

Važno je napomenuti da Data Modeler, za razliku od svojih konkurenata, ima ugrađenu opciju izrade logičkog modela, što mu daje određenu prednost ako dizajner modelira baze podataka sustavno i precizno te izrađuje konceptualni, logički i relacijski model. Korištenjem Data Modelera moguće je izraditi logički i relacijski model koristeći samo jedan alat.

Osim navedenih alata postoje brojni drugi modeli s istom ili sličnom namjenom te različitim podržanim funkcionalnostima, načinom korištenja, cijenom, mogućnostima implementacije na različitim sustavima za upravljanje bazama podataka, te drugim značajkama. Tablica 1 prikazuje usporedbu nekoliko

odabranih i najčešće korištenih alata za modeliranje podataka.

Iz tablice 1 je vidljivo da različiti alati imaju različite mogućnosti, cijene, ali i sustave na kojima se oni koriste. Vidljivo je također i to da je raspon cijena alata poprilično velik te da je pri odabiru najprikladnijeg alata potrebno uzeti u obzir koje funkcionalnosti alata nam trebaju, koji operacijski sustavi imamo, te koje su nam financijske mogućnosti u odnosu na potrebne funkcionalnosti. Osim toga, potrebno je uzeti u obzir i kojim bazama podataka su prilagođeni pojedini alati, a u slučaju da radimo na više različitih baza treba provjeriti postoji li alat u kojem se može modelirati za različite baze ili će biti nužno koristiti više alata. U tablici su prikazani samo neki od parametara prema kojima se mogu rangirati alati, a uz ovdje navedene mogu se tražiti i opcije inženjeringa, raspon funkcionalnosti, lakoća

korištenja, razina pružene podrške i dokumentacije od strane kreatora aplikacije i sl.

Što se tiče korištenja u nastavi, na kolegijima povezanim s bazama podataka, kao najprikladniji alat se pokazao Data Modeler. Razlozi za to su sljedeći: 1) besplatan je, 2) podržava izradu logičkog i relacijskog modela - što je bitno pri podučavanju učenika i studenata kako bi se mogle naglasiti razlike između faza modeliranja podataka, 3) podržava izradu DDL datoteke - čime se proces fizičke izrade baze podataka može direktno povezati s modeliranjem podataka te omogućiti „prirodan“ nastavak rada na bazi podataka, 4) podržava izradu DDL-a za više sustava za upravljanje bazom podataka - čime nije ograničen samo na Oracle i 5) ima i komercijalnu primjenu jer se može koristiti i izvan nastave.

ALAT	OPERACIJSKI SUSTAV	BAZA PODATAKA	PODRŽANI MODELI	CIJENA
ORACLE SQL DEVELOPER DATA MODELER	Windows, MacOS, Linux	Oracle, MS SQL Server, IBM Db2	Logički, relacijski	Besplatno
MYSQL WORKBENCH	Windows, MacOS, Linux	MySQL	Relacijski	besplatno
PGMODELER	Windows, MacOS, Linux	PostgreSQL	Relacijski	Besplatna verzija Plaćena verzija od 42,90\$/6 mjeseci
ERWIN DATA MODELER	Windows	Access, IBM Db2, Informix, MySQL, MS SQL Server, Oracle, PostgreSQL, Sybase...	Konceptualni, logički, relacijski	Besplatna verzija ograničenog vremena Plaćena verzija od 2,942€ / 12 mjeseci
TOAD DATA MODELER	Windows	Access, IBM Db2, Informix, MySQL, MariaDB, PostgreSQL, MS SQL Server, SQLite, Oracle	Logički, relacijski	Besplatna verzija ograničenih mogućnosti Besplatna verzija svih mogućnosti ograničena na 30 dana Plaćena verzija od 358,75€ / 12 mjeseci
ER/STUDIO	Windows	Access, Microsoft Azure IBM Db2, Informix, Interbase, MySQL, MS SQL Server, Oracle, PostgreSQL, Sybase...	Konceptualni, logički, relacijski, ETL	Besplatna verzija vremenski ograničena Plaćena verzija dostupna na zahtjev (cijena nije navedena)
NAVICAT DATA MODELER	Windows, MacOS, Linux	MySQL, MS SQL Server, PostgreSQL, Oracle, SQLite	Konceptualni, logički, relacijski	Besplatna verzija vremenski ograničena na 14 dana Plaćena verzija od 249\$ / licenca

Tablica 1 Usporedba često korištenih alata za izradu modela baza podataka

5 Zaključak

Dizajniranje baze podataka je temelj svakog informacijskog sustava. Dok se aplikacijski dio može mijenjati tijekom vremena, baza podataka se

gradi da bi trajala dulji vremenski period, zbog čega je dizajn baze podataka iznimno važan. Zbog toga je modeliranje podataka za izradu baze podataka najvažniji dio tog procesa. Nakon definiranja specifikacija preuzetih od korisnika dizajner sustava treba modelirati podatke koji zadovoljavaju

zahtjeve korisnika, ali i iz kojih programer može napraviti model podataka prema kojem će, kao krajnji rezultat, nastati baza podataka. Modeliranje se provodi kroz tri faze. U prvoj fazi se izrađuje konceptualni model u kojem se definiraju osnovni entiteti, atributi i veze između entiteta. Sljedeća faza je izrada logičkog modela u kojoj se, u odnosu na konceptualni model, dodatno mogu definirati kardinalitet veza, tipovi podataka, primarni i sekundarni identifikatori, ograničenja i slično. Iz logičkog modela se zatim radi relacijski model koji se već smatra fizičkim dijelom izrade baze podataka jer su, osim svega navedenog u prethodnim fazama, definirani i dodatni objekti kao što su sekvence, okidači, indeksi, pogledi i tako dalje, te točno definirani tipovi podataka, ograničenja i slično. Kada se sve navedeno dodatno stavi u kontekst poučavanja baza podataka može se vidjeti koliko učenicima i studentima ovakav proces može biti zahtjevan i apstraktan. U olakšavanju procesa učenja i modeliranja baze podataka alati za modeliranje podataka mogu biti od velike koristi, kako u praksi tako i u nastavi.

U ovom radu je napravljena usporedba nekoliko alata za modeliranje podataka. Među analiziranim alatima Oracle SQL Data Modeler je izdvojen kao najprimjereniji u nastavi, ali i u praksi, upravo zbog svojstava koje posjeduje. Najvažnije značajke su da je besplatan, podržava sve faze modeliranja podataka, te može generirati DDL pomoću kojeg se može napraviti baza podataka i to na više platformi među kojima su Oracle, SQL Server i IBM Db2.

Bilo za nastavu ili komercijalnu upotrebu važno je definirati svojstva koja su potrebna za razvoj te sukladno tome odabrati odgovarajući alat koji najviše odgovara traženom. Zato je nemoguće odrediti najbolji alat, a odluka o tome je prepuštena svakom pojedincu i specifičnosti njegovih potreba u određenom trenutku.

Literatura

- Bers, M.U. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. New York: Teachers College Press.
- Blanchard, S., Freiman, V., Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary school children solving robotics-based complex tasks: innovative potential of technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2851-2857.
- Dadić, T. (2012). *Baze podataka*. Split: FPMZ.
- Manger, R. (2010.). *Osnove projektiranja baza podataka: D310: priručnik za polaznike*. Zagreb:

Sveučilište u Zagrebu Sveučilišni računski centar (SRCE).

- MySQL, (n.d.). MySQL Workbench. Retrieved from <https://www.mysql.com/products/workbench/>
- Nalimov, C. (2021a). Quickguide to physical data modeling. Retrieved from <https://www.gleek.io/blog/physical-data-modeling.html>
- Nalimov, K. (2021b). *The logical data model explained*. Retrieved from <https://www.gleek.io/blog/logical-data-model.html>
- Nalimov, K. (2021c) What is a conceptual data model? Retrieved from <https://www.gleek.io/blog/conceptual-data-model.html>
- ORACLE (n.d.). *ORACLE SQL Developer Data Modeler*. Retrieved from <https://www.oracle.com/database/sqldeveloper/technologies/sql-data-modeler/>
- Peterson, R. (2022). *MySQL Workbench Tutorial: What is, How to Install & Use*. Retrieved from <https://www.guru99.com/introduction-to-mysql-workbench.html>
- pgModeler, (n.d.). pgModeler. Retrieved from <https://pgmodeler.io/>
- Stoyanov, P., Harper, S. (2009). *An Introduction to Oracle SQL Developer Data Modeler*. Retrieved from <https://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/datamodeler/sqldeveloperdatamodeleroverview-167687.html>
- Ravoof, S. (2022). *PostgreSQL vs SQL Server: 16 Critical Differences*. Retrieved from <https://kinsta.com/blog/postgresql-vs-sql-server/>

Comparison of Data Modelling Tools in Database Development

Abstract

Data modelling is the most important part of designing a database and an entire information system. In the process of creating a relational database, data modelling is crucial because making subsequent changes to the database is undesirable. In the first phase of development, user specifications are gathered to serve as a basis for

data modelling. The defined specifications are used to create a data model, which is developed in three basic stages: conceptual, logical, and finally, relational or physical model. While the conceptual model is created "on paper," meaning that the basic entities, attributes, and relationships are sketched out, the creation of the logical model often involves the use of a data modelling tool. Depending on the tool, the logical model can be transformed into a relational model, which is considered part of the physical implementation of the database. When teaching databases and modelling, it is extremely important to choose a

tool that is simple enough for students to understand, yet complex enough to be easily applied to real-world systems in practice. This paper presents the process of creating a data model for an employee database using different tools. A comparison of the capabilities and options of various modelling tools is shown, including both free tools and those available for purchase when building a database.

Keywords: *database; data model; relational model; data modelling; database management system*