



**PRUŽANJE APLIKATIVNE PODRŠKE ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNIM I  
KOMERCIJALNIM PROCESIMA U INDUSTRIJI**

**PROVIDING APPLICATIVE SUPPORT FOR MANAGING PRODUCTION AND  
COMMERCIAL PROCESSES IN INDUSTRY**

Vladimir Despenić, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

**Oblast – Inženjerstvo Informatičkih Sistema**

**Kratak sadržaj** – Cilj ovog rada je da se prikaže rešenje za digitalizaciju procesa rada u malom porodičnom preduzeću elektronskim vođenjem i kontrolom dokumentacije vezano za proizvodnju, nabavku, radni učinak i prodaju. S obzirom na kompleksnost celog sistema rada, kao predmet rada uzete su oblasti proizvodnje i prodaje.

**Ključne reči:** Digitalizacija proizvodnje, informatički sistemi, proizvodnja

**Abstract** – The aim of this paper is to present a solution for digitizing the work process in a small family business by electronically managing and controlling documentation related to production, procurement, performance and sales. Given the complexity of the whole system of work, the areas of production and sales were taken as the subject of the work.

**Keywords:** digitizing the work process, information systems, production

**1. UVOD**

Mnoge male kompanije koje se bave prerađivačkom industrijom imaju problem oko vođenja evidencija radnog učinka, kontrole upravljanja dokumentacijom, evidencije procesa proizvodnje, nabavke i sl. Ne postoji jedinstvena baza podataka, sve se svodi na ručno vođenje dokumentacije, dešava se da se papiri ne ažuriraju često i na pravi način, može doći do korišćenja nepotpunih informacija ili u najgorem slučaju do gubitka informacija što može znatno da oteža sam proces proizvodnje.

Način da se reše ovi problemi jeste da mini preduzeća prate procese digitalizacije i idu u korak s vremenom, pa s toga je neophodno da se razvije informatički sistem koji će da podrži poslovanje samog preduzeća.

Da bi neko preduzeće bilo što konkurentnije na tržištu i ostvarilo veći profit mora da se prilagodi uslovima poslovanja, da usavaja nove trendove u svom domenu poslovanja i nudi rešenja koja će pospešiti proizvodnju. Era novih tehnologija i razvoja novih modela i načina proizvodnje uveliko je zahvatila sve procese u proizvodnji što omogućava novu evoluciju u digitalizovanoj proizvodnji. Način prikupljanja podataka i njihova obrada može itekako da utiče na sam proces proizvodnje i da poboljša internu komunikaciju u okviru preduzeća.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Andraš Anderla.**

Stoga, digitalizacija mini preduzećima omogućava da imaju informacije koje utiču na proizvodnju u vidu da li je neki proizvod u većoj potražnji, koji materijal je u datom trenutku najkvalitetniji, kakva je produktivnost određenog zaposlenog i sl.

Prenošenje procesa poslovanja u digitalnu formu je rezultat razvoja informatičkih tehnologija i potreba savremenog poslovanja. Osnovna premisa poslovanja jednog preduzeća je da sve informacije budu dostupne u digitalnoj formi. Digitalna informacija je mnogo efikasnija pri stvaranju i održavanju [1].

Na ovaj način ne samo da se uvode novi modeli u procesu poslovanja i proizvodnje, već se i pruža mogućnost zaposlenima da usavrše i dopune svoje znanje u novim tehnologijama i na taj način da se poveća stručnost zaposlenog kadra u preduzeću. Uvođenjem digitalizacije pruža se mogućnost da preduzeće obezbedi kvalitetne metode za donošenje odgovarajućih odluka koje mogu da olakšaju upravljanje proizvodnjom i unaprede je. Osim toga, veoma je korisna u vođenju evidencije o nabavljenom materijalu, trendu rasta proizvodnje, količini prodanih proizvoda i sl. Krajnji cilj je da se prikupe podaci, da se uskladište, održavaju i transformišu u informacije koje se koriste u procesu donošenja odluka.

Predmet ovog rada je da se demonstrira način upotrebe jednog informatičkog sistema u uslovima poslovanja malog porodičnog preduzeća kako bi se dala ideja za dalji razvoj sistema u skladu sa potrebama preduzeća.

**2. METOD ISTRAŽIVANJA**

Master rad može da se podeli u dve celine, samim tim svaka celina je obuhvatala odgovarajuću fazu istraživanja i izrade. Prva celina odnosi se na analizu i teorijsku pripremu odgovarajućih tehnologija u razvoju informatičkog sistema za komercijalne i proizvodne procese u prerađivačkoj industriji, a druga celina podrazumeva primenu analiziranih tehnologija kako bi se razvilo softversko rešenje za predmet rada.

U okviru prve celine izvršeno je istraživanje i detaljna analiza tehnologija koje bi se koristile u razvoju softverskih rešenja za proizvodne i komercijalne procese u prerađivačkom preduzeću, da se ustanovi arhitektura i način rada svake tehnologije i razvojnog okruženja, da se upozna način delovanja i koja su potencijalna rešenja koja se mogu izvesti.

Druga celina podrazumeva projektovanje i izradu prototipa informatičkog sistema za digitalizaciju procesa pro-

izvodnje i komercijalnih usluga. Za potrebe rada uzet je samo deo iz proizvodnog asortimana koje nudi preduzeće. To je urađeno da bi se kroz jednostavan primer prikazao način realizacije informacionog sistema, a kasnije je na onome ko hoće da implementira sistem da uvede kompletan asortiman. Preduzeće koje je uzeto kao model rada ne postoji, već je koncipirano na preduzeću identičnog domena poslovanja u realnom svetu.

Za model na kome se zasniva i primenjuje informacioni sistem iskorišćeno je preduzeće koje se prvenstveno bavi proizvodnjom kućnog nameštaja, ali i svom pratećom garniturom. Proizvodnja nameštaja radi se od različitih materijala. Radi se za domaće tržište uglavnom za privatne klijente, ali i za firme, kancelarije i hotele. Proizvod koji je uzet kao primer kako se vodi dokumentacija tokom njegove proizvodnje, od početka proizvodnog procesa do konačne realizacije gotovog proizvoda uzeta je univerzalna trpezarijska stolica.

Tehnologije koje su korišćene za projektovanje i realizaciju informacionog sistema su iz Majkrosoftovog miljea tehnologija, to su *SQL Server* sistem za upravljanje bazom podataka, *WPF (Windows Presentation Foundation)* za desktop softversko rešenje u vidu *DMC-a (Document Management Control)*, odnosno rešenja za kontrolu upravljanja dokumentacijom i *ASP.NET MVC* za razvoj veb aplikacije u vidu realizacije komercijalnih usluga.

U nastavku rada u sledećem poglavlju biće detaljnije objašnjena svaka tehnologija koja je korišćena za razvoj informacionog sistema. Kao primer informacionog sistema za potrebe ovog rada napravljena su dva softverska rešenja u vidu desktop aplikacije i veb aplikacije i jedinstvena baza podataka u koju se skladište svi potrebni podaci koji opslužuju ove aplikacije.

### 3. OPIS TEHNOLOGIJA

*Microsoft SQL Server* je sistem za upravljanje relacionim bazama podataka razvijen od strane Majkrosofta. *SQL Server* radi isključivo na *Windows* platformi više od 20 godina, ali je 2016. godine razvijena i podrška za *Linux*. Sastoji se od dve glavne celine: *Database Engine* i *SQL Operating System*. *Database Engine* je *core* komponenta ovog sistema, postoji pod dva modula, *Relational Engine* koji je nadređen za izvršavanje svih upita, procedura, funkcija i sl. i *Storage Engine* koji je zadužen za skladištenje podataka.

Postoji nekoliko edicija koje se koriste: *Enterprise*, *Standard*, *Workgroup*, *Developer* i *Express*. Za potrebe ovog projekta korišćen je *SQL Server Express 2005*. *Express* edicija je slobodna edicija koja je laka za korišćenje i jednostavna za održavanje. Dolazi sa brojnim paketima uključujući *Management Studio*, *Notification Services*, *Integration Services* i *Report Builder*. Idealna je za učenje i kreiranje desktop i malih serverskih *data-driven* aplikacija, za *low-end* korisnike kao što su mala preduzeća. Može da funkcioniše kao klijentska i kao serverska baza podataka [2].

*Windows Presentation Foundation* (WPF) je tehnologija koja je deo .NET platforme, omogućava kreiranje desktop aplikacija za *Windows* okruženje sa veoma bogatim korisničkim interfejsom. Jezgro WPF je rezoluciono nezavistan mehanizam koji je kreiran da podrži moderne

grafičke hardvere. Tehnologija predstavlja skup razvojnih karakteristika kao što su *XAML*, kontrole, *data binding*, *2D* i *3D* grafika, animacije, dokumentacija i sl. *Windows Forms* kao tehnologija je bila na vrhu što se tiče razvoja *Windows* desktop aplikacija, ali kreiranje zahtevnih i korisnički bogatih aplikacija nije bilo moguće sa ovom tehnologijom, pa je nadomešteno sa pojavom WPF [3]

WPF dozvoljava da se aplikacije razvijaju koristeći i *markup* i *code behind*. Programeri koriste *XAML markup* kod da bi postavili korisnički interfejs preko kojeg će korisnik da komunicira sa aplikacijom, dok se pozadinski kod koristi da bi se implementiralo ponašanje aplikacije.

*XAML* omogućava da se razdvoji korisnički interfejs od programske logike, što olakšava razvoj softvera jer se svaka komponenta ne prevodi u C# kod, već postoji kao zasebna podcelina u okviru XML tagova. Bez obzira na postojanje *XAML-a*, sav grafički interfejs može da se razvije u kodu kao kod *Windows Forms*, ali to ne znači da se mogu razdvojiti programski kod i grafička pozadina [3].

*ASP.NET MVC* je razvojni okvir za kreiranje veb aplikacija koje se zasnivaju na arhitekturnom paternu *Model-View-Controller*. Ovaj patern je i dalje veoma popularan jer omogućava da se kompletna softverska struktura razdvoji na 3 celine, npr. da se razdvoji logika pristupa podacima od grafičkog interfejsa. Ovo razdvajanje utiče na malo veću kompleksnost prilikom kreiranja veb aplikacija u odnosu na prethodne *Web Forms*, ali je korist itekako veća prilikom održavanja. Tri glavna aspekta datog okvira su [4]:

- Model – skup klasa koje opisuju podatke sa kojima će se raditi kao i pravila poslovanja koji će manipulirati sa tim podacima.
- View – definiše grafički interfejs.
- Controller – skup klasa koje upravljaju komunikacijom od strane korisnika i logikom specifičnom za aplikaciju.

Za realizaciju projekta korišćena je standardna verzija *ASP.NET MVC 5* koja u odnosu na prethodne verzije donosi brojne funkcionalnosti kao što su: *One ASP.NET*, *ASP.NET Identity*, *Bootstrap templates*, *Attribute Routing*, *ASP.NET scaffolding*, *Authentication Filters* i sl.

### 4. PROJEKTOVANJE INFORMACIONOG SISTEMA

Za potrebe ovog projekta razvijen je informacioni sistem čija je osnovno uloga kontrola upravljanja dokumentacijom i komercijalne usluge, kao deo ukupnog poslovanja mini preduzeća u sektoru proizvodnje nameštaja. Da bi se informacioni sistem razvio potrebno je bilo projektovati podlogu na kojoj će da se razvija. To je podrazumevalo da se smisli kompletan koncept proizvodnje za određeni proizvod. S obzirom da preduzeće za koje se razvija informacioni sistem nije realan entitet, već fiktivan model, potrebno je bilo razviti domene poslovanja koji će se digitalizovati, to je u ovom slučaju proces proizvodnje i komercijalne usluge u vidu promocije proizvoda.

Kao što je već ranije napomenuto, za proces proizvodnje uzet je jedan proizvoda iz skupa proizvodnog asortimana. To je predstavljalo polaznu osnovu kako će se prikupljati

podaci i koji će svi podaci biti potrebni. Za te potrebe napravljen je kompletan model procesa proizvodnje gde su opisani osnovni entiteti koji učestvuju u procesu proizvodnje: radnici, radna mesta, organizacione jedinice, radni nalozi, operacije, tehnološki postupci, predmeti rada i modeli predmeta rada.

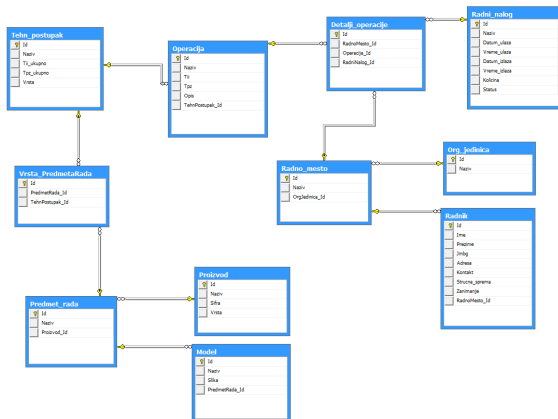
Za svaki entitet potrebno je bilo odrediti:

- Strukturu proizvoda – koji predmeti rada ulaze u gotov sklop stoga i koji materijali se koriste prilikom obrade.
- Strukturu proizvodnog programa – koliko operacija i koje su neophodne za proces obrade predmeta rada kako bi se dobio konačan sklop.
- Organizacioni plan – koliko radnika je neophodno da bi se određene operacije izvršile.

Na vrhu ovog sistema se nalazi gotov proizvod na osnovu kojeg se projektuju predmeti rada, operacije za svaki predmet rada i na osnovu toga se pušta radni nalog za određeni predmet rada.

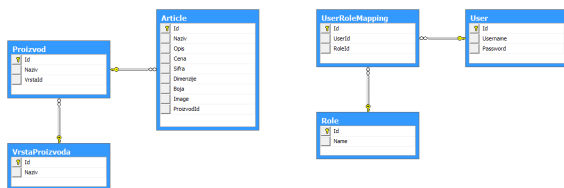
## 5. IMPLEMENTACIJA INFORMACIONOG SISTEMA

Implementaciono projektovanje podrazumeva izradu baze podataka na osnovu konceptualne šeme i postupak projektovanja softverskih rešenja. Baza podataka je implementirana u razvojnom okruženju *SQL Server Management Studio Express*. Svaki entitet u konceptualnom modelu je preveden u odgovarajuću tabelu u bazi. Primer ovog projektovanja možete videti na sledećoj slici gde je implementirana baza za desktop aplikaciju.



Slika 1: Dijagram modela baze podataka za desktop aplikaciju

Na sledećoj slici može se videti implementacija baze za veb aplikaciju.



Slika 2: Dijagram modela baze podataka za veb aplikaciju

Nakon implementacije baza, postupilo se sa razvojem softverskih rešenja. Implementacija softverskih rešenja zasnovana je na već kreiranim tabelama u bazama

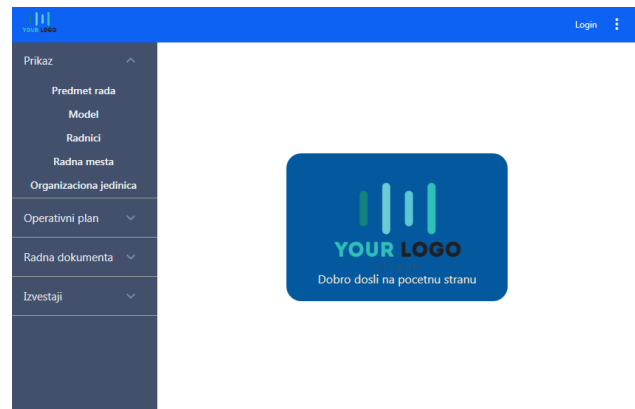
podataka koje predstavljaju modele na osnovu kojih će se kreirati poslovna logika i grafički interfejs za desktop i veb rešenje. Modeli su postavljeni preko specijalnog .NET alata, *Entity Framework*, koji generiše tabele iz baze podataka kao klase i postavlja ih kao modele u softverskom rešenju. Na taj način se radi objektno relaciono mapiranje, gde su tabele iz baze predstavljene kao objekti u softverskom rešenju i na taj način se vrši komunikacija sa bazom.

## 6. REALIZOVANA SOFTVERSKA REŠENJA

Da bi se korisniku omogućilo što jednostavnije korišćenje aplikacije napravljeni su korisnički interfejsi koji korisniku pružaju mogućnost da ih lako koristi i na taj način obavlja osnovne funkcije predviđene ovim softverskim rešenjima. U tu svrhu korišćene su biblioteke i dizajnerski okviri koji omogućavaju preglednost formi i laku navigaciju. Za desktop aplikaciju upotrebljen je dizajnerski okvir *Material Design* za postizanje *user-friendly* interfejsa, a za veb aplikaciju je iskorišćena CSS biblioteka *Bootstrap* koja je već ugrađena u ASP.NET MVC razvojni okvir.

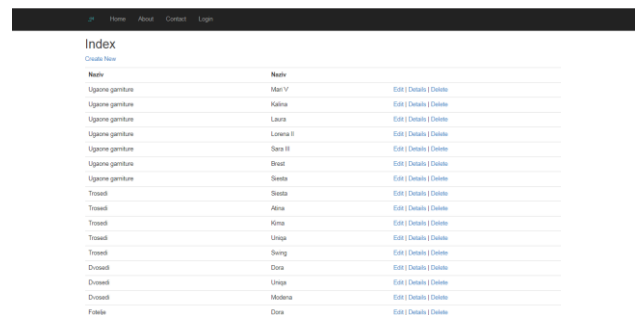
Pokretanje aplikacija se vrši sa lokalnog računara, ali je moguće postaviti aplikacioni i veb server sa kojih bi se pokretale.

Na sledećoj slici je primer korisničkog interfejsa početne forme u desktop aplikaciji.



Slika 3: Početna forma desktop aplikacije

Na sledećoj slici može se videti rešenje za veb aplikaciju u vidu administratorske forme sa dozvoljenim opcijama koje vrše osnovne *CRUD* operacije nad podacima.



Slika 4: Administratorska početna strana

## 7. ZAKLJUČAK

U skladu sa potrebama jednog mini porodičnog preduzeća ovakva rešenja su idealna u vidu pospešivanja njihovog poslovanja. Kako preduzeće bude raslo sa porastom proizvodnje, samim tim će se javiti i različite potrebe i zahtevi pa ovakva rešenja je moguće nadograditi. Ova rešenja predstavljaju samo polaznu osnovu za digitalizaciju procesa proizvodnje i komercijalnih usluga.

Naravno, postoji prostor za usavršavanje ovakvog sistema, moguće je i uraditi kompletan redizajn u skladu sa zahtevima budućih korisnika s obzirom na tehnologije koje su korišćene pa neće biti problem da se uradi i redizajn.

Implementacijom ovakog jednog sistema za mini preduzeća dobija se znatan tržišni zamah, jer će preduzeće imati sve podatke na par koraka pa će i sam proces proizvodnje da teče znatno brže. Ovo omogućava brži protok informacija, gde su informacije dostupne u realnom vremenu. Na taj način pruža se prilika poslovođama, a i samim tehničarima da brže dođu do podataka i da krenu u svoj proizvodni rad. Isto tako, vlasnicima preduzeća će se pružiti jedinstveni uvid u to šta je urađeno u bilo kom vremenskom periodu pa će moći na osnovu toga da se izvode razne analize i rade predikcije kako postaviti u budućnosti proces proizvodnje i komercijalne promocije.

Da bi se jedan ovakav sistem implementirao u jedno preduzeće potrebno je više ljudi koji bi radili kako na njegovom razvoju tako na njegovoj implementaciji, s obzirom na obimnog proizvodnog asortimana.

## 8. LITERATURA

- [1] D. Lazarević, M. Erić, Modeli, projektovanje i prednosti digitalne fabrike, CQM, FIN, (2013)
- [2] M. Gundelroy, J. Lorden, D. Tschany, Mastering SQL Server 2005, (1), 3–5, (2006).
- [3] J. Xu, Practical WPF graphics programming, USA, 2-5, (2007)
- [4] J. Galloway, B. Wilson, A.K. Scott, D. Matson, Professional ASP.NET MVC 5, Indianapolis, USA, 10-20, (2014).

### Kratka biografija:

**Vladimir Despenić** rođen je u Novom Sadu 1990. godine. Živi i radi u Novom Sadu. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Inženjerstva informacionih sistema je odbranio 2019. godine.