

Flora Croatica Database: izazovi 25-godišnjeg razvoja i održavanja

Krešimir Fertalj¹, Boris Milašinović²

¹ redoviti član HATZ-a,

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, kresimir.fertalj@fer.hr

² Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, boris.milasinoVIC@fer.hr

Sažetak: *Flora Croatica Database (FCD) je nacionalna baza podataka o flori Hrvatske. Primarno izrađena kao baza podataka vaskularne flore, prvotno proširena na evidenciju drugih biljnih vrsta za potrebe Botaničkog vrta u Zagrebu, tijekom 2020. godine dodatno je proširena podacima o mahovinama te se planira podrška za unos algi čime bi se kompletirao taksonomski obuhvat flore. Od inicijalnog taksonomskog popisa hrvatske flore 1994. godine što se može smatrati začetkom izrade nacionalne baze podataka (Croatian Information Service for Biodiversity – Database, skraćeno CIS-B Database) prošlo je više od 25 godina tijekom kojeg je sustav konstantno bio održavan i nadograđivan, višestruko povećavajući svoj opseg kako u podacima, tako i programski. U radu je dan kratki pregled povijesti razvoja, popis značajnih komponenti sustava, nakon čega slijedi kratki pregled problema s kojima su se autori s više ili manje uspjeha nosili tijekom razvoja i održavanja sustava.*

1. Uvod

*Flora Croatica Database (FCD) je nacionalna baza podataka o flori Hrvatske koja sadrži podatke o vaskularnoj flori i mahovinama, a u planu je izrada programske podrške za unos algi s ciljem kompletiranja taksonomskog obuhvata flore Hrvatske. Začetkom razvoja smatra se inicijalni taksonomski popis hrvatske flore izrađen 1994. godine [1]. Početna verzija sustava bila je izrađena kao višekorisnička aplikacija realizirana klijentom *Microsoft Access* nad bazom podataka spremljenim na poslužitelju *Microsoft SQL Server*. Tadašnja baza podataka sadržavala je osnovne taksonomske (nomenklaturu, sinonime i narodna imena), horološke (navode vrsta u literaturi, podatke iz dijela herbarskih zbirki i popise opaženih vrsta tijekom terenskih istraživanja) i ekološke podatke (vrijednosti ekoloških indeksa za pojedine vrste) [2].*

Početak stoljeća započinje prijelaz na web-aplikaciju čija prva inačica nastaje 2004. godine. Tijekom sljedećih nekoliko godina prijelaz je u potpunosti dovršen te je sustav proširen dodatnim komponentama poput crvene knjige ugroženih vrsta, podrške za evidenciju korisnog bilja, invazivnih vrsta i kategorizacije staništa, unosa i pregled slika vrsta, prikaza geokodiranih podataka o vrstama, izračuna bioraznolikosti i drugim. Dodatno, za potrebe Botaničkog vrta u Zagrebu dodana je potpora za evidenciju drugih biljnih vrsta [3].

U trenutku pisanja ovog rada, FCD sadrži više od 127 000 slika vrsta, više od 544 000 geokodiranih zapisa o opažanjima vrsta na terenu, preko 358 000 geokodiranih literaturnih navoda vrsta te podatke za više od 55 000 herbarskih primjeraka (pri čemu je više od 47 000 geokodiranih uz približno 30 000 slika herbara, većinom visoke rezolucije).

Uzevši u obzir neumitnost starenja softvera [4] te procjene kako je prosječni životni vijek informacijskog sustava ili bilo kojeg softvera 9-12 godina [5][6], onda činjenicu da FCD uspješno postoji u svojoj web-inačici već 16 godina (a ukupno preko 25 godina) mora izazvati određeni respekt.

Recept za dugovječnost može se opisati s tri gledišta. Jedan, vrlo značajan, su dobro uspostavljeni temelji kvalitetno modeliranim relacijskim modelom podataka prema kojem postojeća baza podataka sada broji preko sto tablica. Broj pogleda, funkcija i procedura je s vremenom višestruko narastao, ali su preinake strukture podataka kroz vrijeme bile relativno male zbog dobro projektirane osnovice. Ugodan dizajn, potvrđen uvrštavanjem na popis 100 najboljih hrvatski internetskih stranica 2005. godine prema časopisu VIDU, zadovoljava i danas, iako uslijed povećanja rezolucije ekrana ograničava iskoristivost prostora na ekranu, pa je inicijalna strategija razvoja u kojoj se dodatne komponente dodaju kao dio cjelokupne, zajedničke web-aplikacije morala biti napuštena, što uzrokuje da nove komponente budu oblikovane modernijim dizajnom uz zadržavanje inicijalnih vizualnih logotipova.

Drugi ključni faktor opstanka sustava je utemeljen na entuzijazmu autora (PMF, FER), koji su ga godinama održavali skromnim sredstvima, a povremeno *de-facto* volonterstvom, pri čemu je tek zadnjih nekoliko godina dio održavanja formalno preuzeo Državni zavod za zaštitu prirode (DZZP), danas Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (HAOP).

Treći faktor pomalo podsjeća na anegdotu o vlasniku koji se hvali svojom dugovječnom metlom na kojoj je od kupnje prije puno godina, eto, samo dvaput promijenio dršku i triput donji dio, ali to je ista ona njegova vjerna metla. Sustav *Flora Croatica* ne bi preživio da kontinuirano ne doživljava razne dogradnje i preinake, a odnedavno i ponovne izgradnje pojedinih komponenti. Za razliku od nekih izoliranih poslovnih

sustava za koje je moguće pretpostaviti da će njegovi korisnici kontinuirano osigurati hardver i operacijski sustav iz vremena kad je sustav nabavljen (pa tako nije neuobičajeno naići na aplikacije pisane u *Clipperu*, *dBaseu* i sličnim alatima koji rade na zastarjelim verzijama operacijskih sustava) sustav namijenjen široj populaciji korisnika mora se prilagoditi vremenu. Dio sustava još uvijek radi na originalnim temeljima (tehnologiji *ASP.NET Web Forms*) uz nužne modernizacije u skladu s mogućnostima i potrebama, primjerice zbog prestanka podržanosti nekih komponenti.

2. Korisnici i komponente sustava

FCD koriste različiti profili korisnika, od korisnika javno dostupne usluge koje zanimaju biljke, preko studenata, nastavnika i botaničara amatera, pa sve do profesionalaca kojima je FCD ključni izvor za izradu različitih studija i znanstvenika kojima je FCD relevantni i citirani izvor. Na tehničkoj razini, FCD prepoznaje anonimne i prijavljene korisnike, pri čemu prijavljeni korisnici mogu pripadati određenim grupama (ulogama) te sukladno tome imaju dodatna prava u odnosu na obične prijavljene korisnike u smislu mogućnosti unosa i ažuriranja podataka, primjerice o herbarskim zbirkama koje evidentiraju kustosi muzeja. Dodatno, omogućeni su korisnički računi s vremenski ograničenim trajanjem, primjerice za vrijeme trajanja izrada seminara, ugovora za unos podataka i slično.

Prijava korisnika se obavlja iz bilo kojeg dijela sustava mehanizmom jednostruke prijave korisnika (engl. *single-sign on*) korištenjem vlastitog rješenja razvijenim nad radnim okvirom *IdentityServer* u skladu s protokolima *OpenID Connect* i *OAuth 2.0*. Inicijalno je razmatrana mogućnost prijave korištenjem AAI identiteta (autentifikacijska i autorizacijska infrastruktura sustava znanosti i visokog obrazovanja u Republici Hrvatskoj) i/ili Googleovog računa, ali s obzirom da jedan dio korisnika ne pripada akademskoj zajednici te da je inicijalno dodavanje korisnika preko Googlea složenije, odlučeno je da se ide u razvoj vlastitog rješenja čime je mogućnost upravljanja korisnicima značajno pojednostavljena. Postojeće rješenje omogućava prijavu iz različitih aplikacija i s različitih platformi uz uvjet da imaju ugrađen internetski preglednik za prijavu. Web-aplikacije koriste takozvane kolačiće (*cookie*) koji se formiraju nakon prijave, a mobilne aplikacije mogu koristiti oznaku prema internetskom standardu *JSON Web Token* (JWT) prilikom komunikacije s web-servisima.

Početna stranica (Slika 1, središnji prikaz) sadrži poveznice na glavne komponente sustava: crvenu knjigu ugroženih vrsta, pregled bibliografskih podataka, pregled korisnog bilja i njegove upotrebe, prikaz alohtonih (invazivnih) vrsta, galeriju slika vrsta i staništa, modul za usporedbu i identifikaciju porodica korištenjem dihotomskog ključa, pregled terenskih opažanja, pregled herbarskih zbirki, modul za rad s

prostornim podacima u svrhu izrade prostornih profila svojti i analize raznolikosti te *FCD Geoportala* (Slika 5) za prikaz prostornih podataka.

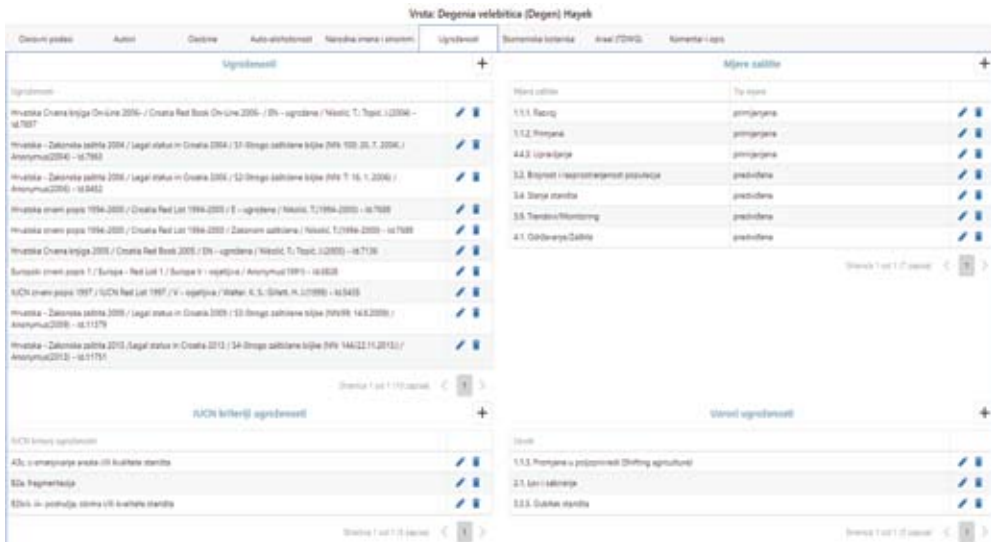


Slika 1. Primjeri različitih izgleda i parametara za pretragu

Poveznice su navedene u izborniku ispod naslovnice te su većinom stalno prisutne, pri čemu se izgled pojedine stranice i parametri za pretragu prilagođavaju pojedinoj tematskoj cjelini (Slika 1). Rezultat pretrage u pojedinim komponentama je popis vrsta s kartom rasprostranjenosti, nakon čega se za odabranu vrstu mogu prikazati različiti podaci, pri čemu korisnik ima mogućnost odabira grupa podataka (Slika 2). Prijavljeni korisnici imaju širi izbor mogućnosti te se za njih pamti odabir.



Slika 2. Prikaz detalja vrste i odabir skupina podataka za prikaz



Slika 3. Isječak iz administratorskog modula. Komponenta za izmjenu podataka o vrstama.

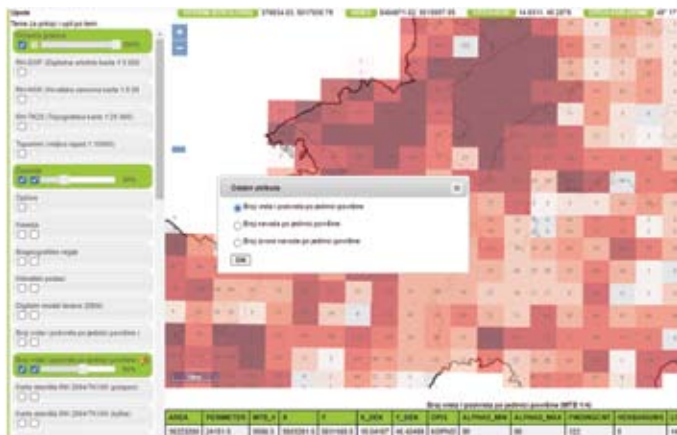
Složenost i broj kriterija najbolje se može opisati isječkom iz administrativnog modula na kojem se vidi komponenta za rad sa svojstvima vrste (Slika 3) gdje su svojstva vrste podijeljena u kategorije. Osim navedene komponente administratorski modul omogućava izmjene podataka u različitim tablicama, promjenu krivo pridruženih nalazišta, različite preglede, administraciju korisnika te pregled ažuriranja podataka kroz administrativni modul (Slika 4).

Stablo + Vrt + Pregledi + Tablice + Prijenos nalazišta + Administracija korisnika + Pregled ažuriranja

Povijest ažuriranja

<input type="checkbox"/>	OKT	Start	Kraj	Korisnik	Naredba	Podaci	Pogreška
<input checked="" type="checkbox"/>	Q	25. 01. 2021. 19:29	25. 01. 2021. 19:29	Toni Nikolić, Botanički zavod PMF, Zagreb	User.UpdateDjelatnikCommand	{ "idDjelatnika": "mvukovic", "Datumski": ["Value": "2022-01-01T00:00:00"] }	
<input checked="" type="checkbox"/>	Q	22. 01. 2021. 11:17	22. 01. 2021. 11:17	Toni Nikolić, Botanički zavod PMF, Zagreb	Rod.AddRodCommand	{ "idPorodice": "36627", "NazRod": "Pteris", "KratRod": "Pte", "AutorRod": "L.", "Objavljeno": "Sp. Pl.: 1073 (1753)", "Grupa": 0, "idRoda": 0 }	
<input checked="" type="checkbox"/>	Q	22. 01. 2021. 11:16	22. 01. 2021. 11:16	Toni Nikolić, Botanički zavod PMF, Zagreb	Porodica.AddPorodicaCommand	{ "idRoda": "31158", "NazPorodice": "Pteridaceae", "AutorPorodice": "E. D. M. Kirchn.", "Objavljeno": "Schul-Bot: 109 (1831)", "Grupa": 0, "idPorodice": 0 }	
<input checked="" type="checkbox"/>	Q	22. 01. 2021. 10:20	22. 01. 2021. 10:20	Toni Nikolić, Botanički zavod PMF, Zagreb	Svojstva.AddIznazivnaVrstaCommand	{ "idVrste": "36622", "idIznazivna": "2.1.1.3" }	
<input checked="" type="checkbox"/>	Q	22. 01. 2021. 10:20	22. 01. 2021. 10:20	Toni Nikolić, Botanički zavod PMF, Zagreb	Svojstva.DeleteIznazivnaVrstaCommand	{ "idIznazivna": "6929" }	

Slika 4. Prikaz povijesti ažuriranja korištenjem administratorskog modula



Slika 5. Geoportala FCD-a za prikaz različitih agregiranih geoprostornih slojeva - prikaz podataka o biološkoj raznolikosti

3. Tehnološki izazovi

Prethodne slike prikazuju samo dio komponenti FCD-a. FCD je svoj obujam kroz godine povećao nekoliko puta. U trenutku pisanja ovog rada baza podataka nad kojom FCD radi sadrži 175 tablica, 245 pogleda, 19 funkcija i 777 pohranjenih procedura te je praktično nemoguće vizualizirati kompletni model na jednom mjestu.

Dominantni tehnološki problem FCD-a nije vezan za broj korisnika i potrebu za skaliranjem, iako je porast broja korisnika bio razlog za dio hardverskih i softverskih promjena. Kompleksni izračuni, kao što je izračun α -diverziteta, to jest broja različitih vrsta i podvrsta koji uključuje razvrstavanje geokodiranih nalazišta vrsta po prostornim poligonima pri čemu u izračunu treba voditi računa o tome jesu li u poligonu sve podvrste neke evidentirane vrste, odnosno tipična podvrsta i slično, kako ne bi došlo do povećanja stvarnog broja [7][8] obavljaju se periodički, jednom dnevno te se podaci spremaju u obliku *ESRI shapefile* datoteka spremnih za prikaz preko *FCD Geoportala* (Slika 5). Slično, za izračune manje složenosti, ali koji zahtijevaju određeno vrijeme za izračun (npr. 10-60 sekundi), kao što su izrada prostornog profila svojiti razvrstavanjem po ponuđenim prostornim temama, obavljaju se asinkrono uz periodički prikaz status posla. Ono što predstavlja veći problem su kontinuitet dodavanja novih funkcionalnosti i potreba za osuvremenjivanjem zastarjelih tehnologija.

3.1 Podatkovni model

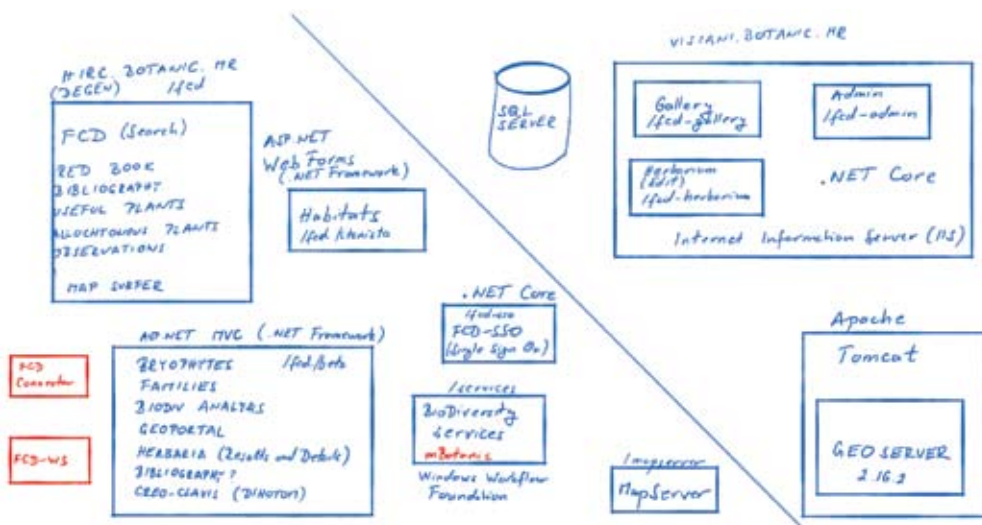
Ranije navedeni broj procedura je prilično velik, iako dio njih uslijed modernizacije komponenti više nije u upotrebi. Evidentiranje „mrtvog“ koda, odnosno procedura koje se ne koriste nije jednostavan problem. U nekim starijim komponentama koristio

se mehanizam izravnih (SQL) upita nad bazom podataka. Prednost se očitovala u jednostavnosti i neovisnosti izrade, ali i nedostatku automatske provjere upita i modela prilikom izmjene tablica.

Pojavom tehnologije *Language-Integrated Query* (LINQ) dio baze podataka je preslikan iz relacijskog u objektni model. Budući da je pojavom radnog okvira *Entity Framework* upotreba LINQ-a za izradu objektno-relacijskog preslikavanja napuštena, opet je nastao novi niz parcijalnih modela, pri čemu način imenovanja i veza nije bio isti, što otežava preslikavanje. Dodatno, problem su međusobne ovisnosti upita i procedura van programskog koda, na samoj bazi podataka, Slijedom navedenog, trenutni je stav je da se zbog opsega posla ne ide u sistematizaciju i optimizaciju procedura sve dok uslijed promjene strukture ili skupa podataka koji treba dohvatiti nije potrebno mijenjati proceduru ili niz procedura. Opravdanje koje služi kao potvrda ovog stava predstavlja činjenica da se skup tablica rijetko mijenjao, većinom dodavanjem novih atributa ili dodavanjem povezanih tablica, uz tek nekoliko slučajeva promjene kardinalnosti veza među entitetima, pa je i broj procedura koje trebaju promjenu relativno mali, a osim šuma koji unose nekorištene procedure ne stvaraju štetu.

3.2 Problem velikog broja različitih komponenti

Slika 6 prikazuje skicu koja je poslužila kao podloga za pregled korištenih tehnologija i komponenti. Iako ne predstavlja industrijski standard notacije (u usporedbi s



Slika 6. Skica komponenti FCD-a

UML dijagramom komponenti), dijelom ilustrira suradnju s naručiteljem-korisnikom netehničke struke, a daje dobar prikaz stanja nakon razvoja web-aplikacije od 2004. godine. FCD trenutno radi na 2 poslužitelja, pri čemu je prvi (nadograđen i rekonfiguriran tijekom godina) bio poslužitelj na internetskoj poveznici hirc.botanic.hr. Na njemu je tehnologijom *ASP.NET Web Forms* nad radnim okvirom .NET bio izveden inicijalni skup modula: modul za uređivanje taksonomije vrsta, crvena knjiga ugroženih vrsta, popis bibliografije, korisno bilje, invazivne vrste, opažanja i pregled geoprostornih podataka koristeći otvorenu platformu za objavu prostornih podataka i kartiranje *MapServer* (nadopunjuje se s kasnije izrađenim *FCD-Geoportalom*). Istom tehnologijom je dodan administratorski modul (kasnije moderniziran) i modul za evidenciju staništa.

Razvoj novih modula je pratio razvoj novih tehnologija, pa su tako komponenta za mahovine, dio podataka o herbarskim zbirkama, analiza bioraznolikosti i druge, razvijene korištenjem tehnologije ASP.NET MVC. Složeni postupci izračuna biološke raznolikosti i izrade ekoloških profila biljnih vrsta modelirani su tehnologijom *Windows Workflow Foundation* i izloženi kao web-usluge (engl. *web services*). Mješavina različitih tehnologija otežavala je spajanje komponenti u jednu integriranu aplikaciju. Do problema je dolazilo ne zbog same razlike u konceptu izrade, već zbog korištenih programskih knjižnica trećih strana u danom trenutku, gdje je počelo dolaziti do nekompatibilnosti između verzija (engl. *breaking changes*), a nadogradnja na novije verzije u jednoj komponenti bila je onemogućena ili količinom posla ili vezanošću za neku nekompatibilnu knjižnicu druge komponente. U trenutku kad je FCD nastajao velik broj današnjih, uobičajenih programskih knjižnica nije postojao. Primjerice *jQuery* koji se intenzivno koristi u kasnijim komponentama, nastao je tek 2006. godine i nije se mogao smatrati „sigurnom okladom“ u konkurenciji s nekim sličnim alatima u to vrijeme, a nije uvijek bio kompatibilan s alternativama koje su se nudile (npr. *Microsoft Ajax Toolkit*). Dodatno i razvoj *jQueryja* je bio obilježen različitim promjenama ugrađenih programskih postupaka, pri čemu su neki koji su korišteni s vremenom zastarjeli, pa se pojedine komponente nisu mogle nadograditi u noviju inačicu zbog prevelike količine posla.

Pojavom programskog radnog okvira *.NET Core* kao dugoročnog nasljednika okvira *.NET Framework*, postalo je sasvim jasno da će postupak integracije tehnološki biti sve teži i da je potrebno napraviti upravo suprotno - razdvojiti sustav na niz manjih aplikacija, što je nedavno napravljeno na primjeru administratorskog modula, galerije slika (Slika 7) i modula za evidentiranje herbarskih podataka. Navedeni pristup omogućio je neovisan dizajn (o problemu dizajna naknadno) i korištenje prikladne tehnologije za pojedinačni problem, neovisno o prethodnim komponentama. Dodatno, omogućava da se stari dijelovi moderniziraju dio po dio, ovisno o nužnosti te financijskim i vremenskim mogućnostima.

Ključni element koji je omogućio modernizaciju FCD-a i preduvjet za navedeno razdvajanje bila je izrada komponente za jedinstvenu prijavu (engl. *single sign on*) nekim od uobičajenih protokola kojim bi se mogle prikopčati sve komponente tamo gdje je bitno prepoznati prijavljenog korisnika. Time je omogućen neovisni razvoj budućih komponenti koje više nisu nužno dio iste aplikacije, ne moraju koristiti stare tehnologije i dizajn, niti se moraju nalaziti na istom računalu, pa se novi moduli mogu razvijati različitim modernim tehnologijama (npr. *.NET Core* u kombinaciji s nekim od modernijih klijentskih razvojnih okvira).

3.3 Problem licenci

Dizajn složenih izvještaja koji su trebali simulirati izgled papirnatih izvještaja (npr. fizičkih primjeraka crvene knjige) te izrada složenih tabličnih formi s mogućnošću grupiranja stupaca, izvoza podataka u formate *Excel* i PDF su kompleksni problemi za koje na tržištu nema odgovarajućih besplatnih alata s kojima bi se takve funkcionalnosti mogle kvalitetno i u razumnom vremenu ugraditi, a da pritom trošak razvoja bez tih alata značajno ne premaši investiciju u kupnju komercijalnih alata. Stoga se 2009. godine pristupilo nabavi razvojne licence za razvojni okvir *DevExpress*. Sa stanovišta naručitelja rješenje se činilo opravdanim uzevši u obzir da se radi o licenci koju plaća razvijatelj (FER), rješenje nije predstavljalo dodatan trošak u produkciji, a licencu nije bilo nužno periodički obnavljati. No, ovaj koncept se pokazao kao mač s dvije oštrice. Razvojni tim nije imao drugih potreba za navedenim alatom, naručitelju je ponestalo sredstava za unaprjeđenje sustava i motiva za obnovu licence pa je obnova odgođena. Nakon nekoliko godina korištena verzija je prestala biti kompatibilna s aktualnim verzijom drugih alata, što je rezultiralo prekidom rada nekih funkcionalnosti. Slično se ponovilo nakon proteka još pet godina, pri čemu prijelazi na noviju verziju bivaju značajno složeniji. Neminovno je da bi se problem mogao ponoviti modernizacijom komponenti za izvještaje i prelaskom na *.NET Core*, što će opet otvoriti pitanje financiranja licence, čija obnova postaje neminovna svakih nekoliko godina. S druge strane, uzevši u obzir da produljenje licence košta trećinu inicijalne investicije, postavlja se pitanje kolika je isplativa ušteda naručitelja koja za nuspojavu ima povećan obujam posla (posljedično troška održavanja) u sljedećim nadogradnjama.

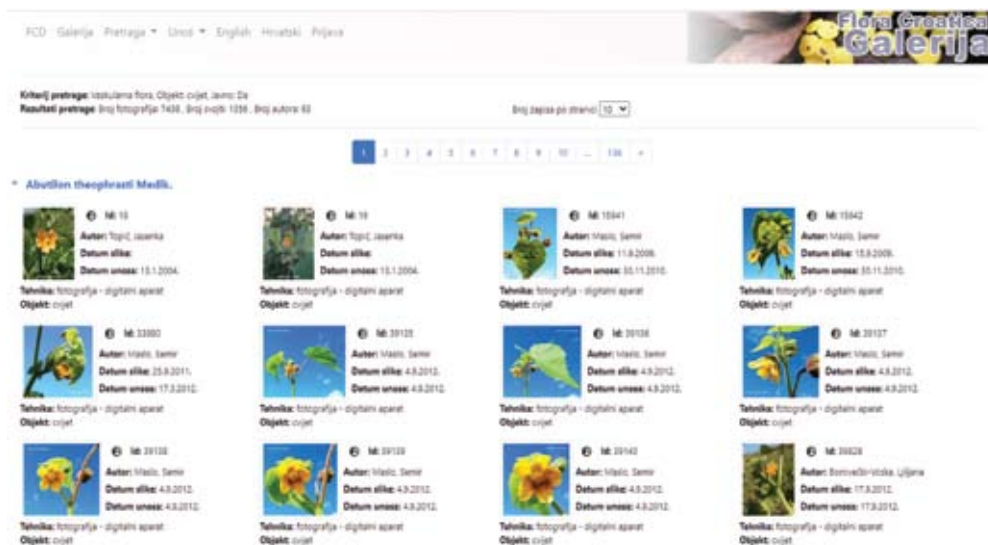
Nažalost, problem je teško rješiv dok se problem održavanja dogovora na godišnjoj razini s neizvjesnim izvorima financiranja, zanemarujući pritom vrijednost sustava – kako onu podataka koje su vrijedni botaničari prikupljali godinama, tako onu tehnološku sadržanu u 25 razvoja i znanju o primjeni tehnologije u problemskom području. Naime, održavanje sustava u jednom trenutku financira DZZP (danas HAOP), s ciljem preuzimanja podataka i administrativnim pristupom održavanju sustavu pa čak i namjerom da za cijenu održavanja preuzme vlasnička prava.

3.4 Problem procjene i neočekivanih ovisnosti

Dio komponenti je nadograđivan preventivno, naslućujući probleme sa zastarjelim tehnologijama. Takav primjer je komponenta za prikaz slika visoke rezolucije koja je implementirala standard *Flash*. Paralelno s tom nadogradnjom došlo je do promjene komponente za unos i pretragu slika te su nove komponente, zajedno sa slikama fizički smještene na novi poslužitelj (visiani.botanic.hr).

Svaka od tih nadogradnji je usput iskorištena da bi se promijenio dizajn kako bi bio prilagođen modernim preglednicima i različitim rezolucijama ekrana, pritom pokušavajući zadržati sličnost s izvornim dizajnom (Slika 7).

Međutim na primjeru premještanja slika na drugi, diskovnim prostorom i performancama bolji poslužitelj može se vidjeti kompleksnost takvih poslova i teškoće u procjeni potrebne količine posla. Dok je bilo moguće jasno iskazati potrebno vrijeme za izradu nove komponente, vrlo teško je bilo locirati sva mjesta u kojima su se koristile slike, pa je primjerice pogreška u izradi PDF izvještaja za ugrožene vrste i invazivne vrste uočena puno kasnije nakon što su slike obrisane sa starog poslužitelja. Slično, mjesecima kasnije u tragu pogrešaka se još uvijek pojavljuju zahtjevi za rukovanje slikama preko starih adresa i usluga. Iako se u praksi često koristi koncept da se vrši automatsko preusmjeravanje zahtjeva na novu lokaciju, ovdje je namjerno odabrana strategija prijavljivanja pogrešaka te su na taj način locirani vanjski sustavi koji su se oslanjali na podatke iz FCD-a, a da razvojni tim toga uopće nije bio svjestan. Iz perspektive korisničkih prava to je bila sasvim dozvoljena radnja, ali skriveni trošak



Slika 7. Isječak iz modula za pregled slika vrsta i staništa

koji nastaje održavanjem starih usluga je problematičan iz perspektive procjene troškova održavanja.

Kao još jedan primjer skrivenog troška može poslužiti web-usluga (Slika 6, crveno označena komponente *FCD connector*) izrađena za vezu s posebno za tu namjenu izrađenom samostalnom aplikacijom koja je iz muzejske baze podataka prenosila podatke u FCD, označavala prenesene te one čiji podaci nisu ispravni, odnosno nisu uparivi s podacima u FCD-u. Inicijalno je bilo očekivano da se aplikacija i web-usluga koriste tako dugo dok postupak prijenosa ne bude dovršen i podaci usklađeni. Međutim, u praksi se pokazalo da je korisnicima iz muzeja odgovarala varijanta u kojoj mogu nastaviti koristiti svoj stari program i s izrađenom aplikacijom periodički prenositi podatke u FCD. Navedeno je izašlo na vidjelo kao skriveni trošak nakon promjene strukture herbarskih podataka i nakon prvih dojavljenih pogrešaka prilikom pokušaja prijena podataka.

3.5 Problem dizajna

Iako je FCD dobio nagradu časopisa VIDI za dizajn, s tehničkog aspekta dizajn ima nekoliko ključnih nedostataka, koji su usporili i/ili onemogućili daljnji razvoj. Svojedobna odluka da se širina ekrana prilagodi ekranima rezolucije 800x600, 2004. godine, u trenutku kada su ekrani HD rezolucije već počeli gubiti primat nije bila dugoročno promišljena. Danas, na ekranima pune (Full HD) rezolucije, prostor namijenjen za FCD u starim komponentama zauzima tek 1/3 ekrana horizontalno i oko 2/3 vertikalno, a na pojedinim mjestima tablice, zbog naknadnog dodanih stupaca, prelaze predviđene rubove. Preinaku i prilagodbu za različite rezolucije uređaja otežava i tekst napisan u obliku slika razlomljen u puno manjih slika, što je bilo aktualno u vrijeme sporih, modemskih brzina, a danas samo nepotrebno povećava broj zahtjeva na server.

Dobar dizajn je čest problem s tehničkog aspekta, jer veliki broj grafičkih dizajnera radi izvrsne slike i oblike kontrola u alatima za obradu slika, ali nema tehničkog znanja u izradi CSS stilova i HTML-a, pa nastaju problemi s tehničkom konverzijom, a naročito u slučaju dinamičkog sadržaja varijabilne duljine i širine, čime je razvojni tim prinuđen koristiti razna zaobilazna rješenjima i često redefinirati stilove i definirati nove. To praktično rezultira s velikim brojem stilova za jednokratnu upotrebu, grubim prijelazima na rubovima ponovo iskorištenih slika (primjerice Slika 7, logotip u desnom gornjem kutu) i nemogućnost kombiniranja s novim programskim bibliotekama koje se oslanjaju na uhodane stilske okvire poput *Bootstrapa* koji jasno predviđaju skup stilova i način kako se oni smiju mijenjati i kombinirati. Kao olakotnu okolnost ipak treba uzeti u obzir da u vrijeme kad je navedeni dizajn za FCD nastajao, CSS nije bio standardiziran i prikaz je često varirao od preglednika do preglednika,

nije bilo nijednog stilskog okvira, pa bi bilo koje rješenje bilo prinuđeno na veće ili manje promjene. U budućnosti bi uz postojanje jasnih stilskih radnih okvira problem trebao biti premošten, ali uz značajan napor u prilagodbi svih postojećih sadržaja.

3.6 Studentski radovi

FCD je posljedično poslužio i za demonstraciju uporabe modernih tehnologija, što je za korisnu nuspojavu imalo više elementa: povećanje opsega FCD-a i poboljšanje kvalitete usluge, ali i praktično iskustvo autorima te njihovim studentima koji su svoje završne i diplomske radove [9-21] realizirali za potrebe stvarnih korisnika. Iako, zamišljeno kao *win-win-win* situacija za studente, mentore i vlasnike FCD-a, praksa je pokazala da je u većini slučajeva maksimalna iskoristivost studentskih radova vezanih za FCD na razini prototipa (pri čemu analiza razloga izlazi van okvira ovog rada), ali i dalje predstavlja dobre primjere demonstracije koncepta i provjere isplati li se dalje razvijati određene komponente, odnosno kojom tehnologijom će postojeće komponente biti zamijenjene.

4. Zaključak

Činjenica da neki sustav funkcionira više od 25 godina te da je od uskog kruga sastavljenog od nekoliko korisnika prerastao u nacionalnu bazu flore, definitivno mora razveseliti dionike sustava. Naravno, bez kontinuiranog doprinosa korisnika i neumornog rada na održavanju i ispravljanju podataka znanstvenika i nastavnika, vođenih vizijom i entuzijazmom prof. dr. sc. Tonija Nikolića s Botaničkog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu sustav ne bi opstao bez obzira kako dobro bio projektiran i izgrađen. Sagrađen, održavan i napunjen podacima entuzijazmom, volontarizmom, doprinosom studentskih radova uz trošak investicije nesumjerljiv milijunima kuna uložениh u druge slične projekte ima podcijenjenu društvenu vrijednost i značaj, što bi se prepoznalo tek pri prestanku rada, uobičajeno prekasno.

S druge strane, autori ovog rada su ponosni što su prepoznali važnost, potrebe i koncepte u problemskom području te s tehničke strane omogućili da se sustav razvija i kontinuirano puni podacima. Pritom je istovremeno i dobra i loša vijest da dio originalnog programskog koda web-aplikacije radi u izvornom obliku. To istovremeno znači da je posao inicijalno kvalitetno odrađen, ali i da predstoji još puno posla na modernizaciji sustava. Ipak, ključni problemi poput razdvajanja aplikacija su uspješno savladani i smjer konverzije zacrtan. Stoga će u budućnosti fokus manje biti na

tehnološkim izazovima konverzije, a više na dizajnu i procjeni skrivenih troškova kako bi se izbjeglo podsjećanje da je *iskustvo ono što ti ostane kad ne dobiješ što si zaslužio*.

Literatura

- [1] Nikolić, T.: Popis flore Hrvatske, 1. dio. Flora Croatica. Index Florae Croaticae. Pars 1. *Natura Croatica: periodicum Musei historiae naturalis Croatici*, Vol. 3 (1994), str. 1-116
- [2] Nikolić, T.; Fertalj, K.; Helman, T.; Mornar, V. & Kalpić, D.: CROFlora, a Database Application to Handle Croatian Vascular Flora. *Acta Botanica Croatica*. Vol. 60 (2001) 1.; str. 31-48
- [3] Mihelj, D.; Fertalj, K.; Nikolić, T. & Pokupec, A.: Database for plant collection data in Zagreb botanical garden. *The 2nd International Conference of Eastern and Central European Botanic Garden - EastCentGard II. "European botanic gardens together towards the implementation of plant conservation strategies"* Puchalski, J. (ur.), str. 49-50. Warsaw/Rogów : Académie Polonaise des Sciences, (2007)
- [4] Parnas, D. L.: Software aging, *International Conference on Software Engineering*, str. 279-287, (1994)
- [5] Tamai, T. & Torimitsu, Y.: Software lifetime and its evolution process over generations, *Conference on Software Maintenance*, ICSM, str. 63-69, (1992)
- [6] Swanson, E. B. & Dans, E.: System Life Expectancy and the Maintenance Effort: Exploring Their Equilibration. *MIS Quarterly*, Vol. 24 (2000) 2, str. 277-297
- [7] Milašinović, B.; Nikolić, T. & Fertalj, K.: Biodiversity analysis supporting species-subspecies uncertainty in findings data, *International journal of biology and biomedical engineering* Vol. 7 (2013), 4, str. 127-134
- [8] Milašinović, B.; Nikolić, T. & Fertalj, K.: An Object Model for Biodiversity Analysis, *Latest Trends in Information Technology (Recent Advances in Computer Engineering Series 7)*, Anderson, D., Yang H. J. & Varacha P. (ur.), str. 273-278, Beč, Austrija, WSEAS Press, (2012)
- [9] Kraljević, L.: Web-aplikacija za vizualizaciju rezultata predviđanja nalazišta biljnih vrsta, završni rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2017)
- [10] Perović, V.: Primjena statističkih modela u predviđanju nalazišta biljnih vrsta, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2016)
- [11] Vujnović, J.: Programska podrška za udaljeno upravljanje vinogradom, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2016)
- [12] Braun, M.: Botanički ključ, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2013)
- [13] Habrka, I.: Mobilna aplikacija za terensko istraživanje, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2012)
- [14] Fabijanić, K.: Proširivi sustav pretraživanja baze podataka zasnovan na WCF servisima diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2012)
- [15] Erceg, V.: Muzejski herbar, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2010)
- [16] Fabijanić, M.: Taksonomija biljnih vrsta, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2010)
- [17] Gracin, F.: Botanički vrt, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2010)

- [18] Popović, G.: Foto dokumentacija flore Hrvatske, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2010)
- [19] Cigić, I.: Evidencija biljnih vrsta, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2008)
- [20] Švec, M. Bibliografska baza podataka, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2006)
- [21] Tukerić, M. Crvena knjiga, diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb (2005).