

# **Radovi članova Akademije**



# 20 godina od početka razvoja Informacijskog sustava visokih učilišta – ISVU

Prof. dr. sc. **Mirta Baranović**, član suradnik HATZ-a,  
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, [mirta.baranovic@fer.hr](mailto:mirta.baranovic@fer.hr)

***Sažetak:** Rad donosi osnovne značajke razvoja Informacijskog sustava visokih učilišta – ISVU koji se odvijao kroz 11 godina na Sveučilištu u Zagrebu Fakultetu elektrotehnike i računarstva. Dan je pregled prethodnog razvoja sustava na čijim se zasadama gradi ISVU. Ukratko su opisana načela na kojima se temeljilo modeliranje i izgradnja sustava dan je pregled podržanih procesa te je uklatko je opisano skladište podataka kao integralni dio sustava koji pruža mogućnosti detaljne analize podataka u svrhu donošenja odluka temeljeno na znanju. Prikazan je tijek implementacije sustava i promjene u okruženju koje su uzrokovale nadogradnju sustava.*

***Gljučne riječi:** Informacijski sustav, Visoko učilište, Studomat, Skladište podataka*

## 1. Uvod

Motivacija za pisanje ovoga rada proizlazi iz dva ključna čimbenika. Jedan se odnosi na našu, u novije vrijeme, pojačanu brigu o baštini, s ciljem očuvanja identiteta, posebice nakon ulaska Hrvatske u Europsku uniju, te odluku Hrvatske akademije tehničkih znanosti da svoj godišnjak posveti tehničkoj i industrijskoj baštini. Drugi je motivator dvadeseta obljetnica početka razvoja suvremenog informacijskog sustava za potporu procesima vezanima uz studente i studentsku administraciju na visokim učilištima u RH, odnosno, skraćeno, Informacijskog sustava visokih učilišta – ISVU. Prilika je to da se osvrnemo na cjelokupni razvoj sustava, koji započinje početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća, nakon nabavke prvog elektroničkog računala za potrebe akademske zajednice, instaliranog na Elektrotehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu (ETF), današnjem FER-u. U tom razvoju bilo je nekoliko faza, gdje je svaka od faza podigla računalnu/informatičku pismenost ljudi koji su bili u doticaju sa sustavom, bilo kao stvaraoci sustava, bilo kao njihovi korisnici, ili usputni promatrači. Važno je napomenuti da je svaka faza u najvećoj mogućoj mjeri koristila sva dostignuća, spoznaje, modele i iskustva iz one prethodne, što je vrlo poželjan, ali u općem slučaju na baš čest scenarij.

## 2. Prethodni razvoj

### 2.1 Prva faza – 1970-te godine

Vrlo brzo nakon nabavke prvog računala i svih pratećih uređaja, na ETF-u se rodila ideja da se ono upotrijebi za automatizaciju procesa vezanih uz polaganje ispita. Pokrenut je projekt s ciljem razvoja i primjene takvog sustava za potrebe Sveučilišta u Zagrebu. Voditelj projekta bio je prof. Enver Šehović, koji je oformio kompetentan razvojni tim. Na početku akademske godine 1972./1973. studenti su dobili nove, modificirane matične brojeve koji uključuju kontrolnu znamenku (a koji su i danas u uporabi) te skup bušenih kartica, koje su zamijenile tradicionalne prijavnice za ispit. Na prijavnicama su unaprijed bili uneseni (izbušeni) podatci o studentu i podatci o predmetu. Student je za svaki upisani predmet dobio po 3 prijavnice, u skladu s tada važećim pravilima o dozvoljenom broju izlazaka na ispit iz pojedinog predmeta. Nakon obavljenog ispita, nastavnik bi upisao na karticu rezultat ispita, kartice bi odlazile na dodatno (ručno) bušenje, učitavale su se u sustav, nakon čega su se trenutno mogli dobiti rezultati pojedinačnih ispita, ali i izvještaji namijenjeni različitim analizama, što se do tada obavljalo ručno.

To je bilo doba kada sustavi za upravljanje bazama podataka (SUBP) nisu bili široko rasprostranjeni, niti financijski dostupni. Za pohranu podataka korištene su datoteke, a programski jezik bio je COBOL. Takav sustav nije bilo lako održavati i nadograđivati te su se javljale teškoće općeprisutne u to doba, opisane u literaturi [1], a koje su motivirale i ubrzale razvoj SUBP. Nakon nekog vremena sustav više nije mogao pratiti promjene koje su nastajale u okruženju (npr. uvođenje novog studijskog programa i suživot s postojećim) te je bio napušten. Zanimljivo je da su se na ETF-u i dalje koristile prijavnice u obliku bušenih kartica, koje su se obrađivale ručno.

### 2.2 Druga faza – 1980-te godine

Druga faza razvoja započinje početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća, kada je ETF odlučio izgraditi sustav za svoje potrebe, s idejom da se kasnije proširi na čitavo Sveučilište. Projekt je povjeren grupi Računarska znanost sa Zavoda za primijenjenu matematiku ETF-a koju su vodili prof. Marijan Đurek i prof. Damir Kalpić. U godinama duboke ekonomske krize ETF si nije mogao priuštiti kupovinu SUBP-a te je projektni tim odlučio da će sam napraviti vlastiti SUBP temeljen na mrežnoj arhitekturi baza podataka, prema preporukama konzorcija CODASYL (Committee on Data Systems Languages) [2]. Sustav je razvijen u jeziku C, na računalu Univac-1100 Sveučilišnog računskog centra. I dalje su se koristile prijavnice u obliku bušenih kartica. Iako je sustav bio puno fleksibilniji u odnosu na

prethodni, zahtijevao je održavanje i dogradnju za koje nije bilo razumijevanja u okruženju te je 1985. godine sustav napušten.

### 2.3 Treća faza – 1990-te godine – ISSS

Početak 90-ih godina, tadašnji dekan ETF-a prof. Ivan Ilić, koji je u prethodnom mandatu bio prodekan za nastavu ETF-a te njegovi pomoćnici za poslovanje, prof. Slavko Krajcar i prof. Damir Kalpić, iniciraju izgradnju novog sustava, nazvanog Informacijski sustav studentske službe – ISSS. Voditelj projekta bio je prof. Damir Kalpić, a u projektiranju i razvoju sustava sudjelovali su članovi Grupe Računarska znanost, Zavoda za primijenjenu matematiku (ZPM-GRZ) [3].

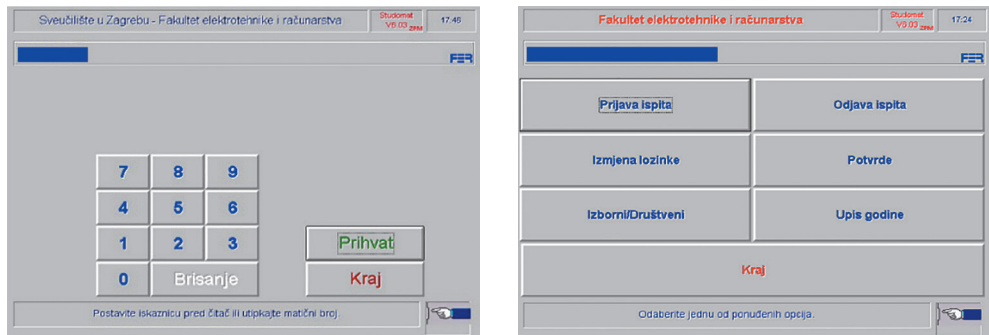
Sustav je bio razvijen na operacijskom sustavu Unix, sustavu za upravljanje bazama podataka Informix u programskom jeziku Informix-4GL. U to doba je već zaživjela ideja o otvorenim sustavima, pa je stoga bio moguć neovisan izbor računala, operacijskog sustava i sustava za upravljanje bazama podataka, koji su podržavali interoperabilnost i prenosivost, temeljene na definiranim standardima. U to vrijeme, točnije 1989. započinje proces standardizacije neproceduralnog upitnog jezika za relacijske baze podataka – SQL-a (Structured Query Language), dok su jezici temeljeni na SQL-u, koji uključuju i elemente proceduralnosti, npr. Informix-4GL, Oracle PL/SQL, još uvijek zadržali ovisnost o SUBP-u.

Sustav ISSS koristi tekovine svojih prethodnika, ali s obzirom na novu tehnologiju, koja omogućuje brži, efikasniji razvoj i veće mogućnosti, korištenje računalnih mreža i Interneta, čemu je poseban zamah dalo osnivanje CARNet-a (Croatian Academic and Research Network) u listopadu 1990. godine [3], uvode se inovacije.

#### *Studomat*

Idejni začetnik Studomata bio je Predrag Pale, vizionar i jedan od osnivača CARNet-a. Fizički dio Studomata, bio je izrađen u radionicama ETF-a. Na Sl. 1 prikazan je Studomat iz 1990-ih godina, kasnije preuređen za potrebe evidencije nastave iz tjelesnog odgoja. Ekрани osjetljivi na dodir posebno su nabavljeni iz Velike Britanije. Unutar kućišta nalazilo se osobno računalo i pisac smješten tako da su tiskane potvrde iz njega izlazile kroz prorez napravljen u kućištu. Programski dio Studomata [5] razvio je tim ZPR-GRZ pod vodstvom prof. Vedrana Mornara, koristeći programski jezik Visual Basic.

Prve aktivnosti podržane na Studomatu bile su prijava i odjava ispita, pregled rasporeda za ispite i ispitnih rezultata. Prva prijava ispita na Studomatu zabilježena je 7.11.1994. godine. Kasnije su Studomatu dodavane nove funkcionalnosti, kao što



Sl. 2. Primjeri ekrana Studomata iz 1998. godine

su upis u akademsku godinu s izborom smjera/usmjerenja i izborom predmeta te izdavanje potvrda, koje su na zahtjev izlazile iz Studomata na unaprijed potpisanim i ovjerenim papirima. Na slici 2. prikazani su primjeri izgleda ekrana Studomata iz 1998. godine.

### *Studonet i Studofon*

Rasporede pismenih ispita ocjene iz pismenih ispita i rasporede za usmeni ispit tadašnji su studenti koji su imali pristup Internetu mogli saznati s pomoću jednostavne internetske aplikacije, ili putem govornog automata koji se zvao Studofon, a kasnije Ferofoon.

### *Potporna administraciji*

Studentskoj službi stajale su na raspolaganju aplikacije kojima se moglo provjeriti sve unesene podatke, provesti nestandardne i nepodržane postupke, ispisati dokumente – upisni list, matični list, naljepnice za indeks – koji su tada bili rezultat upisa kojeg je student obavio na Studomatu. Imali su uvid i mogućnost kontrole ispitne evidencije, evidentiranje tema, diplomskih zadataka, ispis obrazaca potrebnih za obavljanje diplomskih ispita te konačno, ispis svjedodžbe – dokumenta koji je sadržavao informacije o čitavom tijeku studentovog studija, zajedno sa svim ocjenama ispita, temom i ocjenama diplomskog rada i diplomskog ispita – dokumenta koji je sličan današnjoj Dopunskoj ispravi o studiju, ali sa znatno užim skupom informacija.

Ispitna evidencija obavljala se na zavodima ETF-a/FER-a uz pomoć za to razvijenih aplikacija. Bio je omogućen pregled prijava za ispit, izrada rasporeda za pismeni dio ispita i unos ocjena pismenog dijela ispita (ako je postojao), izrada rasporeda

usmenog ispita te unos konačne ocjene, zaključivanje ispitnog roka, iza čega je slijedilo ispisivanje „prijavnica“ koje su sadržavale rezultat ispita i koje je nastavnik potpisao, potvrđujući time da su informacije zapisane u sustavu ispravne. Svi ovi međurezultati i konačan rezultat ispita bili su studentima dostupni na daljinu, putem Studoneta i Studofona.

Poseban modul služio je za obradu prijemnih/razredbenih ispita, razvijen na osnovi sustava koji se neprekidno razvijao i koristio na ETF-u od 1970. godine.

Sustav ISSS pobudio je interes među drugim fakultetima, međutim, osim na FER-u, uveden je samo na Fakultetu prometnih znanosti (FPZ) i Prometnom odjelu Tehničkog veleučilišta u Zagrebu, dok je na Pravnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu korišten samo modul za obradu razredbenih ispita. Sustav je bio održavan do studenoga 2004. godine, kad su svi podaci FER-a i FPZ-a prebačeni u ISVU.

## 2.4 Informacijski sustav studentske prehrane ISSP – 1997. godine

Sredinom 1997. godine na inicijativu Ministarstva znanosti i tehnologije započinje razvoj Informacijskog sustava studentske prehrane (ISSP) kojim se željelo uvesti red u sustav subvencionirane prehrane studenata i spriječiti nenamjensko trošenje subvencija namijenjenih studentima. Razvijeni sustav služi za evidentiranje i praćenje prava studenata u skladu s važećim propisima i aktima Ministarstva znanosti i tehnologije (MZT) te visokih učilišta na kojima studenti studiraju. Dizajnirana je studentska iskaznica – takozvana X-ica (Sl. 3). Izgrađena je programska potpora za visoka učilišta koja evidentiraju podatke o studentima i njihovim pravima, obavljaju slikanje i pokreću procese izdavanja iskaznica.



Sl. 3, Studentska iskaznica – Xica

Svakom je studentu dodijeljen Jedinstveni matični broj akademskog građanina (JMBAG), generiran prema pravilima definiranim u prvoj fazi informatizacije sveučilišta, 1970. godine.

Restoranima studentske prehrane stoji na raspolaganju računalo – blagajna gdje se evidentira studentova potrošnja, korištena subvencija te se ažurira stanje njegove subvencije. Svi podatci evidentiraju se u jedinstvenoj bazi podataka te se mogu analizirati na najrazličitije načine. S obzirom da se u to doba nije moglo računati na stalan pristup računalnoj mreži sa svih lokacija uključenih u sustav, na početku su podatci bili pohranjivani na lokalna računala te su se sinkronizirali jednom dnevno. Kasnije, kad su to uvjeti dozvoljavali prešlo se na arhitekturu klijent-poslužitelj s jedinstvenom bazom podataka na centralnom poslužitelju.

Sustav je razvijen na FER-u, voditelj projekta bio je prof. Vedran Mornar. Koordinaciju svih aktivnosti tijekom projekta obavljao je Centar za transfer tehnologije (CTT). Po završetku izgradnje sustav je predan na održavanje Sveučilišnom računskom centru (SRCE). Sustav je uveden na sva visoka učilišta i sve studentske restorane u sustavu subvencionirane prehrane studenata. Tijekom projekta, u razvoj sustava su se uključivali studenti završnih godina FER-a te su zajedno s izgrađenim sustavom prešli u SRCE, gdje su zaposleni u novoosnovanom Centru za autorizaciju prava (CAP) na održavanju i daljnjem razvoju sustava. Ovaj uspješan model prijenosa znanja i tehnologije omogućio je sustavu neometan rad, održavanje i nadogradnju kroz protekle 22 godine te se očekuje da će se tako nastaviti i u budućnosti.

### **3. Informatički sustav visokih učilišta – ISVU**

Nakon uspješne implementacije sustava ISSP, koristeći pozitivna iskustva stečena tijekom projekta, Ministarstvo znanosti i tehnologije (Kasnije: Ministarstvo znanosti obrazovanja i športa te Ministarstvo znanosti i obrazovanja, u daljnjem tekstu Ministarstvo) pokreće projekt informatizacije visokoškolskih ustanova – izgradnju Informatičkog sustava visokih učilišta – ISVU. Sa stanovišta Ministarstva, cilj je bio prikupiti detaljne informacije o nastavi na visokim učilištima, do razine rasporeda sati, kako bi dobili detaljan uvid u odvijanje nastave, odnosno o djelatnosti koju financiraju. Projekt je bio pokrenut početkom 1999. godine, voditelj projekta bio je prof. Slavko Krajcar. Zbog zastoja u financiranju projekt je bio prekinut početkom 2000. godine te ponovo pokrenut 2.11.2000. godine. Voditelj projekta bio je prof. Robert Manger, pomoćnik ministra za informatiku u Ministarstvu. Razvoj sustava povjeren je FER-u. Kao osnova sustava koristi se sustav ISSS razvijen za FER i koji je dokazan u praksi. Postojeći sustav će biti znatno konceptualno i funkcionalno unaprijeđen, kako bi zadovoljio potrebe raznorodnih visokih učilišta



te izgrađen na suvremenoj računalnoj platformi. Projektom je upravljalo Vijeće projekta koje je imenovalo Ministarstvo. Voditelji Vijeća projekta u različitim razdobljima bili su prof. Slavko Krajcar, prof. Robert Manger, dr. Dragan Schwarz

### **3.1 Osnovne smjernice razvoja ISVU**

Prema pravilima struke, smjer uvođenja informatičkih tehnologija kreće od mjesta izvorišta informacija prema mjestima njihovog korištenja. To je značilo da bi prvenstveno trebalo informatizirati visoka učilišta koja predstavljaju izvorišta podataka, nakon čega će sve informacije koje se prosljeđuju Ministarstvu biti točne i ažurne.

Sve postojeće informacije iz različitih izvora koje su iskoristive bit će preuzete u ISVU. Kod donošenja odluke o preuzimanju takvih podataka bilo je potrebno procijeniti odnos uloženog truda u prilagodbu podataka, prema trudu koji je potrebno uložiti u ponovni unos podataka, uz kontrolu konzistentnosti prema pravilima definiranim u novom sustavu. Od samog početka realizacije projekta ISVU je povezan s Informacijskim sustavom studentske prehrane (ISSP).

### **3.2 Očekivane koristi**

Uvođenjem sustava postignute su mnogostruke koristi, pri čemu su neke bile odmah vidljive, kao što su: smanjenje administrativnog posla, bolja kontrola, točnost informacija, drastično smanjenje vremena potrebnog za dobivanje informacija, oslobađanje studenata i nastavnika od nepotrebnih administrativnih postupaka. Dalekosežne posljedice su točnost i ispravnost informacija potrebnih za donošenje operativnih i strateških odluka unutar samih visokih učilišta, na sveučilištima, veleučilištima i u Ministarstvu, što će u konačnici dovesti do povećanja kvalitete i efikasnosti studija, poboljšanja odnosa kvalitete studija i uloženi sredstava, bolje obrazovanih završenih studenata, što bi se trebalo odraziti i na ukupno gospodarstvo RH.

Objavljivanjem informacija na Internetskim stranicama visokog učilišta postiže se bolja informiranost studenata o studiju. Sve informacije o predmetima, studijskom programu, rasporedu sati i ispitnim rokovima dobivaju se izravno iz baze podataka u trenutku postavljanja upita. Prijavljivanje ispita i ostale aktivnosti koje su studenti obavljali u studentskoj službi obavljat će se s pomoću različitih računalskih naprava, preko Interneta, bez guljenja vremena čekajući u redovima ispred studentske službe.

Smanjenje administrativnog posla, točnost i potpunost informacija, jednostavno dobivanje različitih sumarnih izvještaja te dobivanje podloga za operativno i strateško odlučivanje glavna su poboljšanja koja su uslijedila na visokim učilištima. Također je postignuto bolje informiranje unutar visokog učilišta te konzistentnost podataka koji se pohranjuju na jednom mjestu, umjesto dotadašnjeg višestrukog prepisivanja.

Jedinstvenim informacijskim sustavom na razini ukupnog visokoškolskog prostora u RH postiže se standardizacija procesa i dokumentacije u sustavu visokog školstva. Ministarstvo bi moglo dobiti informacije izravno iz baze podataka visokih učilišta, odnosno skladišta podataka. Time bi se smanjila redundancija podataka, što dovodi do smanjena troškova, vremena i potrebnih resursa. Središnjom, održavanom i ažurnom bazom podataka povećava se točnost informacija, što olakšava donošenje poslovnih odluka i pružanje točnih i pravovremenih informacija svim vanjskim korisnicima

### 3.3 Razvojni tim i istraživanje

Okosnicu tima činili su članovi ZPM-GRZ FER-a, današnjeg Zavoda za primijenjeno računarstvo FER-a. Ugovorom je bilo definirano da će Ministarstvo osnovati Centar potpore ISVU (CP ISVU) u okviru kojeg će angažirati 6 djelatnika i to po 2 djelatnika u roku od dva, šest i dvanaest mjeseci po potpisu Ugovora, koji će zajedno s razvojnim timom sudjelovati u razvoju sustava. Trojica novozaposlenih članova CP ISVU bili su diplomirani studenti FER-a koji su tijekom završetka studija pri izradi projekata i diplomskih radova već bili uključeni u razvoj sustava te izradili diplomske radove s temama vezanim uz ISVU [6], [7], [8].

S obzirom na izrazitu složenost sustava i mnoštvo zahtjeva za koje nisu postojala gotova rješenja, valjalo je obaviti mnoga istraživanja, koja su se odvijala na različitim razinama. Rezultati istraživanja, osim što su ugrađeni u sustav, objavljeni su u sklopu 6 diplomskih radova [6], [7], [8], [9], [10], [11], 5 magistarskih radova [12], [13], [14], [15], [16], dvije doktorske disertacije [17], [18], pet radova na međunarodnim konferencijama [19], [20], [21], [22] [23] te dva rada u časopisima [24], [25].

### 3.4 Centralizirani vs. raspodijeljeni sustav

U početku, na osnovi iskustva iz sustava ISSP, bilo zamišljeno da će sustav biti raspodijeljen, da će svako visoko učilište posjedovati vlastiti poslužitelj i vlastitu bazu podataka te da će se kopije lokalnih baza podataka nalaziti u Centru potpore ISVU u centraliziranoj bazi podataka. Provedeno je iscrpno istraživanje u području upravlja-

nja konzistentnošću i raspoloživošću u repliciranim bazama podataka [17], izgrađena je programska potpora. Nakon demonstracije sustava i analize mogućih opasnosti od neraspoloživosti centraliziranog sustava te troškova i problema u održavanju repliciranog sustava Vijeće projekta je zaključilo da sustav treba ostati centraliziran.

### 3.5 Razvojno okruženje

Prilikom izrade novog sustava bilo je potrebno odabrati razvojno okruženje koje će olakšati razvoj, implementaciju i kasnije održavanje sustava. Posebno se željelo izbjeći neke zatvorene alate koji na početku olakšavaju razvoj jednostavnih struktura i koncepata, dok u kasnijim fazama razvoja otežavaju implementaciju specifičnih zahtjeva te zahtijevaju poseban programerski angažman na izbjegavanje pretpostavljenih paradigmi. Prilikom izrade novog, integralnog sustava, s obzirom na njegovu veličinu i kompleksnost, posebna je pažnja morala biti posvećena izboru alata koji će zadovoljiti kriterije kao što su otvorenost, prenosivost, neovisnost o DBMS-u i fleksibilnost koja će omogućiti izradu svih specifičnih aplikacija koje je potrebno izgraditi u sustavu.

Odlučeno je da će se sustav razvijati u otvorenom pristupu, koristeći programski jezik Java i aplikacijsko programsko sučelje prema bazi podataka JDBC (Java Database Connectivity). Nakon analize mogućnosti razvojnih alata koji su tada postojali na tržištu i njihovih ograničenja, odlučili smo da ćemo izgraditi vlastito razvojno okruženje. Razvijena je vlastita biblioteka apstraktnih klasa (DBAACL – Database aware abstract classes) [20], prošireni rječnik podataka i generator aplikacija, odnosno dijelova aplikacija (Espresso-Lipa).

Razvojem ove vlastite biblioteke autorima je dana potpuna sloboda upravljanja i mijenjanja sustava, prema specifičnim zahtjevima koje će razvoj složenog i zahtjevnog informacijskog sustava donijeti. Dodatno, omogućena je ugradnja potpore za nove koncepte, npr. tipove podataka koji ne pripadaju u JDBC standard, ali su prisutni u nekim DBMS sustavima. Također, eliminiran je rizik oslanjanja na alate, tada prisutne na tržištu, a koji će u budućnosti možda biti napušteni.

Najveći doprinos izgradnji ovog razvojnog okruženja dali su Slaven Zakošek, Ladišlav Mačkala i Ognjen Orel.

### 3.6 Modeliranje baze podataka

Osnovni koncepti sustava slijedili su iz ISSS FER-a, međutim, u novom sustavu je trebalo znatno proširiti modele, kako bi se njima mogle opisati sve specifičnosti koje postoje na različitim visokim učilištima u RH.

Posebna pažnja posvećena je modeliranju podataka s ciljem postizanja što veće fleksibilnosti, kako bi ostao stabilan kroz daljnje nadogradnje, koje će nedvojbeno uslijediti, ali u datom trenutku ne znamo kakve će biti i u kojem će se smjeru kretati. Cilj je da u sljedećim fazama postojeća jezgra modela ostaje nepromijenjena, a model se nadograđuje po rubovima. Postizanje ovog cilja moguće je postići ako dubinski poznamo problematiku te pouzdano znamo značenje svakog podatka koji će biti predstavljen u modelu. Modeli se trebaju temeljiti na značenju podataka i njihovoj suštini te treba izbjeći, koliko je god to moguće, oslanjanje na trenutna pravila, trenutne propise i trenutni način rada. S obzirom da su gotovo svi suradnici na projektu bili u statusu sveučilišnih nastavnika ili suradnika te dubinski poznavali podatke i procese koje je trebalo modelirati, da su glavni projektanti već imali iskustvo projektiranja iz sustava ISSS FER, izgrađeni su kvalitetni i stabilni modeli, koji su preživjeli dramatične promjene koje su se kasnije dogodile u sustavu visokog školstva.

Višejezičnost je jedno od važnih obilježja sustava. Svi tekstni podatci mogu se upisivati višejezično i u padežima, kako bi se mogli koristiti pri izradi dokumenata čiji se predlošci također mogu definirati na različitim jezicima. Jezici se u sustav mogu dodavati dinamički, u toku rada s aplikacijom [27]. Za sada se pri izradi dokumenata koriste hrvatski i engleski.

Na početku izgradnje sustava tada važeći Zakon o visokim učilištima [28] potpuno je uređivao pravila studiranja, od načina i broja polaganja ispita, pa do pravila za napredovanje kroz studij, što je vrijedilo za sva visoka učilišta u RH. Zakon koji stupa na snagu 2003. godine [29] prepustio je određivanje pravila studiranja izvedbenim planovima pojedinih visokih učilišta te je bilo nužno svakom visokom učilištu omogućiti definiranje vlastitih pravila koja su morala biti podržana odgovarajućom programskom potporom. Zakon iz 2004. godine [30] donosi revolucionarne promjene u strukturi studija – umjesto dotadašnjih dodiplomskih studija uvode se preddiplomski, diplomski i integrirani preddiplomski i diplomski studiji. Osim klasičnog polaganja ispita tada je uvedena i mogućnost kontinuiranog praćenja rada tijekom studija na temelju čega studenti dobivaju ocjenu. Zbog svih tih promjena, modeli podataka i procesa su doživjeli značajne nadogradnje, ali bez ugrožavanja do tada postojećih dijelova.

Ponešto promjena donijela je primjena Uputa o dopunskoj ispravi o studiju [31], a 2010. godine trebalo je podržati mobilnost studenata, kako u modelima, tako i u poslovnim procesima i u Dopunskoj ispravi o studiju. O složenosti modela baze podataka i čitavog sustava govori broj tablica sadržanih u bazi, koji je 2004. godine bio otprilike 360, a u trenutku završetka razvoja oko 450 tablica.

Najveći doprinos u modeliranju dale su članice tima: Jasenka Anzil, Ljiljana Brkić i Valdi Kalafatić. Također, neprocjenjiva je bila pomoć ISVU koordinатора visokih

učilišta koja su sudjelovala u pilot programu uvođenja ISVU i pri testiranju početnih modela.

### 3.7 Procesi u ISVU

Podržani su svi procesi, od prvog upisa studenata na visoko učilište, pa do završetka studija s izdavanjem diplome i dopunske isprave o studiju. To su:

- Evidentiranje studijskih programa sa svim detaljima i pravilima potrebnim za realizaciju automatiziranih upisa studenata putem Studomata,
- Evidentiranje akademskih kalendara sa svim detaljima potrebnim za upravljanje procesima i događajima,
- Evidencija organizacijske strukture VU i podataka o djelatnicima,
- Prezentiranje studijskih programa i akademskih kalendara na Internetu na stranici [www.isvu.hr](http://www.isvu.hr) te izvoz podataka u obliku koji visokim učilištima omogućuje integraciju tih podataka u njihove web stranice,
- Razredbeni ispit, koji se kasnije, uvođenjem Državne mature ugasio,
- Upis studenata na visoko učilište, prema rezultatima razredbenog ispita, kasnije prema rezultatima državne mature (rezultat je Matični list),
- Prijelaz s drugog visokog učilišta, promjena studija/smjera/modula,
- Razmjena podataka i sinkronizacija sa sustavom studentske prehrane – ISSP
- Upis u akademsku godinu i upis predmeta – obvezatnih, izbornih, fakultativnih (rezultat je Upisni list) s izračunavanjem razine uspješnosti studenta iz koje proizlaze studentska prava,
- Vođenje financijskih obveza studenata,
- Evidencija ispunjavanja nastavnih obveza studenata
- Prijava i odjava ispita, provođenje ispita, unos završnih ocjena, zaključavanje podataka, tiskanje prijavnica i ispitnih lista,
- Izdavanje potvrda o statusu studenta i potvrda s prijepisom ocjena,
- Kontinuirano praćenje rada studenata tijekom semestra (uvedeno kasnije, zajedno s preddiplomskim studijima),
- Raspored sati,
- Mobilnost studenata (visoko učilište, upisani predmeti, položeni predmeti, priznavanje predmeta) – uvedeno kasnije,
- Odabir teme/mentora/predmeta završnog/diplomskog rada,
- Definiranje i tiskanje diplomskih/završnih zadataka,
- Provođenje završnih/diplomskih ispita, tiskanje obrazaca i evidentiranje ocjena rada, ocjena obrane i završne ocjene studija,
- Izrada diploma i dopunskih isprava o studiju.



### 3.8 Zaštita podataka

Posebnu pažnju trebalo je posvetiti zaštiti podataka, kako zaštititi od neovlaštenog korištenja, tako i zaštititi od uništenja dijela, ili čitave baze podataka. S obzirom da na početku razvoja sustava nisu postojali dokumenti koji bi detaljno govorili o načinu zaštite podataka vezane uz studije i studente, bilo je potrebno definirati politiku zaštite, mjere zaštite te dokumente kojima će se dodjeljivati ovlasti korisnicima, ali i razvijati svijest o potrebi zaštite podataka i načinu ponašanja prema podacima koji nisu javni. Podatci su grupirani u skupine, skupine su kategorizirane kao javne ili tajne. Visoko učilište je vlasnik svojih podataka i čelnik visokog učilišta određuje prava pristupa pojedinim skupinama podataka za svoje zaposlenike, prema pripadnosti organizacijskoj jedinici, odnosno funkciji koju obavlja. Definirani su dokumenti Imenovanje korisnika ISVU, Izjava o čuvanju podataka i Izjava o čuvanju lozinke. Na osnovi dokumenta o imenovanju korisnika ISVU i njihove izjave o čuvanju podataka djelatnici Centra potpore ISVU dodjeljuju korisnicima dozvole i lozinke za rad sa sustavom. Lozinke su posebno zaštićene na način da ih nitko ne može dešifrirati. Studenti pristupaju sustavu s pomoću JMBAG-a i lozinke.

U posebnom dijelu baze podataka se za svaku operaciju izmjene u bazi podataka prati trag (eng. Audit Trail) – zapisuju se informacije o transakciji, provedenoj promjeni, vremenu, mjestu i osobi koja je obavila promjenu. Pristup ovim podacima ima isključivo administrator sustava te u slučaju potrebe ili sumnje na neovlaštenu izmjenu podataka može dohvatiti potrebne podatke za potrebe analize.

### 3.9 Skladište podataka ISVU

Za potrebe analize podataka izgrađeno je skladište podataka (Data Warehouse) i pripadno sučelje [23], [24], [25]. Podaci iz transakcijskog sustava noću se prenose u skladište podataka, pri čemu se provodi pročišćavanje podataka i prenošenje u strukture pogodne za analizu podataka (tzv. dimenzijski model podataka, OLAP kocke).

Korisnicima na raspolaganju stoje gotovi upiti, detaljni i sumarni upiti. Gotovi upiti sadrže unaprijed pripremljene izvještaje nastale na temelju obrazaca koji se s visokog učilišta šalju na sveučilište/veleučilište i u Ministarstvo te neki izvještaji nastali prema zahtjevima korisnika. Pokretanjem ovih upita izvještaji će se popuniti aktualnim podacima iz skladišta. Detaljni upiti definirani su nad relacijskom bazom podataka i omogućavaju korisnicima uvid u detalje na drugačiji način i prema drugačijim kriterijima nego što to mogu kroz sučelje s relacijskom bazom podataka. Sumarni upiti definirani su nad OLAP kockama i omogućuju korisnicima da sami definiraju svoje izvještaje u obliku tablica, tehnikom povuci-ispusti (eng.



drag-and-drop). Zaglavlje tablice definirat će izborom dimenzijskih atributa i mjera iz činjenične tablice, s pomoću dimenzijskih atributa i željenih kriterija definirat će ograničenja upita. Nad tako dobivenim tablicama korisnici mogu sažimati dobivene podatke (*eng. drill-up*) ili zatražiti više detalja (*eng. drill-down*). Sumarni upiti omogućuju korisnicima sagledavanje činjenica na različitim razinama detaljnosti i u različitim kontekstima.

Najveći doprinos u modeliranju i izgradnji skladišta podataka dali su Igor Mekterović, Mirjana Domazet Lošo i Hrvoje Rončević.

### 3.10 Implementacija sustava

Od samog početka u takozvanom pilot projektu uključivanja u ISVU sudjelovalo je šest visokih učilišta. Sa Sveučilišta u Zagrebu to su: Matematički odjel Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Medicinski fakultet, Fakultet strojarstva i brodogradnje i Građevinski fakultet te sa Sveučilišta „J. J. Strossmayer“ u Osijeku Ekonomski fakultet i Veleučilište u Dubrovniku. Bili su uključeni u snimanje stanja, testiranje modela podataka i procesa te su primjenjivali pojedine module onim tempom kako su bili izgrađivani. Tijekom primjene rađale su se nove ideje te su neke od njih bile ugrađivane u sustav. Redosljed izgradnje programske potpore slijedio je njihove potrebe – započelo se s upisom studenata prve godine, zatim je slijedila ispitna evidencija, nakon toga upis u sljedeću akademsku godinu, itd.

Programska potpora bila je završena u listopadu 2003. godine, nakon čega je uslijedilo osnivanje Centra potpore ISVU, izrada priručnika za korisnike [26], preseljenje sustava u SRCE (2.4.2004.) te primopredaja sustava između FER-a i SRCE-a (21.10.2004.), nakon čega SRCE preuzima brigu o sustavu, organizira podršku korisnicima (*helpdesk*) i održava tečajeve za korisnike. U sustav se uvode grupe visokih učilišta prema prioritetima određenim na osnovi ankete o njihovoj spremnosti koja je provedena 2004. godine. Godine 2005. Sveučilište u Zagrebu donijelo je odluku da se sve sastavnice moraju uključiti u ISVU s početkom preddiplomskih studija. Ostala visoka učilišta ulaze u sustav prema vlastitim željama.

Korektivno, perfektivno i adaptivno održavanje sustava obavlja ZPR FER-a, u okviru kojeg se dograđuje sustav potporom za preddiplomske studije (2005. godine), novim modelima plaćanja i ostvarivanja prava na studentsku prehranu, diplomatske studije (2008. godine), mobilnost studenata (2010. godine) te povezivanje sa sustavom Državne mature (2010. godine).

U kolovozu 2011. godine SRCE u potpunosti preuzima brigu, održavanje i nadogradnju sustava.



Veliki doprinos u izgradnji, organizaciji i vođenju Centra potpore dao je Sveučilišni računski centar, ravnatelj dr. Zoran Bekić te Dubravko Hunjet i Denis Kranjčec – voditelj CP ISVU. Od samog početka projekta u Ministarstvu pruža vrlo kompetentnu administrativnu podršku načelnica Uprave za informatiku Ružica Vučić.

## 4. Zaključak

Izgradnjom i uvođenjem sustava stvoreni su preduvjeti za ispunjenje očekivanih koristi, navedenih u poglavlju 3.2. Postignuta je standardizacija procesa i dokumentacije u sustavu visokog školstva, studentima je olakšano obavljanje administrativnih poslova vezanih uz studije, djelatnicima visokih učilišta znatno je smanjen udio repetitivnih administrativnih poslova, što im ostavlja vremena za kvalitetnije poslove i kvalitetniju podršku i komunikaciju sa studentima. Podignuta je razina kvalitete i dostupnosti informacija koja će omogućiti donošenje operativnih i strateških odluka na temelju znanja, kako na pojedinim visokim učilištima, tako i na sveučilištima, veleučilištima i u Ministarstvu. Posljedica toga moglo bi biti povećanje kvalitete i efikasnosti studija, poboljšanje odnosa kvalitete studija i uloženi sredstava, bolje obrazovanih završenih studenata, što bi se u konačnici odrazilo i na kvalitetu i konkurentnost ukupnog gospodarstva RH.

Informacijski sustav visokih učilišta uspješno djeluje i razvija se tijekom više od 15 godina pri čemu je jedan od ključnih čimbenika uspješnosti ostvarenje kvalitetnog prijenosa znanja iz razvojnog okruženja u produkciju, uključivanjem budućih djelatnika Centra potpore u procese razvoja.

## Literatura

- [1] Martin, James: Computer Data-Base Organization, Prentice-Hall, INC., ISBN 0-13-165423-3, Engelwood Clifs, N.J. , 1977
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/CODASYL>, *Pristupljeno* 2020-02-14
- [3] Kalpić, Damir; Anzil, Jasenka; Dumanić, Valdi; Zoković, Hrvoje: Student Administration System, Proceedings of the 15th International Conference on Information Technology Interfaces, Čerić, Vlatko; Hljuz-Dobrić, Vesna; str. 123-128, ISSN 1330-1012, Pula, June 1993, University Computing Centre, University of Zagreb, Croatia, 1993
- [4] <https://www.carnet.hr/o-carnet-u/kronologija/> *Pristupljeno* 2020-02-14
- [5] Kalpić, Damir; Zoković, Hrvoje; Anzil, Jasenka; Pukljak Dubravka: Graphical Interface for the Student Administration System, Proceedings of the 16th International Conference on Information Technology Interfaces, Čerić, Vlatko; Hljuz-Dobrić, Vesna; str. 14-17, ISSN 1330-1012, Pula, June, 1994, University Computing Centre, University of Zagreb, Croatia, 1994
- [6] Matijašević, Boris. Baza podataka o nastavnim programima visokih učilišta diplomski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 29.09. 1999, Mentor: Baranović, Mirta.

- [7] Kranjčec, Denis: Primjena jezika XSL za prikaz nastavnih programa visokih učilišta na Internetu, diplomski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 12.07. 2001, Mentor: Baranović, Mirta.
- [8] Orel, Ognjen: Programski sustav za definiranje ekranskih formi u programskom jeziku Java, diplomski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 27.09. 2001, Mentor: Baranović, Mirta.
- [9] Mekterović, Igor. Baza podataka poslijediplomskog studija na visokom učilištu, diplomski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 29.09. 1999, Mentor: Baranović, Mirta.
- [10] Madunić, Mirjana. Skladište podataka o dodiplomskoj nastavi na visokom učilištu, diplomski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 29.09. 1999, Mentor: Baranović, Mirta.
- [11] Stanović, Nikša. Sustav za potporu razmjeni studenata temeljen na uslužno usmjerenom arhitekturi, diplomski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 07.07. 2008, Mentor: Baranović, Mirta.
- [12] Mekterović, Igor. Standardizirano mrežno sučelje za pristup skladištu podataka, magistarski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 30.03. 2004., 93 str. Mentor: Baranović, Mirta
- [13] Mačkala, Ladislav. Objektno orijentirani pristup izradi sučelja s bazom podataka, magistarski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 2.3. 2004., 125 str. Mentor: Baranović, Mirta
- [14] Brkić, Ljiljana. Vremenski promjenjiva pravila u aktivnim bazama podataka, magistarski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 28.09. 2004., 91 str. Mentor: Baranović, Mirta
- [15] Anzil, Jasenka. Upravljanje pravilima pristupa podacima temeljenim na ulogama u složenim informacijskim sustavima, magistarski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 25.11. 2005., 141 str. Mentor: Baranović, Mirta
- [16] Orel, Ognjen. Nadzor nad radom korisnika u relacijskim bazama podataka, magistarski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 26.11. 2008, 90 str. Mentor: Baranović, Mirta
- [17] Zakošek, Slaven. Postupci upravljanja konzistentnošću i raspoloživošću u repliciranim bazama podataka, doktorska disertacija, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 02.11. 2004, 172 str. Mentor: Baranović, Mirta
- [18] Brkić, Ljiljana. Model nadzora i upravljanja inkrementalnim ažuriranjem skladišta podataka, doktorska disertacija, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 12.07. 2011, 162 str. Mentor: Baranović, Mirta
- [19] Baranović, Mirta; Zakošek, Slaven; Mačkala, Ladislav. Creating Database-aware Java Classes Based on Extended Data Dictionary and Abstract Classes, World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics Proceedings, Volume XVII, Callaos, Nagib; Long, Steven; Loutfi, Mohamed, str. 283-288, Orlando: IIS, Orlando, FL, USA, 2001.
- [20] Baranović, Mirta: Knowledge-based Decision Making on the University, Workshop on University Management. University of Zagreb, Tuheljske toplice, May 2002.
- [21] Baranović, Mirta; Mačkala, Ladislav; Kranjčec, Denis: Migration to Multitier Application Architecture: A Case Study, Proceedings of the 25th International Conference on Information Technology Interfaces, Budin, Leo; Lužar-Stiffler, Vesna; Bekić, Zoran; Hljuz Dobrić, Vesna, str. 39-44, ISBN 9539676967, Cavtat / Dubrovnik, Croatia, June 2003, SRCE, University Computing Centre, University of Zagreb, Zagreb, 2003.
- [22] Baranović, Mirta; Madunić, Mirjana; Mekterović, Igor: Data Warehouse as a Part of the Higher Education Information System in Croatia, Proceedings of the 25th International Conference on Information Technology Interfaces, Budin, Leo; Lužar-Stiffler, Vesna; Bekić, Zoran; Hljuz Dobrić, Vesna, str. 121-126, ISBN 9539676967, Cavtat, June 2003, SRCE, University Computing Centre, University of Zagreb, Zagreb, 2003.
- [23] Mekterović, Igor; Baranović, Mirta. Developing a General Purpose OLAP Client Prototype Using XML for Analysis, Proceedings of MIPRO 2005, Baranović, Mirta; Sandri, Roberto; Čišić, Dragan; Hutinski, Željko; str. 101-106, Croatian Society for Information and Communication Technology, Rijeka 2005.

- [24] Mekterović, Igor; Brkić, Ljiljana; Baranović, Mirta: Improving the ETL process and maintenance of Higher Education Information System Data Warehouse, *WSEAS transactions on computers*. 8 (2009), 10; str. 1681-1690, ISSN 1109-2750
- [25] Mekterović, Igor; Brkić, Ljiljana; Baranović, Mirta: A Generic Procedure for Integration Testing of ETL Procedures, *Automatika : časopis za automatiku, mjerenje, elektroniku, računarstvo i komunikacije*, 52 (2011), 2; str.169-178, ISSN 0005-1144
- [26] Baranović, Mirta; Borčić, Marina; Hunjet, Dubravko; Kalafatić, Valdi; Kranjčec, Denis; Mesarić, Josip; Peh, Branko: *Informacijski sustav visokih učilišta*, priručnik, Ministarstvo znanosti i tehnologije, ISBN 953-6755-08-4, Zagreb, 2003
- [27] Baranović, Mirta; Zakošek, Slaven; Brkić, Ljiljana: The Model of Multilingual Student Administration System, The International Workshop on Global Data Modeling in the New Millennium, str. 24-34, Yokohama, 2001.
- [28] Zakon o visokim učilištima, Narodne novine 96/1993, 25.10.1993.
- [29] Zakon o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, Narodne novine, br. 123/2003, 31.7.2003.
- [30] Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, Narodne novine br. 105/2004, 21.7.2004.
- [31] Dopunska isprava o studiju – Upute, pravila i ogledni primjeri, Ministarstvo znanosti obrazovanja i športa RH, Zagreb, srpanj 2008, ISBN : 978-953-6569-53-3
- [32] Anzil, Jasenka; Baranović, Mirta; Brkić, Ljiljana; Domazet-Lošo, Mirjana; Jaguš, Tomislav; Jurinčić, Ana; Kalafatić, Valdi; Krajcar, Slavko; Kranjčec, Denis; Kremenjaš, Davorin; Križanović, Krešimir; Lišnjčić, Dino; Ljubešić, Marija; Mačkala, Ladislav; Matijašević, Boris; Mekterović, Igor; Orel, Ognjen; Pukljak Zoković, Dubravka; Rončević, Hrvoje; Rovanić, Lidia; Rubinić, Gorana; Stanović, Nikša; Zakošek, Slaven; Zoković, Hrvoje; Žganec, Tomislav. ISVU – Informacijski sustav visokih učilišta, programski paket, FER, Zagreb, 2000.-2011.