



УНИВЕРЗИТЕТ „УНИОН“
РАЧУНАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Кнез Михаилова 6/VI
11000 Београд

Број:

Датум:

UNIVERZITET UNION
RAČUNARSKI FAKULTET
BEOGRAD
INFORMACIONI SISTEMI

DIPLOMSKI RAD

Kandidat: Slavko Šćekić

Broj indeksa: 53/07

Tema rada: MODELI KVALITETA I METODE VALIDACIJE VEB APLIKACIJA

Mentor rada: Dr Ljubomir Lazić

Beograd, 03. novembar 2011. godine

Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Kratak pregled (r)evolucije WWW.....	1
1.2. Kategorije Veb aplikacija	3
1.3. Veb inženjering.....	6
1.4. Struktura rada	7
2. „KVALITET? ISPRIČAJTE MI SVE O TOME...”	8
2.1. Uobičajeni pristupi Kvalitetu	9
2.1.1. Transcendentni pristup Kvalitetu.....	9
2.1.2. Proizvod-orjentisan pristup Kvalitetu	13
2.1.3. Korisnički-orjentisan pristup Kvalitetu.....	13
2.1.4. Proizvođački-orjentisan pristup Kvalitetu.....	14
2.1.5. Vrijednosno-orjentisan pristup Kvalitetu.....	14
2.2. Modelovanje kvaliteta.....	16
2.3. Kvalitet softvera i standardi.....	17
2.3.1. ISO/IEC 9126:1991	18
2.3.2. ISO/IEC 14598 – Evaluacija kvaliteta softvera.....	21
2.3.3. SQuaRE.....	23
2.4. Neke specifičnosti Veb softvera.....	27
2.5. Izbor atributa kvaliteta Veb aplikacije.....	28
3. METODOLOGIJE MJERENJA I EVALUACIJE KVALITETA VA.....	32
3.1. WEF.....	34
3.2. WebQual™	38
3.3. C-INCAMI	40
3.3.1. Radni okvir.....	41
3.3.2. Proces mjerenja i evaluacije	45
3.3.3. Njegovo visočanstvo – metod: WebQEM.....	48
4. PRAKTIČNA PRIMJENA IZABRANE METODOLOGIJE	53
4.1. Specifikacija zahtjeva za kvalitetom	53
4.2. Dizajn i izvršavanje mjerenja i elementarne evaluacije.....	54
4.3. Dizajn i izvršavanje parcijalne/globalne evaluacije	56
4.4. Analiza i preporuke.....	58
5. ZAKLJUČAK.....	60
6. LITERATURA	62
7. DODATAK A: LIKERTOVE STAVKE ZA WEBQUAL.....	67
8. DODATAK B: PRATEĆA DOKUMENTACIJA ZA 4. POGLAVLJE	69
8.1. Specifikacija zahtjeva za kvalitetom	69
8.2. Specifikacija indikatora	72
8.2.1. Elementarni indikatori.....	72
8.2.2. Parcijalni i globalni indikatori	78

1. Uvod

Kompjuteri kakve danas poznajemo rođeni su u eri Drugog svjetskog rata. Rat je nametnuo potrebu za računanjem — preciznijih putanja projektila, preleta aviona, maršuta podmornica — i sve je to trebalo računati izuzetno brzo. Bilo je potrebno i dešifrovati komplikovane komunikacione kanale, kako bi se na vrijeme saznalo za protivničke planove i kompromitovane akcije saveznika. A kada tako snažne potrebe pokreću invencije, prateći rast u oblasti tehnologije može biti jako brz.

Decenija koja je uslijedila nakon prve upotrebe kompjutera i softvera je bila decenija izuzetnih promjena. Univerziteti su pokrenuli studijske programe iz oblasti računarstva. Velike poslovne i državne organizacije su počele da mijenjaju komplikovane ručne sisteme automatizovanim. Iz godine u godinu su stari, ručni informacioni sistemi ustupali mjesto novim, automatizovanim rješenjima — i tako smo došli do situacije u kojoj smo danas: kompjuteri (a samim tim i softver) prožimaju svaki aspekt modernog društva. Zaista, teško da možemo ujutru ustati iz kreveta i spremiti doručak, a da se hiljade linija koda ne izvršavaju u naše ime.

Pokretan skoro konstantnim inovacijama, ovaj brzi rast je, dakle, nesmanjenom brzinom nastavljen i do današnjih dana. Ali, jedna inovacija zasjenila je sve druge. Jedna inovacija se izdvojila u polju punom inovacija i vremenom promijenila život skoro svakog korisnika kompjutera na Zemlji. Jedna inovacija je, slobodno se može reći, donijela više korisnika, poslovnih aranžmana i uspjeha nego bilo koja druga.

Ta inovacija je Svjetski Rasprostranjena Mreža (eng. *World Wide Web*, u daljem tekstu WWW ili Veb).

1.1. Kratak pregled (r)evolucije WWW

Za razliku od većine drugih stvari koje su vezane za informaciono-komunikacionu tehnologiju, Veb nije nastao u Americi — već u Evropi. Tačnije u Ženevi, na CERN-u (fra. *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*). Internet je tada uveliko korišćen za razmjenu informacija i naučnih saznanja sa ljudima širom svijeta putem kompjutera, ali je ta procedura bila toliko komplikovana da su samo veliki entuzijasti htjeli da se u nju upuštaju. Mladi stručni saradnik, Englez pod imenom Tim Berners-Li (eng. *Tim Berners-Lee*), došao je 1984. godine u CERN sa zadatkom da riješi ovaj problem. Koristeći koncepte iz ranijih sistema hiperteksta, 1989. godine napisao je predlog za pravljenje „velike baze podataka u vidu hiperteksta sa ugrađenim vezama“, ali nije naišao na veliko interesovanje. Međutim, pod uticajem svog šefa on nastavlja rad na ovom projektu i već 1990. godine, skupa sa Robertom Kejliauom (eng. *Robert Cailliau*) objavljuje prerađenu verziju prvobitnog predloga [1] i traži da mu se odobre resursi za njegovu realizaciju. Do kraja iste godine, Berners-Li je napravio sve komponente koje su mu bile potrebne (HTML, HTTP, pretraživač nazvan *WorldWideWeb*, server i prvu Veb stranicu ikada, na kojoj je bio opisan sam projekat) da pokrene Veb.

6. avgusta 1991. godine Berners-Li objavljuje kratki opis WWW projekta na jednom Internet kanalu za vijesti [2]:

„WWW ima za cilj da omogući pravljenje veza (linkova) ka bilo kojoj informaciji, bilo gdje. (...) WWW projekat je započet kako bi se omogućilo fizičarima da razmjenjuju poda-

tke, novosti i dokumentaciju. Jako smo zainteresovani za širenje mreže na druge oblasti i otvaranje servera za druge podatke. Saradnici su dobrodošli!”

Ovaj datum se uzima kao datum kada je Veb prvi put postao javno dostupan servis na Internetu.

U septembru iste godine CERN posjećuje Pol Kanc (eng. *Paul Kunz*) sa SLAC-a (eng. *Stanford Linear Accelerator Center*) i oduševljava se čitavom idejom Veba. Kada se vratio u Sjedinjene Američke Države odnio je sav potreban softver i — što je važnije — ideju sa sobom i... Budućnost je počela.

Ali, Veb kakav danas poznajemo nije ni sličan onome što je bio u svom skromnom začetku.

Veb jeste razmjenu fajlova učinio neposrednijom i lakšom za korišćenje nego ikada prije: svako je mogao koristiti sopstveni kompjuter da pretražuje fajlove skladištene na nečijem tuđem kompjuteru. Razdaljina nije bila bitna. Operativni sistem nije bio bitan. Format nije bio bitan. Magija koja je stajala iza svega toga bio je program zvani Veb server. Međutim, još uvijek je falio efikasan alat za pretraživanje i korišćenje svih tih informacija koji bi bio prihvatljiv i manje iskusnim korisnicima.

Sjedjenje ispred prompta operativnog sistema je možda činilo da se korisnik osjeća kao da zuri u ogromnu prazninu sajber-prostora, ali kako se korisnička baza počela širiti, ovaj ručni način pretraživanja je postao neefikasan. Potreba za boljim alatom na klijentu je postala stvarna, a stvarna potreba stvara tržište. I tada je nastao Veb pretraživač. Bio je to ultimativni alat za povezivanje klijenta na sve veći broj Veb stranica, koje su nicala na serverima sa svih strana.

Međutim, čak i sa ovim novim alatima, gro korisnika Veba su i dalje bili naučnici, istraživači i pioniri u raznim oblastima, koji su imali najveću potrebu za dijeljenjem informacija. No, kao što to obično i biva sa sjajnim naučnim izumima, riječ se brzo pročuje. A kada se pročulo o izuzetnim karakteristikama i mogućnostima Veba, poslovni svijet je obratio pažnju i zapazio: ovdje imamo medijum koji može doprijeti do bilo koga, bilo gdje, u bilo koje vrijeme, sa kompjuterom. Stručnjaci u marketingu su shvatili potencijal. Prodavci su bili odmah za njima a ubrzo je ubijeden i top menadžment.

Veb je postao i suštinski javan.

Odjednom, svi su imali svoju Veb adresu. Medijske kuće su objavljivale svoje na kraju emitovanja informativnog programa. Televizijske reklame su uključivale i URL (eng. *Universal Resource Locator*) kako bi uputile potencijalne kupce na mjesta gdje mogu dobiti više informacija o proizvodu ili usluzi koja se reklamira. Ali „više informacija“ još uvijek je bilo sve što je Veb mogao da pruži. Svakako, mora biti da se mogućnosti koje Veb otvara mogu bolje iskoristiti? Zar ne bi trebalo da bude moguće da Veb sever radi više od prostog slanja statičkih stranica pretraživaču? Šta ako bi pretraživač služio kao *interfejs* ka serveru? Zamislite samo mogućnosti... Korisnik bi mogao da sjedi u Boru i *aktivno* komunicira sa serverom u Njujorku ili Melburnu. I pravi potencijal Veba je konačno bio spoznat.

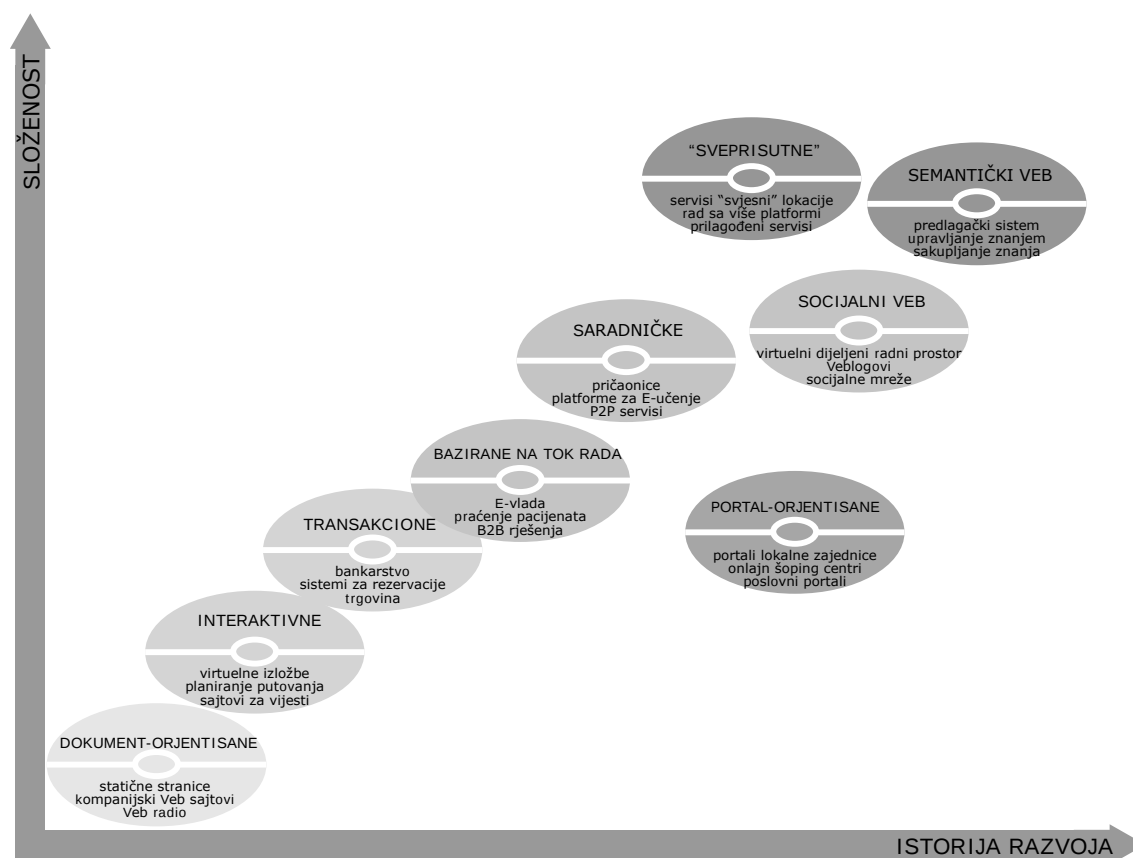
Rast je (bio) eksponencijalan. Nedavno je procijenjeno da je veličina javnog Veba oko 40 milijardi stranica, dok se pretpostavlja da je veličina „dubokog Veba“ – gdje se stranice formiraju „u hodu“, kao odgovor na korisničke zahtjeve — između 400 i 750

milijardi strana [3]¹. Uz porast broja Veb stranica, rastao je i broj korisnika Veba, broj njihovih posjeta, ali i nivo interaktivnosti i funkcionalnosti Veb sajtova.

Mada je prvobitno bio zamišljen kao isključivo informacijski medijum, Veb je tokom svog relativno kratkog postojanja evoluirao u platformu za razvoj i korišćenje aplikacija. Današnje Veb aplikacije su potpuno razvijene, kompleksni softverski sistemi [4], a izraz „posjetilac“ polako ali sigurno ustupa mjesto izrazu „korisnik“ Veb sajta, što implicira visok nivo interakcije. Umjesto Vebmastera, veliki Veb sajtovi moraju da uposle Veb menadžere, koji vode raznovrsne timove IT profesionalaca, uključujući programere, administratore baza podataka, mrežne administratore, inženjere upotrebljivosti, grafičke dizajnere, stručnjake za bezbjednost i marketing [5]. Ova evolucija može se pratiti tragom nekoliko dimenzija i iz više perspektiva: rastom broja Veb sajtova i Veb stranica; rastom broja korisnika Veba; brojem posjeta; funkcionalnostima i interaktivnošću Veb aplikacija; tehnologijama korišćenim za razvoj Veb aplikacija; socijalnom i poslovnim uticaju Veba ili njihovim kombinacijama [3].

1.2. Kategorije Veb aplikacija

Slika 1 (preuzeta iz [4]) daje pregled različitih kategorija Veb sajtova u zavisnosti od njihove hronologije razvoja i stepena složenosti, sa primjerima za svaku kategoriju. Moramo imati na umu da postoji relacija između hronologije nastanka i kompleksnosti. Novije kategorije su obično složenije, ali to ne znači da u potpunosti mogu zamijeniti prethodnu generaciju. Svaka od ovih kategorija ima sopstvena, specifična, polja primjene. Posledično, kompleksni Veb sajtovi mogu obično biti svrstani u nekoliko kategorija odjednom [4].



Slika 1: Kategorije Veb sajtova/aplikacija

¹ Valja napomenuti da je ovo podatak iz 2008. godine, što je za uslove Veba prilično zastarelo, tako da se može sa pravom pretpostaviti da su danas ovi brojevi značajno veći.

Takođe možemo primijetiti da različite kategorije pokrivaju mnoge tradicionalne aplikacione domene, kao što je bankarstvo, ali su istovremeno stvorena i potpuno nova polja primjene softvera, kao što su servisi „svjesni“ lokacije. Sada ćemo opisati najbitnija svojstva ovih kategorija, onako kako su ih vidjeli u [4].

Dokument-orientisani Veb sajтови su prethodili Veb aplikacijama. Veb stranice su skladištene na Veb serverima kao gotovi, t.j. statični HTML dokumenti i slate su klijentu kao odgovor na njegov zahtjev. Izmjene na njima su se obično vršile ručno, uz pomoć odgovarajućih alata. Razumljivo je zašto je ovo brzo postalo neefikasno i skupo, pogotovo za Veb sajtove sa velikim brojem stranica. Sa druge strane, glavne prednosti ovakvih Veb sajtova su jednostavnost, stabilnost, kao i relativno brz odgovor na zahtjeve klijenta, jer su stranice već spremne na serveru i potrebno ih je samo poslati, bez neke prethodne obrade ili prilagođavanja.

Sa uvođenjem CGI (eng. *Common Gateway Interface*) i HTML formi, pojavile su se **interaktivne Veb aplikacije**. One su, gledano iz današnje perspektive, pružale prilično ograničen nivo interakcije, ali tada — bio je to korak od hiljadu kilometara, jer su označile jednu potpuno novu ideju i fazu razvoja Veba. Veb stranice i veze (linkovi) ka drugim stranicama su se kreirale dinamički, u skladu sa korisničkim akcijama. Primjeri za ovu kategoriju su virtuelne izložbe, sajтови za vijesti i sl.

Nije zgoreg da na ovom mjestu precizno odredimo šta je to Veb aplikacija, budući da je u središtu teme kojom se bavimo.

Definicija 1: *Veb aplikacija (VA) je softverski sistem zasnovan na tehnologijama i standardima W3C konzorcijuma (eng. World Wide Web Consortium) koji pruža resurse specifične za Veb, kao što su sadržaj i usluge, kroz korisnički interfejs, Veb pretraživač [4].*

Ova definicija eksplicitno uključuje tehnologije i korisničku interakciju. Iz ovoga možemo zaključiti da tehnologije (kao što su Veb servisi) same po sebi nisu Veb aplikacije, ali mogu biti dio jedne. Dalje, ova definicija implicira da Veb sajтови koji nemaju softverskih komponenti, kao npr. statične HTML stranice, takođe nisu Veb aplikacije [4] iako, kako ćemo kasnije vidjeti, mjerenje kvaliteta VA gotovo uvijek uključuje sve komponente mjerenja kvaliteta statičkih Veb stranica. A sada se možemo mirne savjesti vratiti opisima kategorija VA.

Transakcione Veb aplikacije su napravljene sa ciljem podizanja interaktivnosti na viši nivo. U njima je korisnik mogao ne samo da čita ponuđeni sadržaj, već i da ga mijenja. Ako uzmemo za primjer sistem za turističke informacije, ovo bi omogućilo mijenjanje podataka na decentralizovan način ili rezervisanje smještaja. Preduslov ovome bili su sistemi za upravljanje bazama podataka koji su omogućavali efikasno i konzistentno upravljanje sve obimnijim sadržajem Veb aplikacija i postavljanje strukturisanih upita. Onlajn² bankarstvo, trgovina i sistemi za rezervacije pripadaju ovoj kategoriji.

Aplikacije bazirane na tok rada³ omogućavaju upravljanje tokom rada unutar jedne ili između više kompanija, javnih službi i/ili privatnih lica. Kompleksnost usluga, automizacija učesnika u procesu i potreba za robustnim i fleksibilnim tokovima rada su glavni izazovi na ovom polju. Primjeri za ovu kategoriju mogu biti B2B (eng. *Business-to-*

² Od engleske riječi „Online“, koja označava da je neko/nešto povezano na Internet, t.j. da je dostupno preko Interneta. Izraz „onlajn“ se odomaćio u našem jeziku, kao i mnogi drugi iz IT domena, usled nedostatka odgovarajućeg domaćeg pojma.

³ Eng. *Workflow*

Business) rješenja u e-trgovini, aplikacije e-uprave u domenu javne administracije (Vlada) i sl.

Dok aplikacije bazirane na tok rada zahtijevaju određeno strukturiranje automatizovanih procesa i operacija, **saradničke Veb aplikacije** se koriste upravo u situacijama kada je potrebno omogućiti saradnju pri nestrukturiranim operacijama. Ovdje je potreba za saradnjom različitih učesnika vrlo visoka. Saradničke Veb aplikacije podržavaju dijeljenje informacija i radnog prostora (npr. *WikiWiki*) u cilju generisanja, mijenjanja i kontrolisanja dijeljenih sadržaja.

Mada ga je u početku karakterisala kakva-takva anonimnost korisnika, sve je izraženiji trend transformisanja Veba u **socijalni Veb**, gdje ljudi dobrovoljno otkrivaju svoj identitet određenoj zajednici korisnika, sa ciljem pronalaženja sličnih interesovanja sa osobama koje već poznaju i/ili upoznavanja novih osoba koje imaju slična interesovanja. Ovaj trend je toliko izražen da posjedovanje profila na nekoj od socijalnih mreža (Fejsbuk, Tviter, LinkedIn i sl.) danas spada u normu. Pored svih koristi koje ovakva „umrežavanja“ donose, javljaju se i znatne opasnosti — naročito za populaciju maloljetnih korisnika — te se nameće potreba za vrlo tijesnom saradnjom IT inženjera i stručnjaka iz domena društvenih nauka (psiholozi, sociolozi itd.) u cilju zaštite najugroženijih korisnika ovakvih servisa.

Portalski orjentisane aplikacije predstavljaju jedinstvenu tačku pristupa mnogobrojnim odvojenim, moguće i heterogenim po prirodi, izvorima informacija i servisa.

Sve važnije „**sveprisutne**“⁴ **Veb aplikacije** pružaju korisniku prilagođene usluge u bilo koje vrijeme, bilo gdje, za bilo koji uređaj (sveprisutne). Jedan primjer za ovo može biti prikazivanje dnevnog jelovnika na mobilnom uređaju svih gostiju koji uđu u restoran između 11 i 14 časova. Za ovakvu vrstu sistema jako je važno uzeti u obzir ograničenja prenosivih uređaja (propusni opseg, veličinu ekrana, memoriju i sl.) i kontekst u kom se Veb aplikacija trenutno koristi. Trenutno postojeće aplikacije ovoga tipa pružaju vrlo ograničenu „sveprisutnost“ — podržavajući samo jedan od njenih aspekata: ili personalizaciju (prilagođavanje korisniku), ili prilagođavanje lokaciji ili rad na više različitih platformi.

Aktuelni trendovi, međutim, će dovesti do situacije da će ovaj tip aplikacija uskoro postati dominantan na tržištu. Jedan od ovih trendova je i **Semantički Veb**. Cilj Semantičkog Veba je predstavljanje informacija na Vebu ne samo za ljudska bića, već i u obliku koje bi mogle da čitaju mašine. Kao i većina problema u računarstvu, ovo se rješava dodavanjem još jednog sloja „posrednika“ (semantike) između podataka koje razumiju ljudi i kompjutera. Ovo bi omogućilo upravljanje znanjem na Vebu, naročito u formi povezivanja sadržaja sa više strana i ponovne upotrebe (udruživanje sadržaja), kao i pronalaženja novih znanja, npr. u obliku predlagačkih sistema — što se, uzevši u obzir volumen podataka na Vebu danas, postavlja zaista kao imperativ.

Dakle, daleko smo dogurali od dana u kojima je Veb služio samo za razmjenu rezultata istraživanja među (tehnički pismenijim) naučnicima. Danas možemo sa sigurnošću tvrditi da Veb ima ključnu ulogu u raznim aplikacionim domenima, kao što su trgovina, državna uprava, edukacija, industrija i zabava. Organizacije se prosto utrkuju da na najbolji način iskoriste njegove mogućnosti, kako bi podigle nivo zadovoljstva postojećih i privukle nove kupce/korisnike usluga, povećale efikasnost i efektivnost svog

⁴ Riječ na engleskom jeziku glasi „ubiquitous“, što u bukvalnom prevodu na naš jezik znači „prisutan svuda, sveprisutan, svuda prisutan“ a označava aplikacije koje se automatski prilagođavaju određenom korisniku/korisničkoj platformi, mjestu na kom se on nalazi i datom trenutku – tj. situaciji u kojoj se korisnik nalazi.

poslovanja — uvećale profit. Ali, kao što je slučaj sa mnogim novim kompjuterskim tehnologijama, naša želja da ih što prije implementiramo vodila nas je u mnoge greške.

Činjenica da je to bila praktično nova oblast, učinila je da su svi koji su se bavili razvojem VA — bili početnici, bez obzira koliko dugo su prije toga projektovali ili kodirali softver. Neiskusni programeri su takođe bili privučeni „jednostavnošću“ ove nove grane i Veb aplikacije su bile projektovane i izrađivane bez dužne pažnje i adekvatnih procesa, sličnih onima u razvoju tradicionalnih serverskih i samostalnih aplikacija. Jako mnogo dobre inženjerske prakse je bilo prosto odbačeno i zanemareno u tim „prvim danima“ razvoja VA. Rezultat su bile aplikacije koje danas vrlo vjerovatno nisu navedene u odjeljku „Raniji projekti“ u biografijama njihovih kreatora. Na (ne)sreću, stručnjaci su (ne)blagovremeno uočili ovu tendenciju i 1996. godine se u IT svijetu pojavila nova kovanica: Veb inženjering⁵.

1.3. Veb inženjering

Istorijski gledano, glavni izazov i zadatak softverskog inženjeringa je bio da obezbijedi procese, metode i alate čijom će upotrebom projektanti i programeri drastično povećati svoje izgleda da proizvedu kvalitetan softver unutar određenih vremenskih, novčanih i drugih resursa. Veb inženjering ima istu namjenu, s tim što poklanja dužnu pažnju i nekim specifičnostima razvoja i eksploatacije Veb aplikacija. Ili, za one koji vole formalne definicije:

Definicija 2: Veb inženjering podrazumijeva primjenu sistematičnih i mjerljivih pristupa (koncepta, metoda, tehnika, alata) na isplativu analizu zahtjeva, dizajn, implementaciju, testiranje, eksploataciju i održavanje visokokvalitetnih Veb aplikacija.

Veb inženjering je, takođe, naučna disciplina posvećena proučavanju ovih pristupa [4].

Iako je kao disciplina zvanično uspostavljen još 1998. godine, činjenica je da se Veb inženjering do skoro borio za svoje mjesto pod suncem. To se može zaključiti na osnovu toga što su kvalitetne Veb aplikacije i danas više izuzetak nego pravilo, ali i na osnovu napora koje „osnivači“ ove discipline i dalje ulažu pri pokušajima da jasno diferenciraju softverski od Veb inženjeringa. Na primjer, Murgesan 2008. godine u [3] kaže: „Nasuprot vjerovanju nekih profesionalaca, Veb inženjering nije klon softverskog inženjeringa, iako obje discipline uključuju programiranje i razvoj softvera. Mada Veb inženjering koristi principe softverskog inženjeringa, on dodatno obuhvata i nove pristupe, metodologije, alate i tehnike, kao i smjernice da bi izašao u susret jedinstvenim zahtjevima sistema zasnovanih na Vebu. U mnogim aspektima, razvoj sistema zasnovanih na Vebu je mnogo više od razvoja tradicionalnog softvera“. Nešto slično se može pronaći i u [4].

Međutim, stanje se iz dana u dan poboljšava, jer sve veći broj stručnjaka uviđa da ova oblast pruža izuzetne mogućnosti za ostavljanje trajnog i značajnog traga u istoriji tehnološkog razvoja čovječanstva, što svakako čini da se povećava broj istraživanja, tematskih konferencija i bitnih doprinosa cjelokupnom znanju o materiji. Neki optimi-

⁵ Prvi put na VI međunarodnoj WWW konferenciji u radu Gellersena i dr. a zvanično je promovisan kao nova disciplina 1998. godine [3].

stičniji među njima tvrde da je Veb inženjering danas dobro razvijeno i zrelo polje istraživanja, snažno povezano sa ostalim disciplinama, kao što su softverski inženjering, HCI i vještačka inteligencija [6].

Složili se mi sa ovom tvrdnjom ili ne, činjenica je da inženjerska strogost i doslednost pri izvođenju procesa nisu, same po sebi, garancija kvaliteta. *„Iako sistematske tehnike dizajna i izrade mogu biti primijenjene, ipak je neophodno provjeravati međuproizvode, kao i finalnu aplikaciju, kako bi se verifikovalo da ona zaista ispoljava očekivana svojstva i zadovoljava korisničke potrebe. Uloga je evaluacije da pomogne u tom procesu“* [7].

I upravo to je osnovna tema ovoga rada, čija struktura je opisana u narednom odjeljku.

1.4. Struktura rada

Diskusija o evaluaciji kvaliteta ne može proći a da se, makar površno, ne dohvatimo i teme kvaliteta kao takvog. Zato ćemo se u poglavlju koje slijedi posvetiti malo temeljnijem i širem razmatranju pojma kvaliteta i pokušati da shvatimo zašto se oko njega diže tolika prašina. Takođe ćemo se osvrnuti na neka interesantna svojstva Veb aplikacija (VA), koja čine da se one donekle razlikuju od „starog“ softvera i obraditi nekoliko istraživanja vezanih za bitne attribute kvaliteta Veb aplikacija, sa kritičkim osvrtom na njihov izbor.

Zatim, u trećem poglavlju ćemo se opisati neke metode i tehnike mjerenja tih atributa, kao i načine ocjenjivanja kvaliteta cjelokupne Veb aplikacije.

Četvrto poglavlje je posvećeno praktičnoj primjeni jednog od opisanih metoda evaluacije.

Peto poglavlje zaokružuje sav prethodni tekst i sadrži određene zaključke, predviđanja i moguće pravce za dalja istraživanja.

2. „Kvalitet? Ispričajte mi sve o tome...”

„Ono što sve čini lijepim, gdje god da dođe i obznani vrlinu svog prisustva; bilo da je saopštava kamenu ili drvetu, čovjeku ili bogu, djelima ili riječima, ili bilo kojoj grani Nauke. Lijepo samo po sebi, čovječe, pitam te, što je...” — Platon

Kada sa započeo rad na dodijeljenoj mi temi, mislio sam da će najveći i najteži dio posla biti pronaći, prostudirati, uporediti i opisati različite načine mjerenja i evaluacije kvaliteta Veb aplikacija. Moj pojam kvaliteta je bilo dosta maglovit i neodređen, ali računao sam da će se, uz malu pomoć mentora i istraživanja obimne literature, usput iskristalizirati i prešao sam preko toga. Međutim, kako je vrijeme odmicalo, nakon desetina pročitanih naučnih radova, međunarodnih standarda i drugih publikacija, shvatio sam da gradim čardak ni na nebu ni na zemlji. Čitao sam o alatima, o mjerama, ali nikako nisam uspijevaao da shvatim iz svega toga — šta se time mjeri. Svi su govorili o kvalitetu, ali u vrlo ograničenim okvirima, rijetko ko je pokušao da ga objasni i definiše, a nijedan od tih pokušaja nije bio uspješan, makar u mojim očima. Nezadovoljan ovim, odlučio sam da se vratim na sam početak i najprije pokušam da razmrsim ovo klupko. Ispostavilo se da je to najteži dio posla...

Činilo mi se da, kada kažemo „kvalitet“, obično mislimo na jednu od dvije stvari:

1. na kvalitet, u smislu osobine, odnosno svojstva nekog entiteta ili
2. na Kvalitet (da, sa velikim „K“), na valjanost datog entiteta.

Etimološka analiza, koja obično razbije zablude o određenom pojmu, u ovom slučaju je samo potvrdila moj intuitivni zaključak. Naime, riječ „kvalitet“ potiče od latinske riječi „*qualitas*“ i u riječniku srpskog jezika [8] definisana je kao: „svojstvo, osobina, vrijednost, kakvoća; pozitivne odlike, vrline“.

U prvom slučaju je sve jasno (ili ćemo se makar pretvarati da jeste), svojstvo je svojstvo; može se opaziti, izmjeriti instrumentima, dokumentovati — naučno obraditi i potvrditi. Ali ovo drugo, Kvalitet... „*Znate šta je, a ipak ne znate šta je. Ali, to je samo-kontradiktorno. Ipak, neke stvari su bolje od drugih, to jest, kvalitetnije su. Ali kada pokušate da kažete šta je to Kvalitet, odvojeno od stvari koje ga imaju, sve ispari! Nema ničega o čemu bi se govorilo. Ali, ako ne možete reći šta je to Kvalitet, kako znate šta je, ili kako znate da čak i postoji? Ako niko ne zna šta je to, onda, za praktične svrhe, ono uopšte i ne postoji. Ipak, za praktične svrhe zaista postoji. Na čemu drugom su zasnovane akademske ocjene? Zašto bi inače ljudi davali bogatstva za neke stvari a druge bacali u đubre? Očigledno, neke stvari su bolje od drugih — ali šta je to 'boljstvo'? I tako se vrtite u krug, okrećete umne točkiće ali nigdje ne nalazite oslonca. Šta je, do đavola, Kvalitet? Šta je to?*“ [9]

Prethodni citat odlično opisuje kako sam se ponekad osjećao tokom sopstvene potrage za nekim smislenim objašnjenjem Kvaliteta. Okretao sam i okretao točkiće svog uma, mjesecima, postavljao sebi slična pitanja i dolazio do sličnih zaključaka, ali oslonca nije bilo. Na kraju sam teška srca priznao sebi da nikada neću završiti ovaj rad ako se budem uzdao samo u sopstvene snage za definisanje Kvaliteta. Prosto nisam imao dovoljno znanja i/ili kreativnosti. Zato sam se okrenuo ljudima koji su ovakvim problemima posvetili čitav život — filozofima.

Rane debate o definiciji Kvaliteta prikazao je Platon u nekoliko svojih dijaloga, mada, naravno, nije koristio tu riječ, već neke druge njemu poznate i dostupne riječi. Kao na primjer u dijalogu Sokrata i Hipijasa u djelu „Veliki Hipijas“ gdje Sokrat, nakon što je Hipijas pomenuo „fine manire“, postavlja sledeće pitanje: „Šta je to 'fino' samo po sebi?“ U ovom slučaju „fino“ je prevod grčke riječi „kalon“ (grč. *καλόν*), koja ima dosta šire značenje i pokriva naše „lijepo, plemenito, vrijedno divljenja, izvrsno“ i sl. Ono za čim Sokrat traga je „opšte objašnjenje svojstva koje bilo koji objekat, akcija, osoba ili dostignuće bilo koje vrste mora imati da bi ispravno bilo okarakterisano kao visoko cijenjeno ili vrijedno cijenjenja u ovom širokom smislu.“ Ovaj dijalog se, kao i mnogi drugi, završava odbacivanjem isuviše površne Hipijasove definicije da je *kalon* lijepa žena, zlato ili uspješna, bogata i zdrava osoba kojoj se okolina divi i poštuje je, ali bez usvajanja neke druge finalne definicije. Bilo da je tema ljepota, ljubav ili pravda, čini se da je Platon (kroz Sokrata) u stanju da dovede u pitanje vrijednost isuviše ograničene i površne definicije, a da nema obavezno neku drugu definiciju koja bi je zamijenila. Ovo je u skladu sa čuvenom Sokratovom izjavom sa njegovog suđenja, kada kaže da on jeste bio najmudriji među ljudima, ali samo zato što je znao da u stvari ne zna ništa o ovim važnim pitanjima, nasuprot mnogima drugima, koji su samozadovoljno mislili da nešto znaju.

Razvoj ideje Kvaliteta može, dakle, biti praćen od Platona (cca 400. g. p.n.e), preko Augustina (cca 600. god), Smita (cca 1700. god), Mila (cca 1800) sve do modernog pokreta čiji je začetnik Šuhart (cca 1930. god). Međutim, ljudi koji se danas bave Kvalitetom profesionalno uglavnom su slabo zainteresovani za filozofske rasprave i definicije, jer misle da od njih nema neke velike vajde u „prvim borbenim redovima“. Za shvatanje (ili, možda je preciznije reći „za korišćenje“) koncepta Kvaliteta njima je potrebno nešto drugo.

2.1. Uobičajeni pristupi Kvalitetu

Dejvid Gervin (eng. *David Garvin*) je u svom dobro poznatom i često citiranom radu [10], u kom se bavio načinima gledanja na Kvalitet u filozofiji, ekonomiji, inženjeringu, marketingu i menadžmentu identifikovao i opisao pet uobičajenih pristupa: 1) transcendentni pristup filozofije, 2) proizvod-orjentisani pristup koji ima ekonomija, 3) korisnički-orjentisani pristup marketinga, ekonomije i operativnog menadžmenta, 4) proizvođački-orjentisan i 5) vrijednosno-orjentisan pristup operativnog menadžmenta.

2.1.1. Transcendentni pristup Kvalitetu

*„Kvalitet koji se može definisati nije Apsolutni Kvalitet
Nazivi koji bi mu mogli biti dati nisu Apsolutni nazivi.
On je izvor nebesa i zemlje.
Kada se pomene, to je mati svega što postoji“⁶...*

Ovo je najzanimljiviji, ali i najmanje shvaćen i korišćen [11] pogled na Kvalitet, zato što podrazumijeva da se Kvalitet može iskusiti (percipirati), ali ne i definisati. Po ovome je, između ostalog, ovaj pristup jedinstven, jer svi ostali pristupi smatraju da je kvalitet na neki način moguće definisati. Kvalitetom u transcendentnom smislu najozbiljnije se, po

⁶ Tumačenje početnih stihova poznatog taoističkog teksta „Tao Te Čing“, autora Lao Cea, preuzeto iz [9]

mom mišljenju, bavio savremeni američki filozof Robert Pirsig (eng. *Robert Pirsig*). U svojoj prvoj knjizi, [9], Pirsig je ispitao same temelje pojma Kvaliteta, pitajući se da li takvo što uopšte postoji — i ako postoji da li je subjektivne ili objektivne prirode.

Dokazao je da Kvalitet postoji prostim misaonim eksperimentom, zasnovanim na realističkom⁷ stavu da nešto postoji ako svijet bez toga nečega ne može normalno da funkcioniše. Da li bi svijet normalno funkcionisao bez Kvaliteta? Počeo je izuzimanjem Kvaliteta iz umjetnosti. Ukoliko u umjetnosti ne možete odvojiti dobro od lošeg, ona nestaje. Zašto kačiti slike, kada goli zidovi izgledaju jednako dobro? Nema svrhe komponovati simfonije, kada umjesto njih može poslužiti i običan šum. Poezija bi nestala, prosto jer nema smisla niti ikakve praktične vrijednosti. Komediya bi nestala. Niko ne bi razumio šale, jer je razlika između humora i nedostatka humora čisti Kvalitet. Sport bi takođe izgubio svaki smisao. Fudbal, košarka, tenis i sve druge vrste igara bi nestale. Rezultati više ne bi mjerili išta smisljeno, već bi postali beskorisna statistika. Ko bi u takvim uslovima igrao? Ko bi to gledao? Zatim je izbacio Kvalitet iz prodavnica. Pošto bi kvalitet ukusa postao besmislen, u prodavnicama bi se mogle naći samo osnovne namirnice, poput pirinča, brašna, mlijeka za odojčad i vitamina i minerala koji bi nadomjestili nedostatke u ishrani. Alkoholna pića, čaj, kafa i duvan bi nestali. Svi bi se vozili gradskim prevozom. Dakle, svijet bi mogao da funkcioniše bez Kvaliteta, ali bi život bio tako sumoran i jednoličan da skoro ne bi bio vrijedan življenja. Kao u Orvelovoj „1984“. „U stvari, ne bi bio vrijedan življenja.“ [9]

Što se tiče dileme subjektivno/objektivno, Pirsig je došao do zaključka da Kvalitet ne pripada ni subjektima ni objektima, da nije stvar, već *događaj*, i to događaj u kom subjekat postaje svjestan objekta. „A kako bez objekata ne može biti subjekta — jer objekti čine da subjekat bude svjestan sebe — Kvalitet je događaj koji omogućava svjesnost o subjektima i objektima. (...) Ovo znači da Kvalitet nije samo rezultat sudara subjekta i objekta. Sâmo postojanje subjekta i objekta se zaključuje iz događaja Kvaliteta. Događaj Kvaliteta je uzrok subjekata i objekata, za koje se potom pogrešno pretpostavlja da su uzrok Kvaliteta!“ [9]

Dakle, ne efekat, već uzrok. Da bi dodatno objasnio ovaj zaključak, Pirsig kaže sledeće:

„Na samoj oštrici vremena, prije nego je moguće prepoznati neki objekat, mora postojati neka vrsta neintelektualne svjesnosti, koju je on nazvao svijest o Kvalitetu. Ne možete biti svjesni da ste vidjeli drvo prije nego nakon što ste ga ugledali, a između trenutka kada ga ugledate i kada ga postanete svjesni mora postojati vremenski jaz. Ponekad mislimo da je taj vremenski jaz nevažan, ali nema opravdanja za takvo mišljenje — uopšte.

Prošlost postoji samo u našim uspomenama, budućnost samo u našim planovima. Sadašnjost je naša jedina stvarnost. Drvo kog ste intelektualno svjesni je, zbog ovog vremenskog jaza, uvijek u prošlosti; prema tome, uvijek je nestvarno. Bilo koji intelektualno pojmljen objekat je uvijek u prošlosti, dakle uvijek je nestvaran. Stvarnost je uvijek trenutak prije nego što intelektualizacija stupi na scenu. Nema druge stvarnosti. Ova preintelektualna stvarnost je ono što je on smatrao da je ispravno definisao kao Kvalitet. Budući da sve intelektualno prepoznatljive stvari moraju proizići iz ove preintelektualne stvarnosti, Kvalitet je roditelj, izvor svih subjekata i objekata.“ [9]

Budući da je, dakle, Kvalitet primarna empirijska stvarnost, nemoguće ga je i nepotrebno definisati. Jer, ako je Kvalitet izvor svega što postoji i sadrži sve što postoji, onda on ne može biti opisan posredstvom toga što sadrži, jer šta god upotrijebili da opišemo

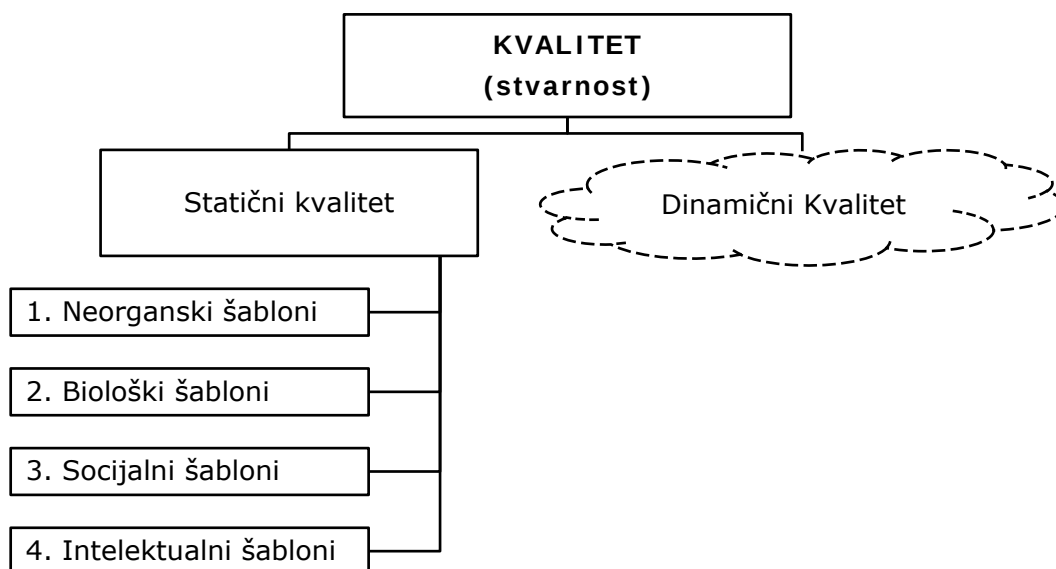
⁷ Filozofski pravac

Kvalitet, opisaćemo nešto manje od samog Kvaliteta. To je kao kada bismo pokušali da u manji sud smjestimo sud veće zapremine — prosto je nemoguće.

Definicija 3: „Kvalitet ne mora biti definisan. Razumijete ga bez definicije, prije definicije. Kvalitet je direktno iskustvo koje prethodi intelektualnim apstrakcijama i nezavisno je od njih. Kvalitet je nemoguće podijeliti, definisati i spoznati — u smislu da postoje spoznavalac i spoznato.“ [12]

U drugoj knjizi na ovu temu, [12], Pirsig ide dalje u istraživanju Kvaliteta i na temeljima koje je postavio u [9] diže veličanstvenu građevinu, koju je nazvao *Metafizika Kvaliteta*. Metafizika je, kao što znamo, grana filozofije koja se bavi prirodom i strukturom stvarnosti [12]. Ova nova metafizika, po Pirsigovim riječima, rješava mnoge probleme danas široko prihvaćene metafizičke podjele na subjekte i objekte (materija/um). „Subjekat-objekat metafizika je u stvari metafizika u kojoj je prva podjela Kvaliteta — prvi rez nepodijeljenog iskustva — na subjekte i objekte. Jednom kada napravite taj rez, cjelokupno ljudsko iskustvo bi trebalo da se uklopi u jednu od ove dvije kutije. Nevolja je u tome što — to nije slučaj.“ [12] Jedan od mnogobrojnih ovakvih izuzetaka, koje Pirsig navodi u knjizi, je i Kvalitet. Svjedoci smo da savremena zapadnjačka nauka zaista ima ozbiljnih problema sa Kvalitetom. Neki kažu da je subjektivan, neki da je objektivan, neki da je i jedno i drugo, svodimo ga na žalosno banalne okvire, samo da bismo mogli reći da smo ga savladali. A nismo. Prošlo je više od 2350 godina od Platonove smrti⁸, a mi se i dalje pitamo: „A šta je to, stvarno, Kvalitet?“

Metafizika Kvaliteta doista rješava mnoge ovakve nedoumice. Kao što smo rekli, po ovoj metafizičkoj podjeli primarna empirijska stvarnost je Kvalitet. Kvalitet se, potom, dijeli na statični kvalitet i Dinamični Kvalitet. Slika 2 prikazuje ovu podjelu:



Slika 2: Metafizička podjela zasnovana na Kvalitetu

Dinamični Kvalitet ne može biti definisan i intelektualno može biti shvaćen isključivo posredstvom analogije. Možemo reći da je Dinamički Kvalitet ona sila promjene u Univerzumu. „Dinamični Kvalitet je predintelektualna 'oštrica' stvarnosti, izvor svega što

⁸ 427. g. p.n.e. – 347. g. p.n.e.

postoji, potpuno jednostavan i uvijek nov. (...) Ne sadrži šablon ili ustaljene nagrade i kazne. Njegovo jedino percipirano dobro je sloboda, a jedino zlo je sami statični kvalitet — bilo koji šablon ili jednostrano fiksirane vrijednosti koje pokušavaju da ograniče i ubiju tekuću slobodnu silu života." [12] Kada neki aspekt ovog Kvaliteta postane uobičajen i stalan, prelazi u statični kvalitet.

Statični kvalitet je sve što može biti definisano. Sve što je ikada upisano u neku enciklopediju ili rječnik je statični kvalitet. „*Statični kvalitet (...) pokazuje svoje zube u trenutku manifestovanja Dinamičnog Kvaliteta. On je star i kompleksan. Uvijek sadrži komponentu pamćenja. 'Dobro' podrazumijeva konformizam sa ustaljenim šablonom fiksne vrijednosti i objekata koji se vrednuju. Pravda i zakon su identični. Statični moral je pun heroja i zlikovaca, ljubavi i mržnji, šargarepa i štapova. Njegove vrijednosti se ne mijenjaju same od sebe. Osim ako ih ne izmijeni Dinamični Kvalitet, one ostaju iste iz godine u godinu.*" [12] Šablone statičnog kvaliteta se dijele na četiri evolucione kategorije: neorganski, biološki, socijalni i intelektualni šablone. Svaki predstavlja jedan nivo evolucionog i moralnog razvoja, u rastućem redosledu (evolucija je manifestacija moralnog napretka ovih šablona vrijednosti). Ove četiri kategorije su iscrpne i sve što na svijetu postoji može se svrstati u jednu od njih — osim Dinamičnog Kvaliteta.

Šablone statičnog kvaliteta su mrtvi kada su isključivi, kada zahtijevaju apsolutnu poslušnost i suzbijaju Dinamičnu promjenu. Ali ipak, statični šablone obezbjeđuju neophodnu stabilizacionu silu, koja štiti Dinamični napredak od degenerisanja. Iako Dinamični Kvalitet, Kvalitet slobode, kreira svijet u kom živimo, šablone statičnog kvaliteta, kvaliteta reda i poretka, ga održavaju. Ni statički ni Dinamički Kvalitet ne mogu da opstanu jedan bez drugog.

Transcendentnom pristupu Kvalitetu sam posvetio dosta vremena i (neuporedivo manje) prostora u ovom radu jer smatram da je interesantan, ali neko bi sa pravom mogao postaviti pitanje da li je i *relevantan* za WWW. Smatram da jeste, jer, iako zaista ne nudi nikakve opipljive zaključke ili inženjerska rješenja, transcendentni pristup je najpraktičniji pristup kada su bitni proboji i nova otkrića, za šta je WWW izuzetno pogodno okruženje. Transcendentni pristup konceptu Kvaliteta podsjeća ljude da su zaista vrijedne inovacije rezultat potrage za dobrim kao takvim, stalnom traganju za istinskim Kvalitetom, i nepristajanju na „oprobane i dokazane stvari“ [11].

Svaki drugi pristup Kvalitetu predstavlja samo podskup, samo jedan ograničeni aspekt Kvaliteta, neophodan za praktičnu primjenu, ali koji ništa ne bi vrijedio bez šire slike, bez onoga u šta nas upućuje transcendentno gledište a to je: Kvalitet je, u suštini, naša urođena težnja ka izvrsnosti, težnja da postignemo više i bolje. Kvalitet je — ili bi makar trebao da bude — suština svih naših napora. Na kraju se sve svodi na to. Ako se trudimo da „ugradimo kvalitet“ u proizvod samo zbog potencijalne zarade, taj poduhvat je unaprijed osuđen na propast. Jer, da bi ono što pravimo bilo kvalitetno, moramo mu se u potpunosti posvetiti, moramo mariti za to što radimo. Ili, da se ponovo poslužim Pirsigovim riječima: „*Kvalitet, ili njegovo odsustvo, se ne nalazi ni u subjektu ni u objektu. Prava ružnoća leži u vezi između ljudi koji proizvode i onoga što oni proizvode, a to rezultira sličnom vezom između tih proizvoda i ljudi koji ih koriste. (...) Kvalitet nije nešto što pospete po subjektima i objektima, poput sjaja na novogodišnju jelku. Pravi Kvalitet mora biti izvor subjekata i objekata, sjeme iz kog mora izrasti drvo*“ [9].

Zbog ovoga se danas najviše cijene proizvodi koji se izrađuju ručno: automobili, časovnici, cipele, odijela — bilo šta — jer su rezultat posvećenosti i težnje ka izvrsnosti. Njihovim tvorcima nije prvenstveni cilj novac, već čisti Kvalitet, a takav stav kupci znaju izuzetno da vrednuju. Svedoci smo da se najveće i najuspješnije svjetske kompanije danas trude da u zaposlenima probude baš ovakav stav prema poslu koji obavljaju.

Međutim, i pored toga, u današnjem visoko-tehnološkom industrijskom vremenu robota i pokretnih traka nerealno je očekivati da će svaki zaposleni imati stav i ponašnje srednjovjekovnih majstora i zanatlija, koji su svoj proizvod smatrali dijelom sebe, umjetničkim djelom. Zato filozofsko *Idealno* mora ustupiti mjesto inženjerskom *Dovoljno-Dobro*, pa se javljaju i neki drugi, ograničeniji, ali pragmatičniji pristupi Kvalitetu.

2.1.2. Proizvod-orjentisan pristup Kvalitetu

Ovaj pristup je dijametralno suprotan transcendentnom i zasniva se na tvrdnji da je Kvalitet precizna i mjerljiva varijabla. Po ovom pristupu, razlike u Kvalitetu odslikavaju razlike u kvantitetu pojedinih sastojaka ili atributa koje proizvod sadrži. Proizvod-orjentisane definicije Kvaliteta prvobitno su se pojavile u ekonomskoj literaturi, gdje su ubrzo inkorporirane i u teoretske modele [10]. Ovakav pristup Kvalitetu dosta olakšava njegovo mjerenje i ima dvije ozbiljne implikacije: prva je da se bolji Kvalitet može postići samo uz veće troškove. Budući da Kvalitet zavisi od kvantiteta atributa koje proizvod sadrži, a proizvodnja atributa košta, kvalitetnija dobra će biti skuplja. Druga implikacija je da se Kvalitet posmatra kao inherentna karakteristika proizvoda, a ne kao nešto što se proizvodima pripisuje. Budući da Kvalitet odslikava prisustvo ili odsustvo mjerljivih atributa proizvoda, smatra se da može biti procijenjen objektivno i da nije zasnovan pretežno na subjektivnim preferencijama.

2.1.3. Korisnički-orjentisan pristup Kvalitetu

Korisnički-orjentisan pristup zasniva se na suprotnoj premisi: da se Kvalitet „nalazi u oku posmatrača“. Individualni potrošači imaju različite potrebe i preferencije i smatra se da su najkvalitetnija ona dobra koja te potrebe i želje zadovoljavaju. Ovo je vrlo subjektivan pogled na Kvalitet i kao takav postavlja pred praktičare dva problema: 1) kako agregirati vrlo raznovrstan skup individualnih preferenci tako da se dobije razumljiva definicija Kvaliteta primjenljiva u praksi i 2) kako razlikovati one attribute koji doprinose Kvalitetu od onih koji prosto povećavaju zadovoljstvo korisnika.

Problem agregacije se obično rješava pretpostavkom da su visokokvalitetni oni proizvodi koji zadovoljavaju potrebe većine korisnika. Nažalost, ovaj pristup ignoriše različitu „težinu“ koju individualni korisnici obično pripisuju pojedinim atributima, kao i nedostatak odgovarajuće nedvosmislene statističke procedure za sakupljanje tako raznovrsnih preferencija [10].

Fundamentalniji problem sa ovim pristupom je, međutim, izjednačavanje Kvaliteta sa maksimalnim zadovoljstvom. Naravno, između Kvaliteta i zadovoljstva postoji relacija, ali nisu jedno te isto. Proizvod koji maksimizuje zadovoljstvo je svakako *poželjniji* od proizvoda koji zadovoljava manje potreba, ali da li to mora značiti i da je *bolji*? Implicirana ekvivalentnost u praksi obično biva opovrgnuta. Kupac može uživati u proizvodu jedne robne marke zbog njegovog neobičnog ukusa ili nekih drugih svojstava, a u isto vrijeme smatrati da je isti tip proizvoda nekog drugog proizvođača kvalitetniji [10].

Valja istaći još jednu veliku slabost ovog pristupa, a to ne mogu učiniti a da još jednom ne istaknem važnost transcendentnog pristupa Kvalitetu. Naime, da smo prosječnog srpskog seljaka prije otprilike stotinu pedeset godina pitali šta mu je potrebno da bi lakše, brže i bolje obrađivao svoje imanje, možda bi rekao da mu treba duplo jači i izdržljiviji konj ili volovi koji, na primjer, i duplo manje jedu. Možda bi pomenuo lakše a izdržljivije alatke, kanal za navodnjavanje, ili čak dodatnih par sati dnevne svjetlosti,

ako bi bio malo maštovitiji, ali budite sigurni da ne bi tražio traktor⁹. Za jedan takav izum potrebno je nešto drugo, nešto što bi se vrlo lako uklopilo u Pirsigovu koncepciju Dinamičnog Kvaliteta. Dakle, ako u obzir uzmemo da korisnici često ne prepoznaju potrebu za potpuno novom tehnologijom, lako je zaključiti da korisnički-orjentisana definicija Kvaliteta ima ograničenu upotrebljivost [11].

2.1.4. Proizvođački-orjentisan pristup Kvalitetu

Korisnički-orjentisane definicije Kvaliteta sadrže subjektivne elemente, jer se zasnivaju na korisničkim preferencijama — determinantama potražnje. Suprotno tome, proizvođački-orjentisane definicije fokusiraju se na stranu ponude u toj jednačini i prvenstveno se tiču inženjerskih i proizvođačkih praksi [10].

Praktično sve proizvođački-orjentisane definicije govore o Kvalitetu kao o „nivou zadovoljenja zahtjeva“. Jednom kada se završi sa dizajniranjem ili pravljenjem specifikacije, na svako odstupanje od toga gleda se kao na umanjivanje Kvaliteta. Izvrsnost se izjednačava sa ispunjavanjem specifikacije i to „kako valja i iz prvog puta“.

Po ovome, korektno sklopljen „Mercedes“ je visokokvalitetan automobil, baš kao i korektno sklopljen „Jugo“. Mislim da nije teško uvidjeti šta tu ne valja.

Iako ovaj pristup donekle priznaje interes korisnika za Kvalitetom (proizvod koji odstupa od specifikacije će vrlo vjerovatno biti loše napravljen i nepouzdan, te pružiti manje zadovoljenje od propisno konstruisanog) njegov primarni fokus je interni. Kvalitet je definisan na način koji pojednostavljuje upravljanje inženjeringom i proizvodnjom. Na polju dizajna, ovo je dovelo do naglašavanja inženjeringa pouzdanosti a na strani proizvodnje do naglašavanja statističke kontrole kvaliteta. Obije tehnike su stvorene da bi se odstupanja otklonila u što ranijoj fazi životnog ciklusa proizvoda: prva da bi se analizom osnovnih komponenti proizvoda identifikovali mogući oblici pojave greške i potom predložila alternativna dizajnerska rješenja kojima se povećava pouzdanost; a druga tehnika za korišćenje statističkih metoda kako bi se utvrdilo da li proizvodni proces funkcioniše ispod očekivanog nivoa.

Svaka od ovih tehnika ima samo jednu svrhu: smanjenje troškova. Po proizvođački-orjentisanom pristupu, poboljšanja Kvaliteta (koja su ekvivalentna smanjenju broja odstupanja od specifikacije) vode smanjenju troškova, jer se prevencija defekata smatra jeftinijom od njihove kasnije popravke i dorade proizvoda [10].

2.1.5. Vrijednosno-orjentisan pristup Kvalitetu

Ovaj pristup definiše Kvalitet isključivo posredstvom troškova i cijena. Ukratko, kvalitetan je onaj proizvod koji pruža dobre performanse po prihvatljivoj cijeni ili usklađenost sa zahtjevima po razumnim troškovima. Ovako gledajući na stvari, cipele koje koštaju 750€, koliko god dobro napravljene, ne mogu nikako biti kvalitetne, jer će imati malo kupaca.

Teškoća sa ovim pristupom leži u stapanju dva povezana, ali različita koncepta. Kvalitet, koji je mjera izrsnosti, izjednačava se sa cijenom, koja je mjera vrijednosti. Rezultat je hibrid — „pristupačna izvrsnost“ — koja nema jasno definisanih granica i teško je primjenljiva u praksi [10].

⁹ Inspirisano primjerom u [11]

I. Transcendentne „definicije“

- „Kvalitet nije ni um ni materija, već treći entitet, nezavistan od ova dva (...) iako Kvalitet ne može biti definisan, Vi znate što je to.“ R. Pirsig
- „... stanje izvrsnosti koje implicira dobar Kvalitet, nasuprot slabom Kvalitetu... (...) Kvalitet znači dostizanje ili težnju ka najvišim mjerilima, za razliku od pristajanja na aljkavost i površnost.“ B. V. Tahman

II. Proizvod-orjentisane definicije

- „Razlike u Kvalitetu odgovaraju razlikama u količini određenog željenog sastojka ili atributa.“ L. Abot
- „Kvalitet se odnosi na količine nevrednovanih atributa koje sadrži svaka jedinica vrednovanog atributa.“ K. B. Lefler

III. Korisnički-orjentisane definicije

- „Kvalitet se sastoji od sposobnosti da se zadovolje prohtjevi...“ K. D. Edvards.
- „Kvalitet je stepen do kog određeni proizvod zadovoljava prohtjeve određenog korisnika.“ H. L. Gilmore

IV. Proizvođački-orjentisane definicije

- „Kvalitet [znači] usklađenost sa zahtjevima.“ P. B. Krozbi
- „Kvalitet je stepen do kog je određeni proizvod usklađen sa dizajnom ili specifikacijom.“ H. L. Gilmore

V. Vrijednosno-orjentisane definicije

- „Kvalitet podrazumijeva stepen izvrsnosti po prihvatljivoj cijeni i kontrolisanje varijabli po prihvatljivim troškovima.“ R. A. Broh
- „Kvalitet znači najbolje za određene korisnike uslove. Ovi uslovi su: a) stvarna upotreba i b) prodajna cijena proizvoda.“ A. V. Figenbom

Tabela 1: Pet Gervinovih pristupa Kvalitetu i njima pripadajuće definicije [10]

Kroz opise ovih pet pristupa Kvalitetu, konstatovali smo koji dijelovi organizacije najčešće zauzimaju i brane koji pristup. Ovo može dovesti (i obično dovede) do prepirki i nesporazuma, koji predstavljaju prijetnju upravo onome što pokušavaju da odbrane — Kvalitetu krajnjeg proizvoda. Međutim, organizacija koja usvoji samo jedan od opisanih pristupa Kvalitetu jednako sigurno srlja u propast. Transcedentni pristup jeste sveobuhvatan, ali je nedovoljno praktičan da bi se primijenio u svakodnevnim operativnim aktivnostima. Ostala četiri pristupa su, naprotiv, konkretna i vrlo praktična, ali nedopustivo sužena i ograničena, tako da ne dopuštaju inovacije.

„Pristup Kvalitetu mora se aktivno mijenjati u skladu sa životnim ciklusom proizvoda. Najprije se, kroz istraživanje tržišta, odnosno budućih korisnika, moraju identifikovati karakteristike koje za njih znače Kvalitet (korisnički-orjentisan pristup). Ove karakteristike potom moraju biti prevedene u opipljive attribute proizvoda (proizvod-orjentisani pristup) a proces proizvodnje mora biti organizovan tako da proizvod bude napravljen u skladu sa datom specifikacijom (proizvođački-orjentisan pristup)“ [10]. Gervin smatra da su ova tri pristupa dovoljna da bi se dobio visokokvalitetan proizvod. U savršenom svijetu možda bi i bila, jer u savršenom svijetu ne bi postojalo nešto što se zove „izmjena korisničkih zahtjeva“, t.j. „izmjena specifikacije“. Međutim, mi ne živimo u takvom svijetu i zato nam je potreban način da procijenimo da li su tražene izmjene vrijedne dodatnog rada na proizvodu. U ovakvim situacijama vrijednosno-orjentisan pristup postaje veoma važan. Istovremeno, čitava organizacija — od top menadžmenta do proizvodne linije — mora biti posvećena nekoj transcedentnoj ideji Kvaliteta koja će biti vodilja i pokretač čitavog poduhvata.

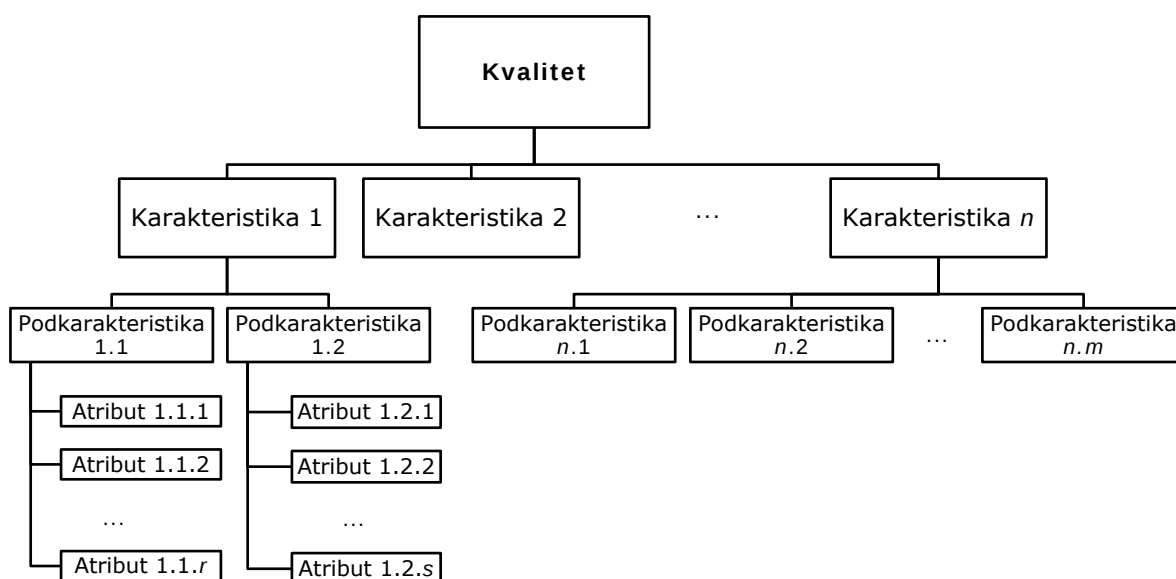
Dakle, možemo reći da su svih pet pristupa Kvalitetu, pojedinačno uzev neophodni, a uzeti zajedno dovoljni da bismo mogli reći da organizacija ima pravilan stav prema Kvalitetu.

Nositi se sa svim ovim nije ni malo lak posao. Rekli smo već da je Kvalitet složen i multidimenzionalan koncept, koji nijedan čovjek ne može u cjelosti pojmiti. Odrediti ciljnu (korisničku) grupu, bitne attribute koji doprinose Kvalitetu proizvoda i njihove poželjne, odnosno trenutne vrijednosti, voditi računa o zahtjevima različitih učesnika u projektu i ustupcima — teško da se sve to može postići bez odgovarajućeg pomoćnog sredstva. Danas najviše korišćeno inženjersko sredstvo za olakšavanje razumijevanja i uspostavljanja kontrole je model, odnosno modelovanje.

2.2. Modelovanje kvaliteta

Ja modelovanje vidim kao proces pravljenja apstrakcije — modela — određenog entiteta, u cilju olakšavanja njegovog definisanja i razumijevanja, otkrivanja nepoznatih činjenica, predviđanja itd. Model je, u suštini, simplifikacija stvarnosti, u smislu da se nerelevantni detalji iz njega izostavljaju. Šta je bitno, a šta ne, zavisiće od zadatka koji nam valja obaviti, odnosno od svrhe samog modela. Kompleksni entiteti obično se predstavljaju sa nekoliko modela istovremeno, od kojih se svaki fokusira na određeni aspekt entiteta i/ili nivo detaljnosti. Cilj je napraviti model koji prosječna osoba može relativno lako i brzo razumjeti, po taktici „podijeli pa vladaj“.

Modeli kvaliteta softvera, a naročito oni specifični za VA, su, dakle, pokušaj da se Kvalitet uobliči i predstavi u vidu kvantitativne hijerarhijske strukture. U različitim modelima kvaliteta softvera hijerarhijski nivoi se nazivaju različito, ali obično se radi o troslojnim modelima koji apstraktne više nivoe razbijaju na niže, mjerljive (kvantitativne), činioce kvaliteta. Budući da je raščlanjivanje kompleksnih karakteristika (k-ka) na manje kompleksne karakteristike sa ciljem indirektnog mjerenja kompleksnih karakteristika tipično za naučni rad [13], ne treba da čudi što je ovaj pristup usvojen još u prvobitnim modelima kvaliteta softvera (npr. Mek Kolov ili Boemov model) i zadržao se do današnjih dana. Slika 3 ilustruje ove odnose.



Slika 3: Struktura opšteg modela kvaliteta

Karakteristika (najviši hijerarhijski nivo) je skup atributa kvaliteta softvera, koji su obično grupisani u nekoliko podskupova (podkarakteristika). Karakteristike, kao što smo rekli, nije moguće direktno izmjeriti i ocijeniti. Atribut možemo kratko definisati kao mjerljivo svojstvo nekog entiteta.

Nemoguće je modelom predstaviti sve komponente kvaliteta iz dva razloga: 1) kao što smo vidjeli, niko sa sigurnošću ne zna šta je to u stvari kvalitet i 2) sve i da zna, možemo pretpostaviti da bi sveobuhvatan model jednog takvog koncepta bio praktično neupotrebljiv. Ali, to nije ni potrebno. Model kvaliteta, kao i svaki model, treba da definiše i naglasi svojstva (karakteristike) koja su najrelevantnija za određenu potrebu (npr. za povećanje stepena povjerenja) i poveže ih sa skupom mjerljivih atributa, koji se mjere po definisanoj proceduri [14].

Definicija 4: Model kvaliteta je definisani skup karakteristika i relacija među njima, koji pruža okvir za definisanje zahtjeva za kvalitetom i njegovu kasniju evaluaciju [15].

Organizacije koje imaju dodira sa softverom (bilo da ga proizvode, kupuju ili nude konsultantske usluge) u ovom pogledu imaju nekoliko mogućnosti:

- mogu razviti sopstvene modele kvaliteta,
- usvojiti jedan od postojećih nestandardizovanih
- ili se odlučiti za standardni model kvaliteta softvera,
- a mogu i napraviti kombinaciju standardnog i sopstvenog modela kvaliteta.

Međutim, sa stanovišta teorije mjerenja ovakav, indirektan, način mjerenja kvaliteta ima smisla jedino ako se uspostavi empirijska veza između direktno i indirektno mjerenih entiteta [13] (na primjer, kod indirektnog mjerenja brzine, ovakva veza je uspostavljena kroz direktno mjerenje „razdaljine“ pređene u određenoj „jedinici vremena“). „Međutim, uprkos znatnim naporima, nismo došli do dogovora o sličnim vezama kada je u pitanju kvalitet softvera. Što je još gore, nije očigledno da je neke uobičajene faktore kvaliteta, kao što su lakoća održavanja i 'naklonjenost korisniku', lakše izmjeriti nego sam kvalitet softvera. Zaključak: dokle god ne uspostavimo empirijske veze između faktora kvaliteta i samog kvaliteta softvera, rad usmjeren na faktore kvaliteta možda neće moći mnogo da doprinese mjerenju kvaliteta softvera.“ [13]

„Ipak, dokle god naše shvatanje kvaliteta ostane na 'intuitivnom' nivou, i ne bude eksplicitno formulisano, nećemo biti u mogućnosti da takve empirijske veze uspostavimo“ [13]¹⁰. Dakle, neophodna je neka vrsta standarda.

2.3. Kvalitet softvera i standardi

Jedan od glavnih ciljeva međunarodnih standarda je da uspostave konzistentnost i kompatibilnost na određenom polju. Primjer mogu biti standardi koji osiguravaju da će svaki mobilni telefon prihvatiti vašu SIM karticu, obezbijediti prenos kompatibilan sa mobilnim mrežama i neće proizvesti zračenje koje bi Vas ugrozilo, bilo gdje u svijetu.

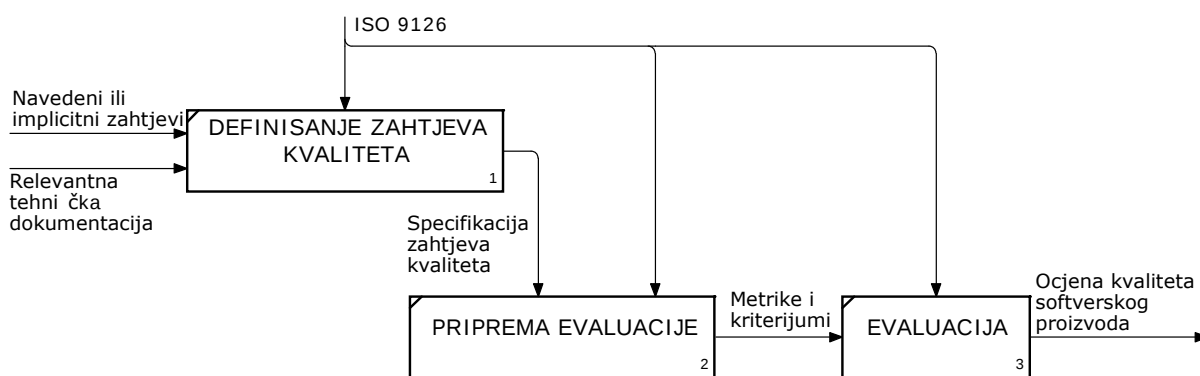
¹⁰ Osjećam se dužnim da skrenem posebnu pažnju na ovaj Jorgensenov rad, pošto pruža neke interesantne uvide u probleme koje sobom nosi pretpostavka da se kvalitet softvera može indirektno mjeriti posredstvom faktora kvaliteta. Budući da je danas ovo široko prihvaćen pristup, malo ljudi se zapita da li je zaista ispravan. Plašim se da bih daljom diskusijom na ovu temu znatno izašao iz formata diplomskog rada, ali svakako čitaocu zainteresovanom za kvalitet softvera preporučujem da pročita [13].

Važna prelomna tačka u standardizaciji kvaliteta softvera i metoda za njegovo mjerenje bilo je usvajanje ISO/IEC 9126 [16] standarda, krajem 1991. godine.

2.3.1. ISO/IEC 9126:1991

Ovaj standard je trebao da potpomogne razumijevanje između naručioca softvera i onoga ko treba da ga napravi tokom dogovora o tome koje karakteristike kvaliteta softver mora imati i do kog stepena. Naručilac bi mogao jasnije da iskaže svoje zahtjeve, a isporučilac da ih pravilnije shvati. Posledično, drastično bi se smanjila potreba za prepravkama softvera usled nezadovoljenja zahtjeva i potreba naručioca. Krajnji rezultat: manji troškovi izrade specificiranog softvera, u kraćem vremenskom roku („bolje, brže, jeftinije“). ISO/IEC 9126 je definisao model kvaliteta koji je trebao da bude primjenljiv na bilo koji softverski proizvod ili servis. Ovaj model je bio podijeljen u šet osnovnih karakteristika kvaliteta koje su, uz minimalno preklapanje, definisale kvalitet softvera: *funkcionalnost*, *pouzdanost*, *upotrebljivost*, *efikasnost*, *mogućnost održavanja* i *prenosivost*, a u aneksu su dati i predlozi podkarakteristika.

Na primjer, karakteristika *upotrebljivost* je definisana kao „*skup atributa koji se odnose na napor potreban za upotrebu i individualnu procjenu takve upotrebe, od strane definisanog ili implicitnog skupa korisnika*“ [16]. Sadržavala je tri podkarakteristike: *razumljivost*, *učljivost* i *operabilnost* (gdje je *operabilnost* definisana kao „*atributi softvera koji se odnose na trud koji korisnik uloži za izvršavanje operacije i njeno kontrolisanje*“ [16]). Ovo je bio bazični model kvaliteta koji je, kako je u Standardu jasno bilo istaknuto, po potrebi trebalo prilagoditi konkretnom projektu. ISO/IEC 9126 nije u sebi sadržavao attribute i metrike, čak ni u formi predloga, niti je propisivao metode mjerenja, rangiranja i procjene, ali jeste nudio smjernice za opšti model procesa evaluacije kvaliteta softvera (Slika 4).



Slika 4: Model procesa evaluacije kvaliteta opisan u ISO/IEC 9126

Ostali aspekti ovog standarda koji su ga učinili bitnim su:

- Značenje pojma „kvalitet“ je shvaćeno kao kompleksan, multidimenzionalan koncept koji ne može biti mjeren direktno.
- Pojam „korisnik“ je prihvaćen i njegova važnost je priznata u nekoliko definicija karakteristika i podkarakteristika kvaliteta.
- ISO/IEC 9126 se razlikovao od tradicionalnih pristupa kvalitetu koji naglašavaju potrebu da se ispune zahtjevi koji su prvenstveno funkcionalni (npr. pristup definisanja kvaliteta procesa proizvodnje u ISO 9000 standardu).

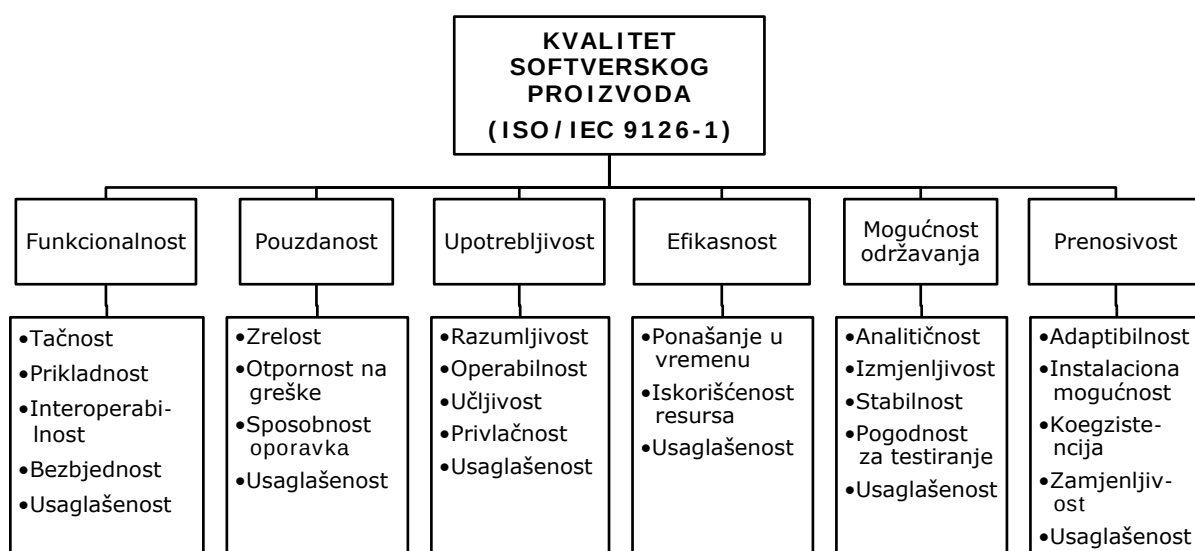
Kao što smo gore vidjeli, definicije u ISO/IEC 9126 standardu potvrđivale su da je cilj kvaliteta da se zadovolje korisničke potrebe. Ono što nije jasno rečeno, međutim, je da je cilj da softver bude „percipiran kao kvalitetan“ – u skladu sa nivoom znanja korisnika u stvarnom kontekstu upotrebe. Umjesto toga, ISO/IEC 9126 sugerise da je kvalitet određen prisustvom ili odsustvom određenih atributa, sa implikacijom da su ovo konkretni atributi koji mogu biti dizajnom ugrađeni u proizvod. Bevan je na ovu temu dobro primijetio [17]:

„Iako bi ljudi koji razvijaju softver voljeli da znaju koje atribute da u njega ugrade da bi smanjili 'napor potreban za upotrebu', prisustvo ili odsustvo predefinisanih atributa ne može osigurati upotrebljivost, jer ne postoji pouzdan način da se predvidi ponašanje korisnika finalnog proizvoda.“

Da bi se popunila ova praznina, Međunarodna organizacija za standardizaciju je u periodu od 2001. do 2004. godine izdala proširenu verziju ovog standarda. Ona se sastojala od jednog međunarodnog standarda (IS) i tri tehnička izvještaja (TR):

- ISO/IEC IS 9126-1: Modeli kvaliteta [18];
- ISO/IEC TR 9126-2: Eksterne metrike [19];
- ISO/IEC TR 9126-3: Interne metrike [20] i
- ISO/IEC TR 9126-4: Metrike kvaliteta pri upotrebi [21].

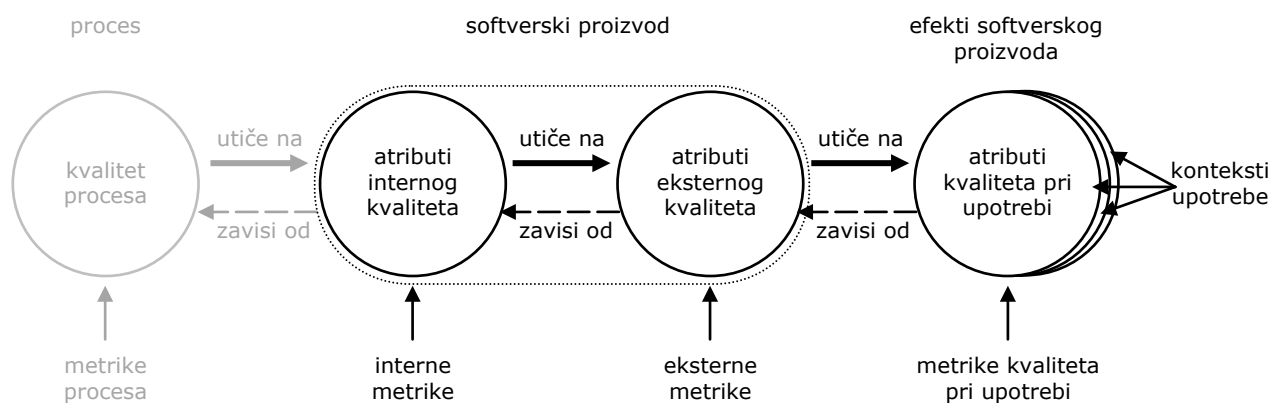
ISO/IEC 9126-1 se odnosio na koncepte uvedene u ranijoj verziji standarda, t.j. preporučeni model kvaliteta softvera. Novina je bila što je model kvaliteta bio dvodjelan i sastojao se iz modela internog/eksternog kvaliteta i modela kvaliteta pri upotrebi softvera. Model internog/eksternog kvaliteta ostao je sličan prvobitnom modelu, iz ranije verzije standarda. Zadržano je svih šest osnovnih karakteristika, bez dodavanja novih, ali su redefinisane. Podkarakteristike su premještene iz aneksa i sada su postale dio standarda, dakle, imale su obavezujući karakter. Dalje, dodate su neke nove podkarakteristike i redefinisane su kao „sposobnost softvera“, kako bi se omogućila njihova interpretacija kao dijela interne ili eksterne perspektive kvaliteta. Konačan model internog/eksternog kvaliteta prikazuje sledeća slika:



Slika 5: Model internog/eksternog kvaliteta u ISO 9126-1 standardu

Karakteristika *upotrebljivost*, na primjer, sada je bila definisana na sledeći način: „Sposobnost softvera da bude shvaćen, naučen, korišćen i privlačan korisniku, kada se koristi pod propisanim uslovima“ [18]. Podijeljena je na pet podkarakteristika, i to: *razumljivost*, *učljivost* i *operabilnost* (stare) uz dodatak *privlačnosti* i *usaglašenost sa propisima vezanim za upotrebljivost*. Modeli internog/eksternog kvaliteta su, dakle, imali identične karakteristike i podkarakteristike. Razlikovali su se jedino u metrikama kojima su one kvantifikovane, a koje su definisane u drugim djelovima standarda, o kojima će kasnije biti više riječi.

U kontekstu ISO/IEC 9126-1 standarda, kvalitet pri upotrebi je viđenje kompletnog sistema na kom se softver pokreće od strane krajnjeg korisnika i mjeri se rezultatima upotrebe softvera, radije nego svojstvima samog softvera. Atributi internog i eksternog kvaliteta su uzrok, a atributi kvaliteta pri upotrebi su efekat. Po Bevanu [17]: „Kvalitet pri upotrebi je (ili bi makar trebao da bude) cilj, a kvalitet softverskog proizvoda je sredstvo kojim se taj cilj postiže.“ Dakle, kvalitet pri upotrebi je kombinovani efekat karakteristika internog i eksternog kvaliteta na krajnjeg korisnika. Može se mjeriti nivoom do kog konkretni korisnici mogu postići specificirane zadatke sa *efektivnošću*, *produktivnošću*, *bezbjednošću* i *zadovoljstvom* (četiri karakteristike modela kvaliteta pri upotrebi), u konkretnom kontekstu upotrebe. Ali, iako postoje tri pogleda na kvalitet, ne treba zaboraviti da su to samo različite perspektive jedne te iste stvari, i da svaki od njih ima relaciju sa druga dva. Mjerenjem i evaluacijom kvaliteta pri upotrebi može se validirati eksterni kvalitet softvera. Dalje, mjerenjem i evaluacijom eksternog kvaliteta možemo verifikovati interni kvalitet softvera, a ispitivanjem internog kvaliteta možemo izvući zaključke o potrebnim poboljšanjima procesa izrade softvera. Slično tome, uzimanje u obzir atributa internog kvaliteta je preduslov za postizanje zahtijevanog eksternog ponašanja, a razmatranje atributa eksternog kvaliteta je preduslov za postizanje kvaliteta pri upotrebi. Slika 6 [18] ilustruje ove zavisnosti:



Slika 6: Kvalitet u životnom ciklusu softvera

ISO/IEC 9126-2 se odnosio na eksterne metrike karakteristika kvaliteta softvera. Eksterna metrika je kvantitativna skala i metod mjerenja, koji može biti korišćen za mjerenje atributa ili karakteristike softvera koja je rezultat ponašanja sistema čiji je softver dio. Eksterne metrike su primjenljive na softver koji se izvršava (pokreće) tokom testiranja ili upotrebe u kasnijim fazama razvoja ili čak tokom upotrebe u stvarnom radnom okruženju.

ISO/IEC 9126-3 obezbjeđuje interne metrike za kvantifikovanje karakteristika kvaliteta softvera. Interna metrika je kvantitativna skala i metod mjerenja, koji može biti upotrijebljen za mjerenje atributa ili karakteristike kvaliteta softvera koja je dio samog softvera, direktno ili indirektno (nije rezultat mjerenja ponašanja sistema).

Interne metrike su primjenljive tokom dizajniranja ili kodiranja, u ranim fazama životnog ciklusa softvera.

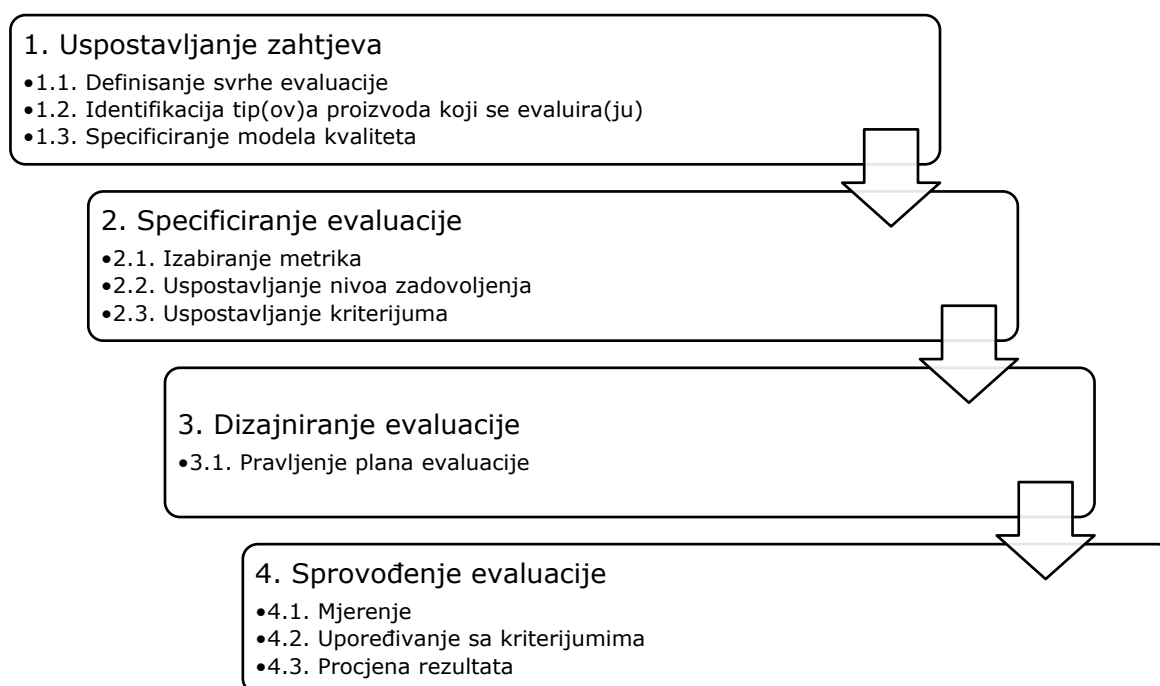
ISO/IEC 9126-4, na kraju, sadrži osnovni skup metrika za svaku karakteristiku kvaliteta pri upotrebi, uputstva za njihovu primjenu i primjere kako se one koriste u životnom ciklusu softverskog proizvoda.

Proces evaluacije kvaliteta softvera je izmješten u potpuno novu seriju standarda, ISO/IEC 14598.

2.3.2. ISO/IEC 14598 – Evaluacija kvaliteta softvera

Ovo je serija ISO standarda koja „pruža metode za mjerenje, procjenu i evaluaciju kvaliteta softverskog proizvoda“ [22].

ISO/IEC 14598-1 [22] pruža osnovu za ovu seriju, tako što definiše osnovne pojmove i opisuje gdje će se koristiti karakteristike i metrike kvaliteta definisane u ISO/IEC 9126 seriji. Takođe sadrži i opšti, obavezni proces evaluacije (Slika 7), koji je detaljnije razrađen u [23,24,25].



Slika 7: Opšti proces evaluacije kvaliteta softvera definisan u ISO/IEC 14598-1 standardu

Usaglašenost sa kompletnom ISO/IEC 14598 serijom je definisana kao „usaglašenost sa svim primjenljivim objavljenim dijelovima“ serije [22]. Svaki pripadajući standard serije ima sopstvenu klauzulu o usaglašenosti. Usaglašenost sa ISO/IEC 14598-1 standardom može se postići korišćenjem obaveznog procesa evaluacije koji on propisuje i modela kvaliteta koji zadovoljava zahtjeve iz klauzule 8.3 pomenutog standarda.

ISO/IEC 14598-2 [26] je zamijenjen novim ISO/IEC 25001:2007 standardom.

ISO/IEC 14598-3 [23] i **ISO/IEC 14598-4** [25] su namijenjeni za upotrebu na nivou projekta. ISO/IEC 14598-3 razrađuje opšti proces evaluacije u skup zahtjeva koje oni koji razvijaju softver moraju ispuniti tako što će evaluirati proizvode tokom njihove izrade. U ISO/IEC 14598-4 standardu, opšti proces evaluacije je precizno određen zahtjevima namijenjenim kupcima (dobavljačima softvera), za evaluaciju komercijal-

lnih, masovno proizvođenih, proizvoda i zahtjevima za evaluaciju prilagođenog softvera, kao i modifikacija softvera.

Organizacija može ispoštovati ISO/IEC 14598-3 standard prosto tako što će pregledati sve zahtjeve navedene u njegovom Članu 6 i potom nabrojati koje od njih ne zadovoljava (ako takvih ima). Međutim, usklađenost sa ISO/IEC 14598-4 standardom dosta je komplikovanija, jer se od organizacije (kupca) koja nameće ovaj standard zahtijeva da definiše i javno objavi proces evaluacije koji, kada se ispoštuje, zadovoljava uslov usklađenosti sa standardom.

ISO/IEC 14598-5 [24] je takođe namijenjen za upotrebu na nivou projekta. Napisan je za „proizvođače softvera, kada planiraju evaluaciju svojih proizvoda“, „kupce softvera, kada zahtjevaju informacije o evaluaciji od dobavljača ili nezavisnog tijela za testiranje“, „evaluatore u laboratorijama za testiranje, kada pružaju usluge evaluacije softvera“, „korisnicima softvera.....“ i „sertifikacionim tijelima.....“ [24]. Kada je u pitanju usklađenost sa ISO/IEC 14598-5, situacija je ista kao i sa ISO/IEC 14598-4 standardom. Organizacija koja nameće ovaj standard mora javno definisati proces evaluacije koji, kada se prati, osigurava usklađenost sa standardom.

ISO/IEC 14598-6 [27] definiše zahtjeve za dokumentovanje modula evaluacije. Modul evaluacije specificira sve metode i podatke neophodne za evaluaciju određene karakteristike kvaliteta određenog proizvoda. Usklađenost sa ovim standardom postiže se ispunjavanjem zahtjeva navedenih u njegovom Članu 6.

Sada ćemo, koristeći gore navedene standarde, ukratko opisati svaku od faza koje prikazuje Slika 7.

1. Uspostavljanje zahtjeva za evaluaciju

1. **Definisanje svrhe evaluacije** podrazumijeva pojašnjavanje svrhe evaluacije, tako što se razmatra ko želi koju vrstu evaluacije i u kojoj fazi. Na primjer, menadžer projekta može, tokom faze dizajniranja, željeti da utvrdi nivo usaglašenosti dizajna sa korisničkim zahtjevima. Ili, svrha može biti utvrđivanje nivoa zadovoljstva korisnika posle isporuke, kako bi se isplanirala poboljšanja za sledeću verziju VA.
2. **Identifikacija tip(ov)a proizvoda koji se evaluira(ju)** uključuje odgovaranje na pitanje šta se evaluira i u kojoj fazi životnog ciklusa softvera — na osnovu ciljeva koje različiti učesnici u projektu imaju. U fazama dizajna i implementacije, predmet evaluacije su obično specifikacije i izvorni kod, dok je uticaj koji softver ima na korisnike cilj u fazama korišćenja i naknadnog održavanja softvera.
3. **Specificiranje modela kvaliteta** za rezultat ima jasno definisane karakteristike i podkarakteristike kvaliteta (zasnovane na modelima kvaliteta iz ISO/IEC 9126-1 standarda, npr.) koje softver mora imati. Dakle, ovaj korak uključuje selekciju k-ka, podk-ka, definisanje važnosti svake od njih, kao i eventualno dodavanje k-ka i podk-ka kojih usvojenom modelu nema, a potrebne su u konkretnoj situaciji.

2. Specificiranje evaluacije

1. **Biranje metrika**, kao što i samo ime kaže, je korak u kom se definišu metrike kvaliteta koje će se koristiti za evaluaciju svake k-ke u svakoj fazi životnog ciklusa (za koju je evaluacije predviđena). Metrike bi trebale biti izabrane iz skupova definisanih u tehničkim izvještajima ISO/IEC TR 9126-2, -3 i -4, i prilagođene konkretnom projektu. Ukoliko ponuđeni skupovi ne zadovoljavaju potrebe projekta, moguće je definisati i dodati nove metrike.
2. **Uspostavljanje nivoa zadovoljenja za metrike** je faza u kojoj se definišu opsezi vrijednosti podataka dobijenih mjerenjem (npr. 0-35% → loše, 36-70% → zado-

voljavajuće i 71-100% → dobro). Ovim se precizno definišu prihvatljivi opsezi vrijednosti i donji prag, ispod koga će se vrijednost date metrike smatrati neprihvatljivom. Vrijednosti bi mogle biti i: „što veća“, „što manja“ ili „što približnija vrijednosti x “, u zavisnosti od vrste metrike.

3. **Uspostavljanje kriterijuma** je neophodno za situacije u kojima se donose odluke tipa da li preći u sledeću fazu projekta ili da li isporučiti proizvod. Dakle, treba definisati kriterijum po kom će se vrednovati podaci sakupljeni posredstvom metrika, ali, ako su neophodni, i podaci o trenutnom stanju projekta ili troškovima koje bi iziskivali koraci neophodni za poboljšavanje situacije.

3. Dizajniranje evaluacije

1. **Pravljenje plana evaluacije**, koji definiše kada se sakupljaju koje vrste podataka, kao i ko ih sakuplja, kako se podaci agregiraju i procenjuju, u skladu sa ranije izabranim metrikama i kriterijumima.

4. Sprovođenje evaluacije

1. **Mjerenje** je faza u kojoj se, u skladu sa planom i ranije definisanim metrikama, sakupljaju i računaju izmjerene vrijednosti metrika.
2. **Upoređivanje sa kriterijumima** podrazumijeva evaluaciju izračunate vrijednosti svake metrike u odnosu na kriterijum koji je za nju određen.
3. **Procjena rezultata** je korak u kom se evaluira niz izmjerenih vrijednosti, na osnovu uspostavljenog kriterijuma procjene i donose se odluke.

Interesantno je napomenuti da je Radna grupa broj šest (WG6) Podkomiteta za softverski inženjering (SC7) odlučila da proces evaluacije kvaliteta izdvoji u novi standard zato što su model kvaliteta i metrike korisni ne samo za evaluaciju kvaliteta, već i za druge svrhe, uključujući definisanje zahtjeva za kvalitetom [28]. Međutim, pokazaće se da je ovo bila loša odluka, jer je dovela do smanjenja popularnosti oba standarda (ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598), usled komplikovanja čitave stvari. Uzevši u obzir i druge nedostatke standarda vezanih za kvalitet softvera koje su u literaturi identifikovali stručnjaci (npr. u [28], [29], [30], [31], [32], [33]), nije teško zaključiti zašto je Međunarodna organizacija za standardizaciju odlučila da izda novu seriju standarda koja će regulisati ovu oblast, ovoga puta pod jedinstvenom oznakom i sa boljom organizacijom. Rezultat: SQuaRE¹¹, druga generacija standarda vezanih za kvalitet softvera.

2.3.3. SQuaRE

SQuaRE označava seriju od četrnaest ISO/IEC standarda i tehničkih izvještaja vezanih za kvalitet softvera, koji su grupisani u pet tematskih cjelina (ili odjela, kako inženjeri vole da ih zovu): 1) Upravljanje kvalitetom, 2) Model kvaliteta, 3) Mjerenje kvaliteta, 4) Zahtjevi za kvalitetom i 5) Evaluacija kvaliteta. Ovu organizaciju ilustruje Slika 8.

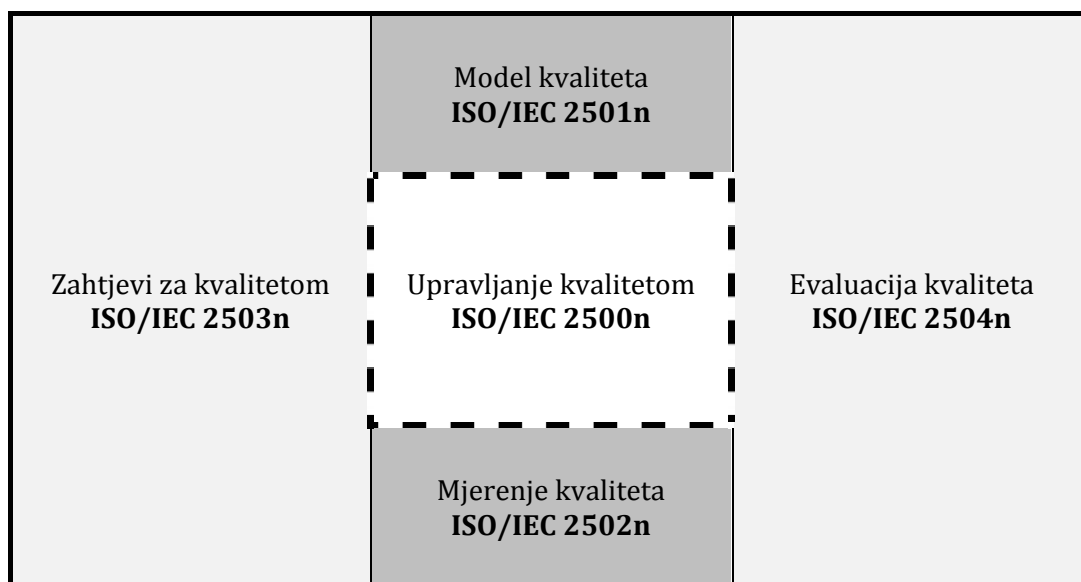
Ideja je da SQuaRE vremenom zamijeni ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598 serije. Međutim, u vrijeme kada je ovaj rad pisan¹², standard ISO/IEC 25041, koji treba da propiše proces mjerenja i evaluacije za autore, kupce i nezavisna tijela, još uvijek nije izdat, tako je standard ISO/IEC 14598-5 i dalje na snazi i smatra se najskorijim. Takođe se čeka i na objavljivanje standarda ISO/IEC 25021, koji će se odnositi na metrike kvaliteta, a objavljen je samo u vidu tehničkog izvještaja (TR).

Usklađenost sa kompletnom SQuaRE serijom, kao takvom, nije definisana.

¹¹ SQuaRE – eng. *Software product Quality Requirements and Evaluation*

¹² Poslednji put provereno 08.09.2011. god.

Prvi odjel SQuaRE serije, 2500n, smješten je u centru „četvorougla“ koji formiraju preostala četiri odjela. U suštini, zadovoljava potrebu za „vezivom“ koje je nedostajalo prethodnim brojnim standardima vezanim za kvalitet softvera. Standardi ovog odjela definišu zajedničke modele, pojmove i definicije na koje se pozivaju svi drugi standardi iz SQuaRE serije. Ovaj odjel pruža i uopštenu sliku procesa evaluacije, kao i modela kvaliteta, što ga čini važnim za razumijevanje kompletne serije standarda.



Slika 8: Organizacija SQuaRE serije standarda [34]

ISO/IEC 25000:2005 [34] nosi naziv „Vodič za upotrebu SQuaRE“. Njegov Član 4 definiše 64 pojma, koji će se koristiti u čitavoj seriji standarda. U Članu 5, standard opisuje svaki dokument koji će biti sastavni dio SQuaRE serije, kao i strukturu i životni ciklus kvaliteta softverskog proizvoda, koji će takođe biti zajednički za sve dokumente iz serije. U Dodatku C standard pruža uputstva korisnicima ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598 serija koji će morati postepeno prelaziti na upotrebu SQuaRE standarda, kako ovi budu objavljivani. Usklađenost sa ISO/IEC 25000:2005 standardom takođe nije definisana, jer on u sebi nema nikakvih zahtjeva.

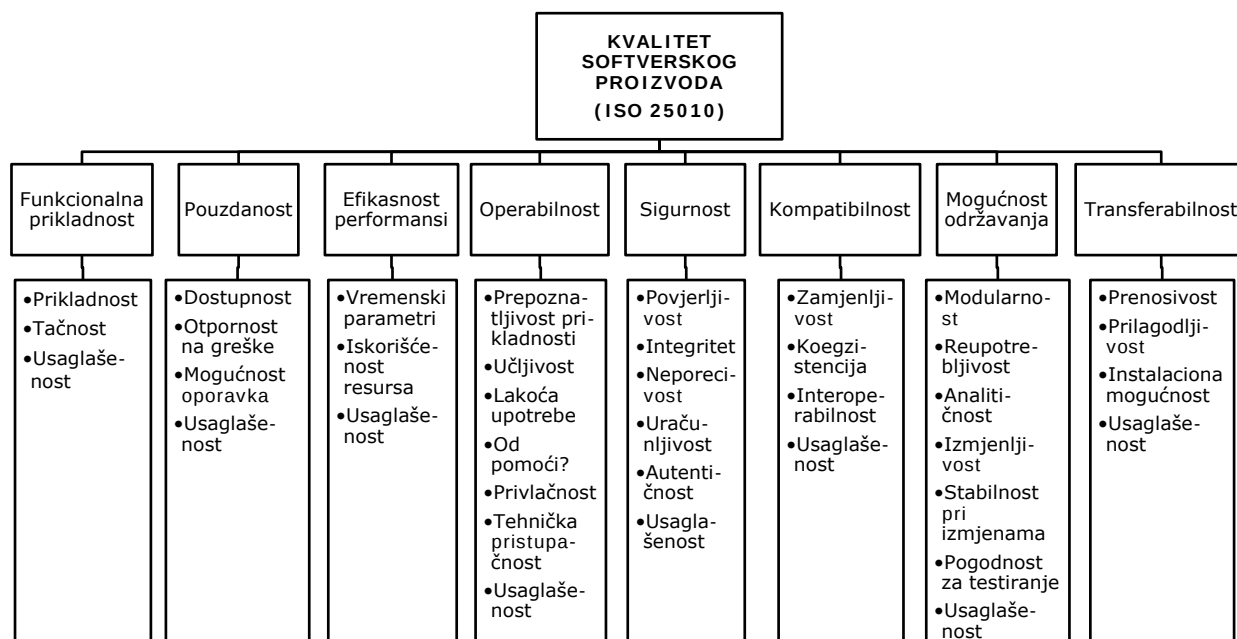
ISO/IEC 25001:2007 [35] je standard koji se odnosi na planiranje i upravljanje, koji može biti korišćen kako na nivou projekta, tako i na nivou organizacionog dijela ili cjelokupne organizacije za stvaranje upravljačkog okvira za projekte evaluacije proizvoda. U Članu 4, standard definiše koncepte „evaluaciona aktivnost“, „evaluaciona grupa“ i „evaluaciona tehnologija“. U Članu 5 objašnjava ulogu evaluacione grupe.

Član 6 ovog standarda sadrži „zahtjeve i preporuke za specifikaciju zahtjeva za kvalitetom softvera i evaluaciju kvaliteta“. Postoje opšti zahtjevi, i postoji sedam različitih tipova zahtjeva koji se odnose na upravljanje na nivou organizacije. Takođe postoje i zahtjevi za planiranje projekta evaluacije, kao i zahtjevi koji se odnose na sakupljanje i analiziranje njegovih rezultata.

Organizacija može biti usklađena sa ISO/IEC 25001 standardom ili tako što će zadovoljiti zahtjeve iz njegovog Člana 6 (i pružiti objašnjenja za eventualne izuzetke) ili tako što će obezbjediti sopstvene preporuke za planiranje i upravljanje zahtjevima i evaluacijom kvaliteta softverskog proizvoda i mapirati te preporuke na zahtjeve iz Člana 6 ovog standarda.

Standardi iz odjela **2501n** uvode u upotrebu detaljan model kvaliteta uključujući karakteristike za interni, eksterni i kvalitet pri upotrebi. Nadalje, karakteristike internog i eksternog kvaliteta su razložene na podkarakteristike. Obezbijeđeno je i praktično uputstvo za upotrebu modela kvaliteta.

ISO/IEC 25010 zadržava ranije usvojena tri pogleda na kvalitet: interni, eksterni kvalitet i kvalitet pri upotrebi. Međutim, proširuje koncept kvaliteta sa šest (ISO/IEC 9126-1) na osam karakteristika, kao što se može vidjeti na sledećoj slici:



Slika 9: Karakteristike i podkarakteristike kvaliteta u ISO 25010 standardu

U poređenju sa ISO/IEC 9126-1, karakteristika *upotrebljivost* je preimenovana u *operabilnost* i ima šire značenje. Na primjer, neke podkarakteristike, kao što je *učljivost*, su ostale, dok su nove, kao *tehnička pristupačnost*, *usaglašenost* i sposobnost aplikacije da bude *od pomoći korisniku* dodate. *Sigurnost* je dodata kao zasebna karakteristika, umjesto kao podkarakteristika karakteristike *Funkcionalnost* u prethodnom standardu, dok su ostali nazivi malo izmijenjeni kako bi bili opisniji. Drugi model u ISO 25010 standardu, koji prikazuje Slika 10, odnosi se na *kvalitet pri upotrebi* i uključuje ranije karakteristike *kvaliteta pri upotrebi* iz ISO 9126-1 standarda, kojima su dodate neke nove.

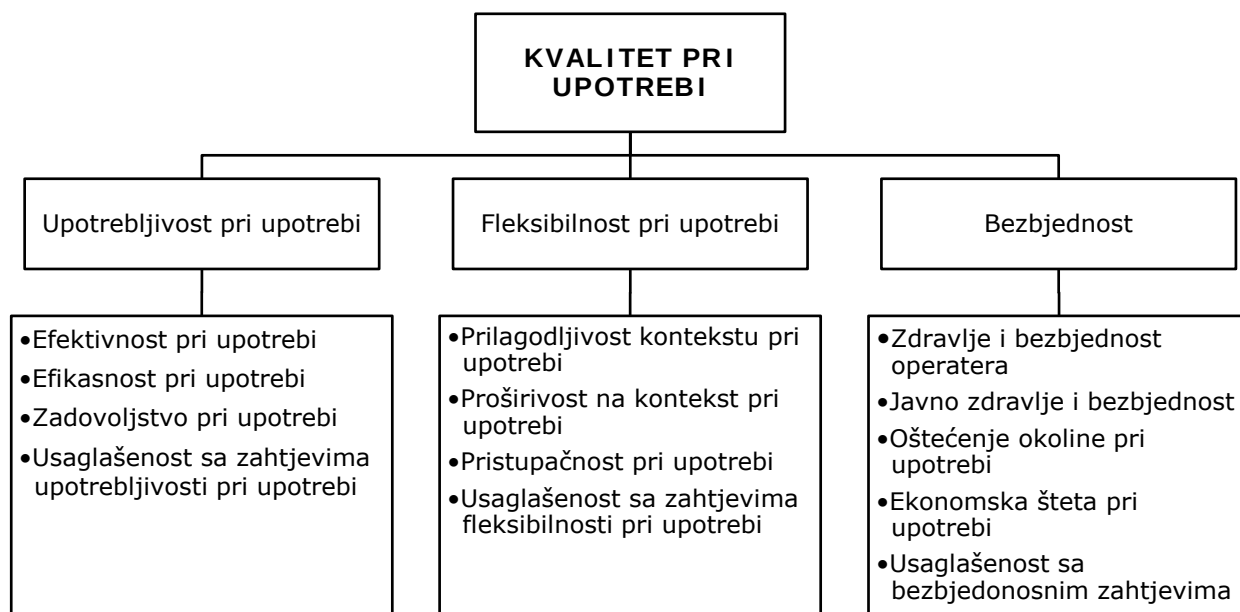
Valja primijetiti da su karakteristike *efektivnost* i *zadovoljstvo* iz ISO/IEC 9126-1 ubačene u ovaj novi standard kao podkarakteristike *upotrebljivosti pri upotrebi*, dok je *produktivnost* preimenovana u *efikasnost pri upotrebi*. Uz to, *fleksibilnost pri upotrebi* je dodata kako bi se obuhvatili različiti konteksti upotrebe.

Odjel **2502n** obuhvata standarde koji uključuju referentni model za mjerenje kvaliteta softverskog proizvoda, matematičke formule metrika (mjera) kvaliteta i uputstvo za njihovu praktičnu upotrebu. Navedene metrike se odnose na interni, eksterni i kvalitet pri upotrebi.

2503n: Standardi iz ovog odjela pomažu pri specificiranju zahtjeva za kvalitetom. Ti zahtjevi mogu biti upotrijebljeni za elicitaciju zahtjeva za kvalitetom softverskog proizvoda koji treba da se proizvede ili kao ulazni kriterijum za proces evaluacije kvali-

teta. Proces definisanja zahtjeva je mapiran na tehničke procese definisane u ISO/IEC 15288 standardu.

2504n: Standardi iz ovog odjela pružaju zahtjeve, preporuke i uputstva za evaluaciju softverskog proizvoda, bilo da je izvode evaluatori, kupci ili oni koji razvijaju softver.



Slika 10: Model kvaliteta pri upotrebi u ISO 25010 standardu

Izbor odgovarajućih standarda i dokumenata iz SQuaRE serije standarda zavisi od uloge korisnika standarda i informacionih potreba projekta.

Glavne razlike između serija SQuaRE i ISO/IEC 9126, odnosno ISO/IEC 14598 su:

- Uvođenje opšteg referentnog modela;
- usklađivanje i koordinacija uputstava za mjerenje i evaluaciju kvaliteta softvera;
- uvođenje odjela posvećenog Zahtjevima za kvalitetom;
- postojanje detaljnih uputstava za upotrebu svakog odjela ponaosob;
- uvođenje savjeta za praktičnu upotrebu u obliku primjera;
- sadržaj ove serije je usklađen sa terminologijom vezanom za mjerenje softvera korišćenom u ISO 15939:2007 standardu, koji je zauzvrat utemeljen u ISO metrološkoj terminologiji.

Na kraju, možda je interesantno primijetiti snažan uticaj Nidžela Bevana (eng. *Nigel Bevan*), međunarodnog stručnjaka za upotrebljivost softvera, na ovu seriju standarda, koji se ogleda u znatnom pomjeranju fokusa na kvalitet pri upotrebi i naglašavanju njegove važnosti. Tako se u dijelu ISO/IEC 25010 standarda koji se odnosi na kvalitet pri upotrebi mogu prepoznati neke ideje i definicije koje je Bevan isticao kao važne još 1991. godine, u [36].

Napomena: informacije navedene u ovom odjeljku su bile tačne u vrijeme kada je odjeljak pisan. Međutim, treba imati na umu da međunarodni standardi evoluiraju, tako da je moguće da njihove najnovije verzije odstupaju od ovdje navedenih opisa.

2.4. Neke specifičnosti Veb softvera

I Veb aplikacije su softver, u to ne može biti nikakve sumnje. I one, poput „tradicionalnog“ softvera, podrazumijevaju izvorni i izvršni kod, trajno uskladištene podatke, arhitekturu, zahtjeve, dizajn, testiranje itd... Međutim, zbog vrlo specifične sredine u kojoj se razvijaju i koriste — Veba — u prirodi i životnom ciklusu Veb-baziranih i tradicionalnih softverskih sistema postoje određene razlike. Neke od njih su [3]:

- Veća nestabilnost zahtjeva, t.j. češća potreba za izmjenama sadržaja, funkcionalnosti, strukture, navigacije, implementacije i sl.
- Nelinearna navigacija i nepredvidljivo ponašanje korisnika.
- Veb aplikacije su namijenjene upotrebi od strane velike, raznovrsne, udaljene grupe korisnika, koji imaju različite zahtjeve, očekivanja i nivo znanja – ali i raznovrsne platforme na kojima koriste VA.
- Veb aplikacije, naročito one namijenjene globalnoj korisničkoj bazi, moraju da zadovolje mnogobrojne i raznovrsne zahtjeve u pogledu nacionalnih i kulturnih osjećanja i standarda.
- Potrebe za sigurnošću i privatnosti su generalno veće kod Veb nego kod tradicionalnih softverskih aplikacija.
- Vremenski rokovi za razvoj Veb aplikacija su značajno kraći – a to sasvim sigurno utiče na izabrane metode i tehnike njihovog razvoja, ako su neke uopšte izabrane.
- Posledice neuspjeha i nezadovoljstva korisnika Veb aplikacije mogu biti znatno ozbiljnije (skuplje) nego kod konvencionalnih IT sistema. Takođe, Veb aplikacije mogu zatajiti iz mnogo različitih razloga.
- Sredina u kojoj su Veb aplikacije smještene i u kojoj funkcionišu je nepredvidljivija u odnosu na sredinu u kojoj funkcionišu tradicionalne softverske aplikacije. Na primjer, nepredvidljivost propusnog opsega ili dostupnosti Veb servera mogu uticati na korisničko iskustvo.
- Ubrzano nagomilavanje novih Veb tehnologija i konkurentski pritisak da se one upotrijebe donosi sobom neke koristi, ali i značajne izazove pri razvoju i održavanju VA, itd.
- Komponente Veb softvera su dosta slabije spregnute nego kod ranijih vrsta softvera. [5]
- Komponente Veb softvera se kreiraju dinamički i čak i tok korisničkih izbora kroz aplikaciju zavisi od stanja sistema. [5]

Većina prehodno nabrojanih svojstava čine Veb aplikaciju prilično specifičnim proizvodom. Mogu se čuti prigovori istraživača i praktičara na polju kvaliteta Veb aplikacija da karakteristike kvaliteta softvera navedene u modelima kvaliteta odgovarajućih ISO/IEC standarda nisu dovoljne, ili da u najmanje ruku nisu namijenjene da bi opisivale kvalitet Veb aplikacija [33,37,38,39].

2.5. Izbor atributa kvaliteta Veb aplikacije

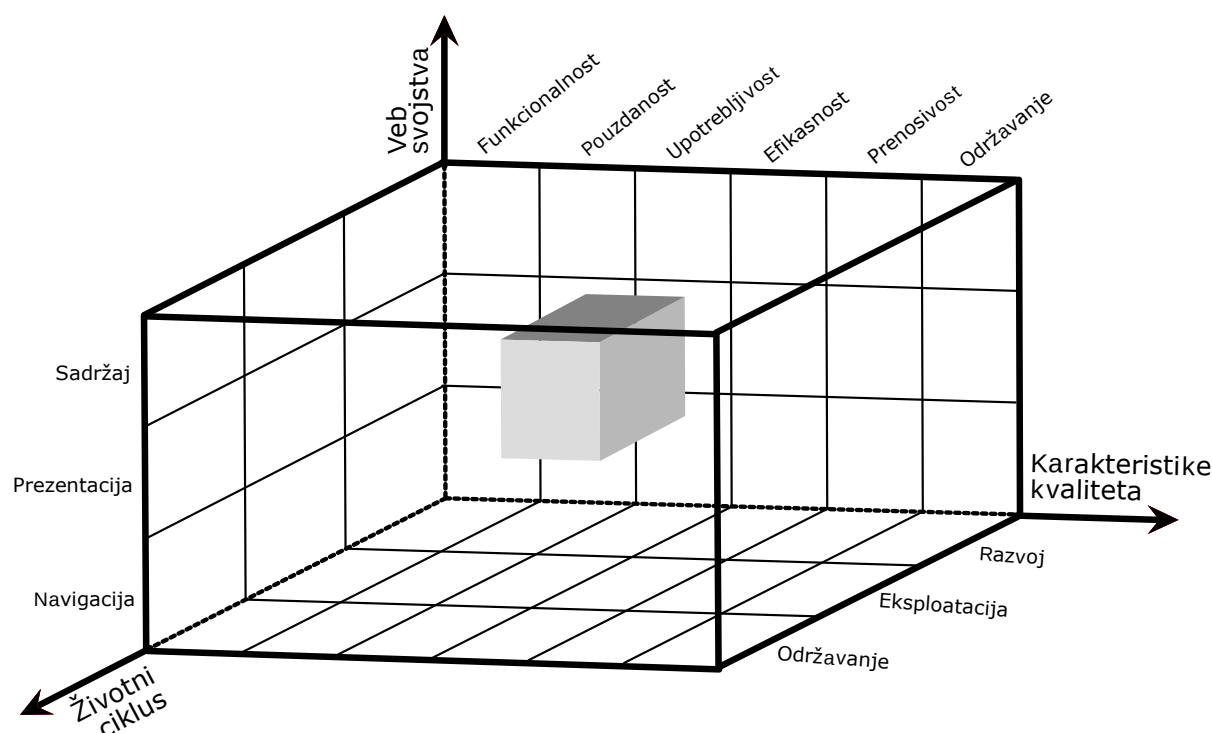
Akadska i praktična preguća tokom protekle decenije rezultirala su velikim brojem modela kvaliteta VA orjentisanih na određeni domen. Tako imamo modele kvaliteta za domen e-trgovine [40,41,42], hotelijerstva [43], e-bankarstva [44], akademskih sajtova [45], državne uprave [46] itd. Pored toga, postoji i dosta opštijih modela kvaliteta kroyenih naročito za Veb aplikacije, kao što su [39,5,47,48,49] i [50] između ostalih.

Reklo bi se da su se svi njihovi autori, bez izuzetka, našli pred sledećim pitanjima:

1. Koje attribute kvaliteta uključiti u model?
2. Koji su odnosi između njih?

Intuitivno, manje - više svi mi znamo šta je to kvalitet, ali, kao što je pokazano u prethodnom tekstu, nije lako to intuitivno znanje prevesti u formalnu definiciju ili skup karakteristika koje doprinose dobrom kvalitetu. Osim toga, često se okrećemo onim atributima koji su pogodni i jednostavni za mjerenje, umjesto onima koji su zaista neophodni [14]. Postoji nekoliko zanimljivih studija na ovu temu i mi ćemo sada pokušati ukratko da ih predstavimo.

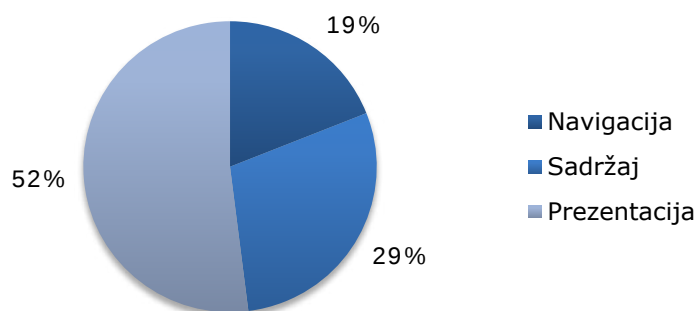
Kalero i dr. [51] su iz četrdesetak publikacija vezanih na neki način za metrike kvaliteta Veb softvera sakupili ukupno 326 jedinstvenih metrika i „složili“ ih u kocku čije dimenzije predstavljaju aspekte koji, po njihovom mišljenju, moraju biti razmotreni prilikom evaluacije kvaliteta Veb sajta: a) Veb svojstva; b) životni ciklus i c) karakteristike kvaliteta. Autori studije smatraju da su ovi aspekti međusobno ortogonalni. Ovako organizovan model kvaliteta nazavli su WQM (od eng. *Web Quality Model*).



Slika 11: Grafička predstava WQM modela kvaliteta [51]

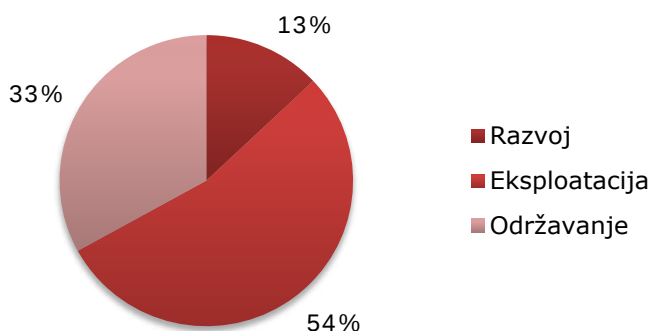
U „Veb svojstva“ uključena su tri „klasična“ Veb aspekta: sadržaj, prezentacija i navigacija. Navigacija je bitan dio dizajna, jer omogućava korisnicima da steknu više informacija koje su im potrebne i olakšava njihovo pronalaženje. U „Sadržaj“ nisu uključeni samo podaci poput teksta, slika, videa itd, već i programi i aplikacije koji pužaju

funkcionalnosti, poput CGI programa, Java skriptova itd. Usled preplitanja podataka i funkcija, granica među njima nije jasno definisana, te se smatraju jednom stvari. Slika 12 ilustruje distribuciju metrika u ovoj dimenziji.



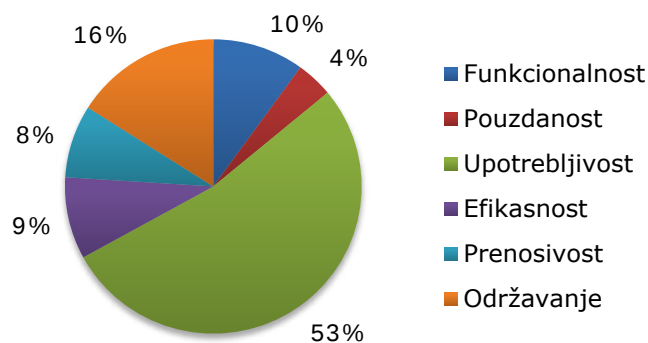
Slika 12: Distribucija metrika u dimenziji „Veb svojstva“

Uvođenjem dimenzije životnog ciklusa, autori su obuhvatili i interese ljudi koji su uključeni u razvoj VA. Uključena su tri glavna procesa: razvoj, eksploatacija (koja uključuje i operativnu podršku korisnicima) i proces održavanja VA (koji uključuje evoluciju VA).



Slika 13: Distribucija metrika u dimenziji „Životni ciklus“

Kao osnova za definisanje treće dimenzije, karakteristika kvaliteta, korišćen je ISO 9126 standard, pa je usvojen hijerarhijski model kvaliteta u tri nivoa.



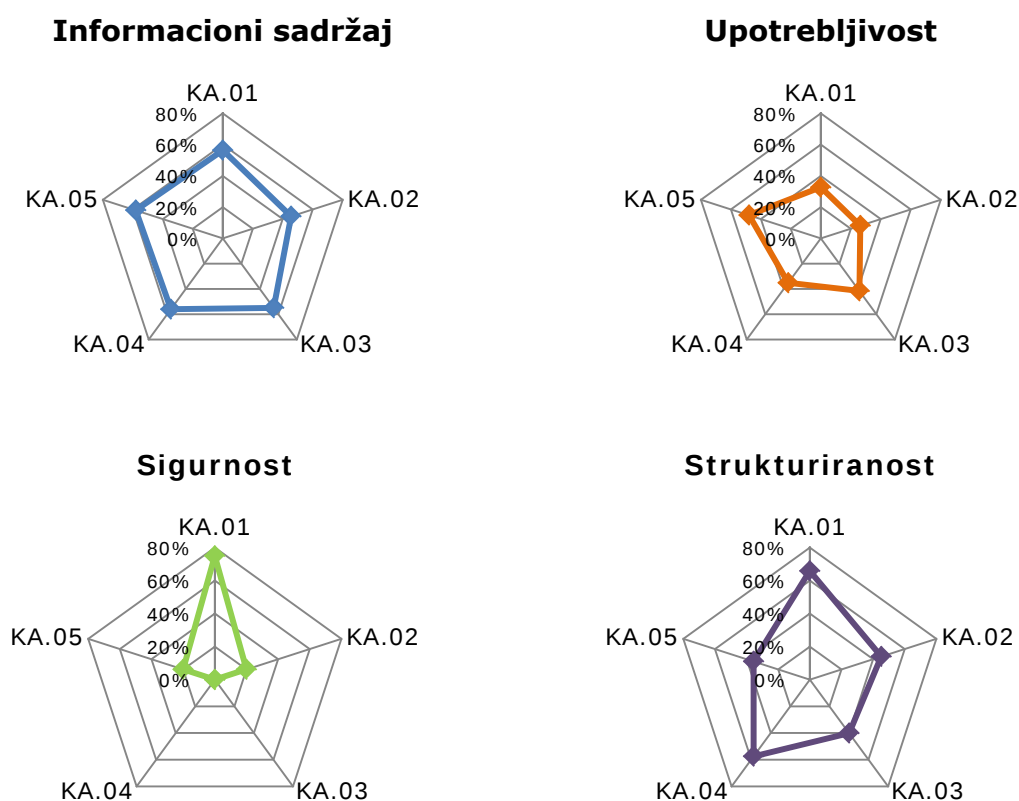
Slika 14: Distribucija metrika u dimenziji „Karakteristike kvaliteta“

Ova studija može biti dobar izvor metrika koje su prilagođene Veb aplikacijama. Međutim, i dalje nam ostaje problem primjene tih metrika, t.j. odabira odgovarajućih metrika u datoj situaciji. U ovome bi nam mogla pomoći jedna druga studija, koju su sproveli Buljone i dr. [39].

Oni su pokušali da utvrde kojim svojstvima VA se pridaje najveći značaj u sledećih pet kategorija, ili aplikacionih domena:

- KA.01 – E-trgovina;
- KA.02 – Udruženja/Organizacije;
- KA.03 – Mediji;
- KA.04 – Akademske i istraživačke ustanove;
- KA.05 – Javna administracija.

Kao osnovu su iskoristili sopstveni model kvaliteta, vrlo inovativno nazvan WQM (od eng. *Web Quality Model*) koji se sastoji od četiri karakteristike kvaliteta, razložene na ukupno osamnaest podkarakteristika i trideset i četiri metrike [52].



Slika 15: Opšta slika zahtjeva za kvalitetom u pet kategorija VA

Gornji dijagrami daju vrlo uopšten pregled rezultata njihovog istraživanja, iz kojih možemo zaključiti sledeće: „Informacioni sadržaj“ je karakteristika kvaliteta kojoj se u svim ispitanim kategorijama VA pridala relativno visoka važnost, što je u skladu sa funkcijom i prirodom Veba. „Strukturiranost“, koja uključuje podk-ke „Pretraživanje“ i „Povezanost“, vrlo je važna za VA koje pripadaju kategorijama e-trgovine i akademskim i istraživačkim ustanovama, dok su joj ostale tri kategorije znatno manje posvećene. Značaj „Upotrebljivosti“, kao karakteristike kvaliteta softvera, naglo je povećan u poslednjih nekoliko godina, te nije čudno što je ova studija pokazala da je njena važnost u

svih pet aplikacionih domena relativno niska. Ipak, možemo da vidimo da je prilično ujednačena, sa izuzetkom sajtova udruženja, odnosno organizacija, koji „Upotrebljivosti“ pridaju manji značaj od ostalih (što će reći da su više posvećeni pragmatičnim ciljevima korisnika). Sa druge strane, interesantno je primijetiti da Veb aplikacije koje pripadaju kategoriji 5, javna administracija (državne organizacije), ovoj karakteristici kvaliteta posvećuju najviše pažnje. Najveće iznenađenje (i razočarenje) meni su priredili rezultati koji se odnose na k-ku kvaliteta „Sigurnost“. Kao što vidimo, njoj su najviše okrenute VA koje pripadaju domenu e-trgovine, što je logično i očekivano, ali ostale četiri kategorije skoro da je i ne vide kao nešto što je bitno za njihov kvalitet, a samim tim i uspjeh. Ovo se naročito odnosi na aplikacione domene 3 i 4.

Sledeće važno pitanje su odnosi između činilaca kvaliteta definisanih modelom. Naime, atributi kvaliteta nisu ortogonalni, već postoji njihova interakcija — ponekad i konfliktna [53]. Pored toga, relativna važnost svakog činioca kvaliteta (atribut, podk-ka, k-ka itd.) varira u zavisnosti od korisničke uloge (gledišta) i aplikacionog odmena [45,54].

Zulzalil i dr. su u [54] pokušali ustanoviti ove odnose između k-ka kvaliteta definisanih ISO/IEC 9126 standardom. Njihovi nalazi potvrđuju da odnosi između činilaca kvaliteta zavise od tipa sistema koji se evaluira, kao i od izabrane korisničke populacije (tačke gledišta). Međutim, neke opšte i najčešće relacije mogu biti identifikovane i prikazane su u Tabeli 2.

	Funkcionalnost	Pouzdanost	Upotrebljivost	Efikasnost	Održavanje	Prenosivost
Pouzdanost	+					
Upotrebljivost	+	+				
Efikasnost	-	○	-			
Održavanje	+	+	○	-		
Prenosivost	○	○	○	-	+	

Tabela 2: Odnosi između k-ka kvaliteta

Legenda: pozitivan (+), negativan (-) i neutralan (○) uticaj.

Naravno, ovi zaključci nisu zakoni i treba ih koristiti samo kao opšte smjernice pri planiranju evaluacije kvaliteta. Svaka VA je jedinstvena i tako joj treba i pristupati.

3. Metodologije mjerenja i evaluacije kvaliteta VA

Iako su istraživači i praktičari proveli godine u razvoju procesa i tehnologija kojima bi se poboljšali i mjerili atributi kvaliteta softvera, mnoge softverske kompanije su imale vrlo malo motivacije da poboljšaju svoj softver. Oni koji prave softver po ugovoru obično bivaju plaćeni bez obzira na to koliko je loš kvalitet softvera koji isporuče. Ponekad čak mogu dobiti i dodatna sredstva da bi popravili sopstvene greške. Isporučiocu komercijalnog softvera se uglavnom vode rokom lansiranja proizvoda, što će reći da obično zarade više novca tako što će ranije isporučiti softver lošeg kvaliteta, nego tako što će kvalitetniji softver isporučiti kasnije. Popravke i zakrpe se obično isporučuju kao nove „podverzije“ i mogu se prodavati kako bi kompaniji donijele dodatni profit. Generalno, kada je u pitanju većina tipova softverskih aplikacija, tradicionalno je postojalo vrlo malo motivacije za proizvodnju visoko-kvalitetnog softvera [5].

Međutim, sa Veb-baziranim softverom, situacija je prilično drugačija. Skorašnje istraživanje, u kom su učestvovali menadžeri i praktičari razvoja Veb softvera, pokazuje da Veb-bazirane kompanije zavise od toga da li će mušterije koristiti njihove sajtove, i što je najvažnije, da li će se vraćati na njih [5]. Korisnici će se vraćati samo na sajtove koji zadovoljavaju njihove potrebe. Stoga, za razliku od mnogih drugih, VA donose novac samo ako zadovoljavaju korisničke potrebe. Šta više, vrijeme lansiranja aplikacije postaje manje važno. Ako nova kompanija lansira konkurentski sajt boljeg kvaliteta, korisnici/mušterije će skoro trenutno početi da ga koriste. Prema tome, umjesto „lošije, ali prije“, pristup „kasnije, ali bolje“ uglavnom donosi više koristi. Iako je bilo govora o korišćenju „ljepljivih Veb sajtova“ i drugim načinima za ohrabrivanje korisnika da ponovo posjete sajt, jedini mehanizam koji je u tome do sada uspio je visok kvalitet. I ne čini se da će se ovo skoro promijeniti [5].

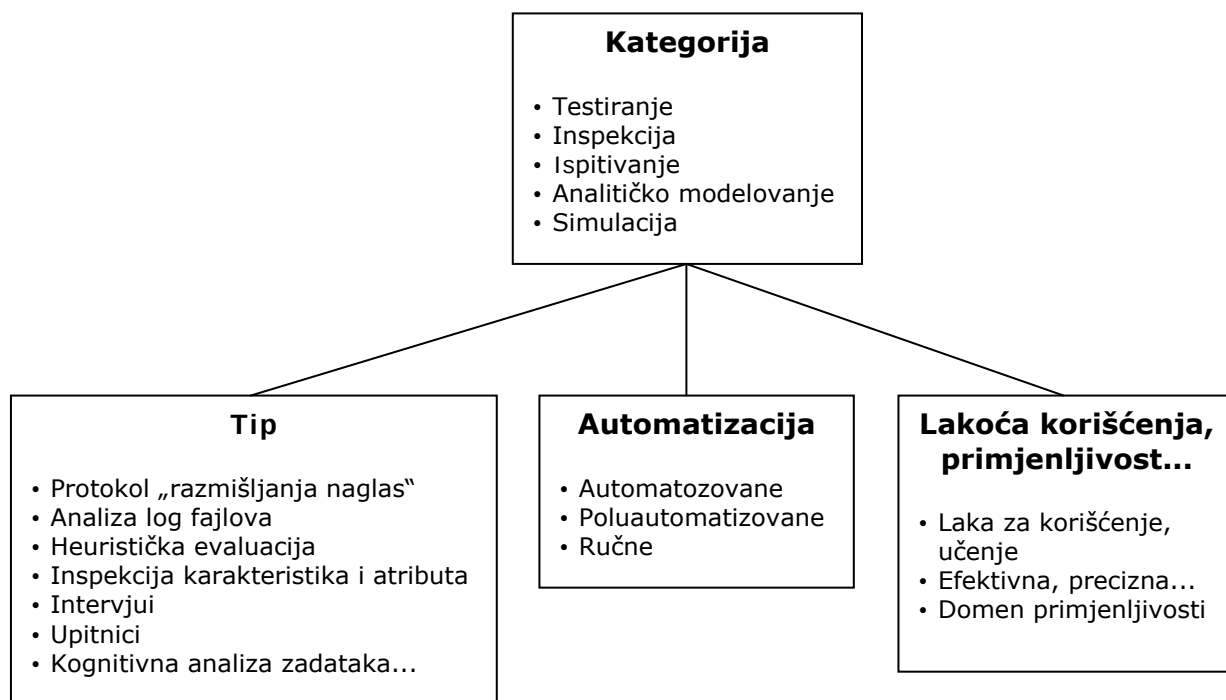
Iz ovog razloga evaluacija kvaliteta Veb aplikacija (kako operativnih, tako i onih u procesu razvoja) postaje sve značajnija.

Isto kao što postoji dosta različitih pristupa i definicija kvaliteta, tako postoje i brojne metode za njegovu evaluaciju. U [55], Olsina je predstavio sledeću kategorizaciju evaluacionih metoda: 1) testiranje, 2) inspekcija, 3) istraživanje, 4) analitičko modelovanje i 5) simulacija. Primijenjene, metode mogu biti kvalitativne ili kvantitativne, automatske, poluautomatske i ručne, u rasponu od lakih do teških za korišćenje itd... Slika 16 ilustruje ovu taksonomiju.

U kategoriju testiranja spadaju, npr. protokol „razmišljanja naglas“ gdje korisnici govore naglas tokom korišćenja aplikacije, što pomaže da se otkriju nedostaci — naročito u upotrebljivosti aplikacije; i testiranje koda metodama bijele i/ili crne kutije. Heuristička evaluacija, tokom koje evaluatori (eksperti) provjeravaju da li VA krši neke ustanovljene principe, za koje je iskustvo dokazalo da doprinose kvalitetu, spada u kategoriju inspekcije. U ovu kategoriju spada i inspekcija karakteristika i atributa VA, koja se zasniva na nekom standardu ili modelu kvaliteta napravljenom za tu svrhu. Kategorija ispitivanja obuhvata metode poput sakupljanja povratnih informacija od korisnika, intervjuisanja i posmatranja korisnika tokom interakcije sa VA u njihovom okruženju.

Svaka od ovih kategorija odgovara nekoj potrebi i izbor će zavisiti od željenog cilja i namjere koja stoji iza evaluacije, ali i dostupnih resursa. Korišćenje krajnjih korisnika za testiranje pruža pouzdane rezultate, ali ima i nekoliko loših strana. Prva je teškoća izabiranja reprezentativnog uzorka korisničke populacije. Uzorak koji realno ne odslika korisničku populaciju teško da može dati upotrebljive rezultate evaluacije. Druga

loša strana je što ponekad korisnike treba obučiti za korišćenje naprednijih funkcionalnosti aplikacije, a za to rijetko kad ima vremena. Ovo može dovesti do površnih zaključaka, uglavnom vezanih isključivo za jednostavne funkcije VA. Treća loša strana je što je korisnicima ograničeno vrijeme za izvršavanje testova, pa je teško simulirati realne scenarije korišćenja aplikacije. Naposljetku, zaključci ovakvih evaluacija odnose se isključivo na simptome, i daju malo informacija o uzrocima problema.



Slika 16: Taksonomija evaluacionih metoda

Nasuprot ovome, metode inspekcije omogućavaju identifikovanje uzroka. Glavna prednost inspekcije, u odnosu na korisničku evaluaciju, je što se može izvesti sa manjim brojem ljudi. Nadalje, metode inspekcije mogu se uglavnom koristiti i u ranim fazama razvoja VA. Nedostaci su visoka subjektivnost evaluacije i zavisnost od stručnosti evaluatora. Stručnjak može loše predvidjeti ponašanje korisnika, tako da ili ne otkrije potencijalni problem ili da u prvi plan stavi probleme koji za korisnike ne bi bili relevantni. Analizom log fajlova može se ispitati ponašanje neuporedivo većeg broja korisnika, što pomaže da se izmjeri veći broj atributa i poveća pouzdanost otkrivenih nedostataka. Međutim, ni ova metoda nije bez problema. Najozbiljniji se odnose na značenje sakupljenih informacija i nivo do kog one realno prikazuju ponašanje korisnika. Čak i kada su efektivni u otkrivanju šablona kretanja korisnika kroz sajt, ne mogu biti korišćeni za donošenje zaključaka o korisničkim ciljevima i očekivanjima, koji su ključni za uspješnu evaluaciju.

Odlučivanje po drugoj dimenziji, nivou automatizacije, može se zasnivati na sledećim činjenicama: automatizovani alati su najefikasniji i najjeftiniji način za izvršavanje djelova evaluacije koji se često ponavljaju. Ovakvi alati ne zahtevaju mnogo vremena, niti vještine od strane ljudi koji ih koriste. To ih čini vrlo upotrebljivim sredstvom za smanjivanje napora koji iziskuje ručna analiza kompletne Veb aplikacije. Takođe, nezamjenljivi su kada je potrebno utvrditi sintaksičku ispravnost VA i poštovanje dobrih običaja prakse (npr. prisustvo opisnih podataka o multimedijalnim sadržajima stranice). Međutim, ovakvi alati ne mogu procijeniti svojstva koja iziskuju ljudski sud (npr. relevantnost tih podataka i ukupnog sadržaja sajta). Jedna studija automatskih

alata za evaluaciju Veb sajtova koju su sproveli Ajvori (eng. *Ivory*) i Ševalie (fra. *Chevalier*) pokazala je da su automatski alati prijavljivali više problema (u odnosu na ručnu evaluaciju), ali da to nije povećalo sposobnost dizajnera da identifikovane probleme riješe, kao i da su dizajneri pravili znatno više izmjena na sajtovima kada nisu koristili automatske alate [56]. Takođe, još jedan interesantan zaključak ove studije je da su izmjene koje su dizajneri pravili bez korišćenja alata povećale efikasnost korisnika, što — ovo je jako zanimljivo — nije bio slučaj sa izmjenama napravljenim po preporuci automatizovanih alata [56]. Prema tome, automatizovane alate je najbolje koristiti kao dopunu evaluacije koju sprovodi stručnjak, jer mogu izvršavati česte i zamorne zadatke i istaći važna svojstva VA na koja bi stručnjak trebao da obrati pažnju.

Na kraju se, kao i obično, sve svodi na zdrav razum i vaganje između želja, potreba i mogućnosti. Za sprovođenje iscrpne i relevante evaluacije treba koristiti više komplementarnih tehnika i metoda. Jednan način ne odgovara svačijim potrebama i preferencijama [55].

Ostatak ovog poglavlja posvetićemo opisu i upoređivanju nekih reprezentativnih metodologija za evaluaciju kvaliteta Veb aplikacija. Iako je cilj bio da ovdje budu predstavljene najbolje trenutno dostupne, univerzalne (primjenljive na više aplikacionih domena) tehnike i alati, u nekim slučajevima kriterijumi su bili snižavani zbog drugih atributa, kao što su jednostavnost upotrebe, ozbiljnost istraživačke pozadine iz koje je metodologija nastala ili interesantnost ideje. Nije na odmet napomenuti da mi nije cilj ispitivanje validnosti opisanih metoda, jer smatram da je neko pametniji od mene to već uradio. Umjesto toga, pokušaću da napravim analizu njihovih dobrih i loših strana, jedinstvenih svojstava i zanimljivih ideja, koje bi se — uz manje ili više dalje razrade — možda mogle uvrstiti u standardan alat Veb inženjera.

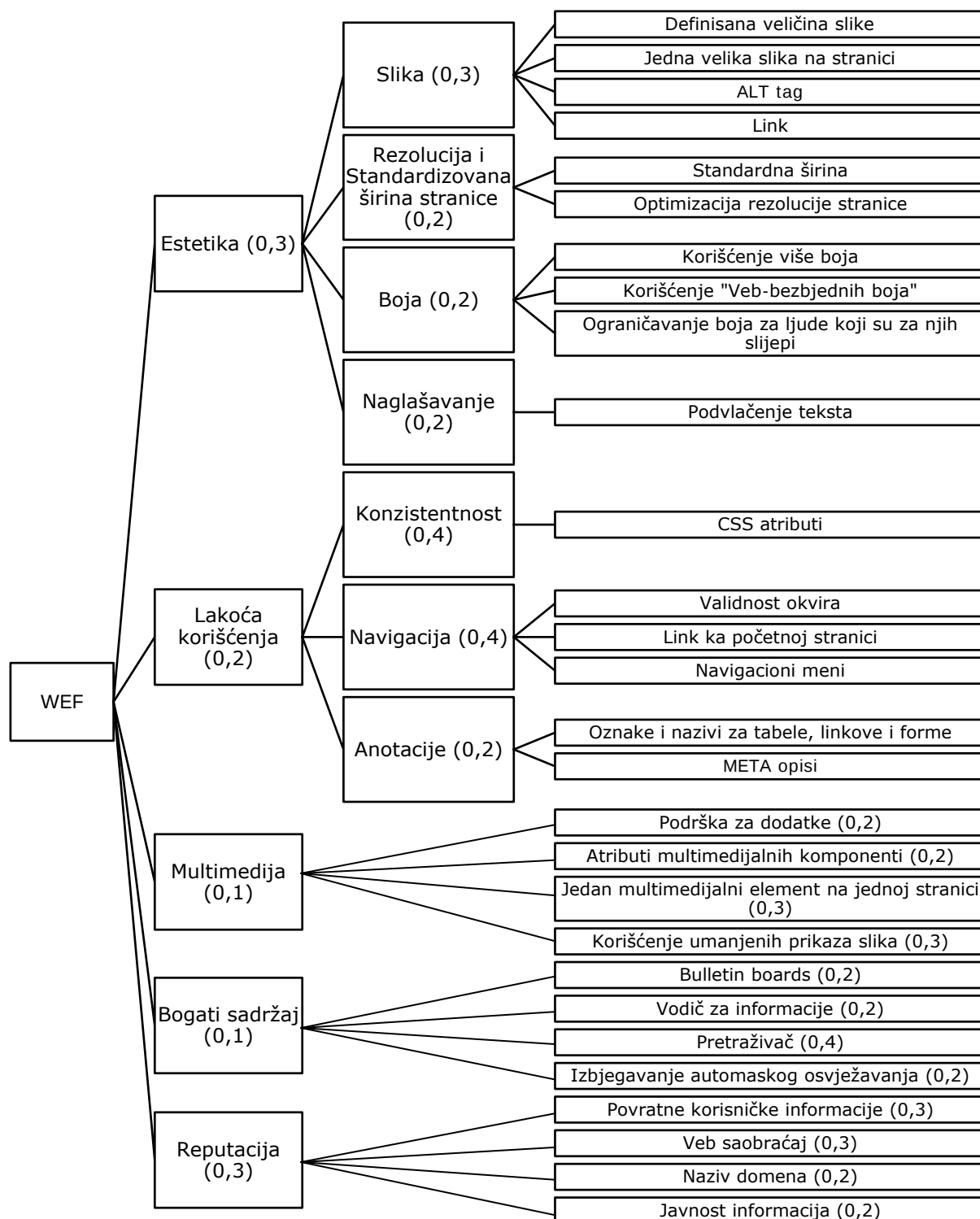
3.1. WEF

WEF (eng. *Website Evaluation Framework*) ili Radni okvir za evaluaciju Veb sajta je kvantitativna metodologija koja se bazira prvenstveno na perspektivu korisnika sajta, što znači da zanemaruje neke druge bitne korisničke uloge (npr. razvoj i održavanje) ali ušla je u uži izbor zbog svoje univerzalnosti i jednostavnosti. Pored toga, uz sve glasnije insistiranje da je za VA najbitnije da zadovolji (i po mogućnosti nadmaši) korisnička očekivanja i potrebe, ne treba isključiti mogućnost da metodologije ovog tipa u doglednoj budućnosti postanu mejnstrim. Naravno, autor WEF-a, u [57], snažno podržava upravo ovu tezu — da je korisničko zadovoljstvo važnije od bilo čega drugog.

Jedan od osnovnih ciljeva ove metodlogije je (automatska) evaluacija bilo kog Veb sajta, bez obzira na domen, tip ili programski/skript jezik (nešto poput svetog grala na polju osiguranja kvaliteta softvera). Dobra strana ovoga je, kao što smo već rekli, univerzalnost. Svaki vlasnik ili urednik/administrator Veb sajta može na vrlo jednostavan način provjeriti koliko je njegov sajt u skladu sa pravilima dobre prakse, a da ne mora obavezno imati tehničko i/ili domensko znanje. Međutim, relevantnost ovakvih, šablonskih, evaluacija je uvijek diskutabilna.

Kao ideja, ovaj koncept zvuči odlično, ali ja sam mišljenja da ga je nemoguće realizovati bez žrtvovanja kvaliteta same evaluacije. Kao kada bismo pokušali da izjednačimo obim 50 sireva tako što ćemo ih provući kroz kalup (nož) fiksnog prečnika. Sa nekih sireva će biti odsječeno samo malo, neki manji će proći kroz kalup neoštećeni (i neizjednačeni), dok će sa onih većih biti odsječeni preveliki komadi, tako da se od savršeno dobrog velikog sira napravi sasvim prosječan.

Model kvaliteta WEF radnog okvira sastoji se iz pet karakteristika kvaliteta: estetika, lakoća upotrebe, multimedija, bogati sadržaj¹³ i reputacija. Samo dvije od njih, estetika i lakoća upotrebe, su podijeljene u podkarakteristike. Ostale se mjere direktno indikatorima kvaliteta. Slika 17 ilustruje WEF model kvaliteta. Brojevi u zagradama predstavljaju težinske faktore koji su dodijeljeni svakom činiocu kvaliteta. Tamo gdje su težinski faktori izostavljeni, smatra se da elementi grupe imaju podjednaku važnost.



Slika 17: WEF model kvaliteta

¹³ Eng. „rich content“, naziv koji se koristi za informacije sastavljene od kombinacija slika, audia, videa i animacije.

Skrenuo bih čitaocu pažnju na karakteristiku kvaliteta „reputacija“ u ovom modelu. Naime, tokom svog istraživanja za ovaj rad, naišao sam na razmatranje reputacije, kao činioca kvaliteta sajta, jedino još u [42], iako je ona, po mom sudu i iskustvu kao korisnika Veba, jedan od presudnih faktora za procjenu kvaliteta Veb aplikacije. Da ova moja tvrdnja nije potpuno neosnovana, pokazuju podaci u [42], gdje su korisnici reputaciju, istina, ocijenili kao srednje važnu za ukupni kvalitet VA, ali je, od tri evaluirane Veb knjižare, najveći skor imala knjižara sa najboljom reputacijom. Naravno, ovo nije validan dokaz, ali mišljenja sam da istraživači kvaliteta Veb aplikacija nepravedno zanemaruju reputaciju, jer zdrav razum nam kaže da dobra (ili loša) reputacija nikad nije bez osnova.

Evaluacioni pristup ove metodologije je od dna prema vrhu, što znači da se najprije mjere vrijednosti najelementarnijih činilaca kvaliteta — indikatora — koji se potom agregacionom formulom sabiraju u činioce kvaliteta višeg reda (podkarakteristike i karakteristike). Svaki indikator kvaliteta vrednuje se na skali od 0 do 1, gdje 0 označava najmanji, a 1 najveći nivo zadovoljenja datog indikatora. Vrijednost nekih indikatora, kao npr. „definisana veličina slike“ i „jedna velika slika po stranici“ može biti isključivo ili 0 ili 1, jer ovi indikatori ne mogu biti djelimično zadovoljeni.

Za kvantifikovanje činilaca kvaliteta višeg reda koristi se linearna aditivna formula, koja se može najčešće naći u literaturi [40], a važnost pojedinih činilaca kvaliteta određuje se fiksnim težinskim faktorom:

$$B = \sum_{i=1}^m W_i b_i \quad \text{gdje je } \sum_{i=1}^m W_i = 1 \text{ i } 0 \leq b_i \leq 1$$

Formula 1

B u ovom slučaju predstavlja činilac kvaliteta višeg reda (podkarakteristiku ili karakteristiku), W_i je težinski faktor, a b_i činilac kvaliteta nižeg reda (indikator, odnosno podkarakteristika).

Evaluacija opšteg stanja kvaliteta sajta vrši se u tri faze:

1. Računanje vrijednosti karakteristika kvaliteta za podstrane.

U ovom koraku računaju se vrijednosti pet karakteristika (k -ka) kvaliteta za sve podstranice sajta (početna strana se izuzima). Najprije se izračuna vrijednost k -ke za svaku podstranicu pojedinačno, a potom se suma tih vrijednosti podijeli sa ukupnim brojem podstranica sajta, po sledećoj formuli:

$$K_{sub} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{sub_i}}{m}$$

Formula 2

gdje je K_{sub_i} vrijednost karakteristike kvaliteta za pojedinu podstranicu a m ukupan broj podstranica sajta.

2. Računanje ukupne vrijednosti karateristika kvaliteta.

Specifičnost ove metodologije je što sama početna stranica u evaluaciji vrijedi koliko sve ostale stranice sajta zajedno. Autor ovo opravdava tvrdnjom da je početna stranica najvažnija stranica sajta i da dizajneri utroše najviše vremena na njenom diza-

jnu, što znači da će loš dizajn početne stranice izazvati neuspjeh sajta [57]. Tako se karakteristika K računa sledećom formulom:

$$K = 0,5 * K_{root} + 0,5 * K_{sub}$$

Formula 3

gdje je K_{root} vrijednost date karakteristike na početnoj, a K_{sub} na svim ostalim stranicama sajta.

3. Evaluacija kvaliteta kompletnog sajta vrši se takođe po linearnoj aditivnoj formuli:

$$Q = \sum_{i=1}^m W_i K_i$$

Formula 4

U ovoj formuli W_i je dodijeljeni težinski faktor, a K_i karakteristika kvaliteta iz definisanog modela. Važe ista pravila kao u Formuli 1.

Nakon kompletiranja trećeg koraka evaluacije, pristupa se rangiranju sajta u jednu od pet kategorija, po sledećem ključu:

Kategorija	Opseg
★★★★★	0,9 — 1
★★★★☆	0,7 — 0,89
★★★☆☆	0,5 — 0,69
★★☆☆☆	0,3 — 0,49
★☆☆☆☆	0,1 — 0,29

Obzirom na jednostavnost modela kvaliteta i tehnike računanja, validacija ovog alata je dala iznenađujuće dobre rezultate — ako je vjerovati njenom autoru. Rezultati automatske evaluacije deset akademskih Veb sajtova, izvršene alatom, upoređeni su sa rezultatima evaluacija koje su vršili ljudi i statistički podaci su ohrabrujuće dobri. Naime, prosječna razlika ocjene je 0,02, što implicira visok stepen podudarnosti i usklađenosti ljudskog suda sa „sudom“ alata. Ipak, treba imati na umu da je autor prilikom validacije koristio izuzetno mali i uniforman uzorak (20 studenata postdiplomskih studija i 10 akademskih sajtova), što dovodi u pitanje njenu kredibilnost.

Na kraju, moglo bi se reći da je jednostavnost ove metodologije istovremeno i njena najveća snaga i najveća slabost. Iako bi možda mogla biti korišćena za evaluaciju kvaliteta jednostavnih sajtova, čiji vlasnici/urednici nemaju potrebu, ne žele ili ne mogu mnogo da se udubljuju u čitavu priču i ulažu u poboljšavanje svojih sajtova (a takvih ima mnogo više nego *onih drugih*), stiče se utisak da je isuviše površna da bi se koristila za ozbiljniju i sveobuhvatniju analizu.

Međutim, mišljenja sam da ideju, samu po sebi, ne treba automatski odbaciti samo zbog loše ili površne realizacije. Smatram da bi se, uz odgovarajuću korekciju modela kvaliteta i dobro balansiranje između automatizacije i fleksibilnosti (slobode korisnika da lako prilagodi parametre evaluacije konkretnom projektu) mogao napraviti jednostavan a ipak realno upotrebljiv alat za automatsku evaluaciju kvaliteta VA.

3.2. WebQual™

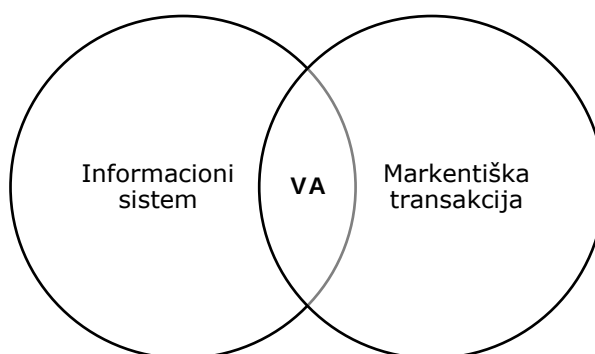
Ovaj kvalitativni metod možemo svrstati u treću Olsininu [55] kategoriju, ispitivanje. Preciznije, riječ je o korišćenju mehanizma upitnika, kojim se ocjenjuje 12 činilaca kvaliteta VA. Namjera autora WebQual-a¹⁴ je bila da razviju validan metod evaluacije Veb sajta koji bi mogao predvidjeti njegovu ponovnu upotrebu [41].

Dakle, radi se o metodi koja se, kao i prethodna, bazira isključivo na gledište krajnjeg korisnika/mušterije sajta i u njemu vidi ultimativnog sudiju kvaliteta. Glavni cilj je, kako je već rečeno, procijeniti da li će dati korisnik ponovo posjetiti sajt. Kao teorijsku osnovu za definsanje mjerila na osnovu koji će korisnik to odlučiti, koristili su Model prihvatljivosti tehnologije (TAM, od eng. *Technology Acceptance Model*), koji je zauzvrat utemeljen u Teoriji rezonskog djelovanja (TRA¹⁵, od eng. *Theory of Reasoned Action*).

Uopšteno govoreći, TRA tvrdi da se ponašanje individue može predvidjeti na osnovu njenih namjera, koje se mogu predvidjeti iz njenih stavova prema datom ponašanju i socijalnih normi (šta značajni „drugi“ misle o tome). Međutim, TRA je vrlo opšta teorija i ne definiše koja vjerovanja su primjenljiva na koju situaciju.

Zato je 1989. godine Dejvis (eng. *Davis*) primijenio TRA na skup ponašanja koja se uopšteno mogu definisati kao „korišćenje kompjuterskih tehnologija“ i definisao TAM [41]. Dejvis tvrdi da su dvije najvažnije kategorije vjerovanja koja utiču na ponašanje, kada je u pitanju korišćenje kompjuterskih tehnologija: precipirana lakoća korišćenja i percipirana korisnost. Pored ove dvije kategorije, autori WebQual-a su, na osnovu uvida u odgovarajuću literaturu, stručnog suda i drugih istraživačkih tehnika, dodali još dvije kategorije vjerovanja, primjenljive na domen VA: „zabava“ i „izgradnja odnosa“.

Da bi otkrili konkretna vjerovanja važna za predviđanje ponovnog posjećivanja sajta od strane korisnika, autori su proučavali relevantnu IT i markentišku literaturu, jer je, po njihovim riječima, VA presjek informacionog i markentiškog sistema [41]. Slika 18 ovo ilustruje Venovim dijagramom.



Slika 18: VA kao presjek informacionog i markentiškog sistema

¹⁴ Status WebQual-a kao registrovane robne marke je naznačen u naslovu ovog odjeljka, ali u ostatku teksta znak „TM“ će biti izostavljen.

¹⁵ Reference za TRA i TAM mogu se naći u [41]

Osim literature, istraživači su intervjuisali i grupu Veb dizajnera i proučavali pravila kojima se neke od najuspješnijih američkih kompanija rukovode prilikom pravljenja svojih VA. Početni skup je sadržavao 88 pitanja, odnosno tvrdnji, razvrstanih u 13 dimenzija kvaliteta, ali je nakon dva kruga prečišćavanja i statističke validacije taj broj smanjen.

Konačno je dobijen skup od 36 tvrdnji (Dodatak A), koje su razvrstane u 12 dimenzija (po tri tvrdnje u svakoj). Ove dimenzije su u stvari činioci kvaliteta, koji su razvrstani u četiri kategorije najvišeg nivoa: korisnost, upotrebljivost, zabava i izgradnja odnosa. Slika 19 ilustruje konačni model kvaliteta.



Slika 19: WebQual model kvaliteta

Tokom ispunjavanja upitnika ocjenjivač (korisnik sajta) na sedmostepenoj Likertovoj skali (ili bolje reći stavci Likertove skale) zaokružuje podiok koji je najusklađeniji sa nivoom njegovog slaganja, odnosno neslaganja, sa datom tvrdnjom. Skup mogućih odgovora je u rasponu od „uopšte se ne slažem“ do „slažem se u potpunosti“. Središnji podiok (4. po redu) je neutralan, što znači da ocjenjivač o toj tvrdnji nema stav. Pojedine tvrdnje su obrnute, kako bi se u toku procesa osigurala korisnikova pažnja.

Za validaciju ovog modela korišćeni su najveći statistički uzorci na koje sam naišao tokom svog istraživanja. U prvom i drugom krugu validacije korišćeni su uzorci od 510, odnosno 336 korisnika, a finalni instrument je testiran uz pomoć novog potvrdnog uzorka od 311 korisnika. Značajna istraživačka potpora je bitno doprinijela odluci da uvrstim WebQual u ovaj rad.

Na kraju standardnog upitnika, svi pripadnici grupa-uzoraka morali su dati i opštu ocjenu sajta koji evaluiraju, kako bi se ta subjektivna ocjena uporedila sa onom dobijenom analizom odgovora na upitnik. Prosječna koreliranost ove dvije vrijednosti je 0,78 što indicira konvergentnu validnost [41].

Prednosti ove metode su jasne. Niko nije kompetentniji za ocjenjivanje kvaliteta VA od njenih korisnika. Autori WebQual-a tvrde da kompanije sada imaju i dosta pouzdan

način za utvrđivanje te ocjene. Granularnost dimenzija pruža dobre mogućnosti za utvrđivanje oblasti koja je „najproblematičnija“, tako da se njenom poboljšanju da prioritet. Ovo je, takođe, i metod koji ima najbolji odnos cijena/kvalitet, kada je u pitanju evaluacija kvaliteta sajta. Vlasnike sajta ništa ne košta to što će korisnici ispuniti upitnik, a informacije koje dobijaju su izuzetno vrijedne i relevantne.

Sa druge strane, samo 3 — 5 procenata posjetilaca sajta voljno je da popuni ponuđeni upitnik [58]. A kao što znamo, u statistici važi pravilo da je veći uzorak uvijek bolji od manjeg, jer što je veličina uzorka manja, veća je vjerovatnoća „razlikovanja“ empirijske i teorijske funkcije raspodjele. Uzevši u obzir „brzinu Veba“ i praktično nepostojeću lojalnost korisnika, može se dogoditi da VA propadne prije nego što se formira relevantna statistika.

Još jedan nedostatak ove metodologije je što su autori u [41] propustili da jasno definišu način analize podataka dobijenih iz upitnika. Naime, Likertova skala je skala ordinalnih vrijednosti, što će reći da kategorije odgovora jesu (implicitno ili ekslicitno) uređene po rang, ali se intervali među njima ne mogu smatrati jednakima. To znači da se za analizu ordinalnih varijabli ne može upotrijebiti metoda računanja srednje vrijednosti (i standardne devijacije) — a toj grešci su, sudeći po [59], istraživači i praktičari često skloni (u [42], Barns i Vidžen su napravili baš ovu grešku, zato sam njihov pristup, koji je sličan WebQual-u i nosi identičan naziv, odbacio). Ovo naizgled sporedno pitanje je u stvari vrlo važno, jer se, kao što znamo, odgovarajuće tehnike opisne i deduktivne statistike razlikuju za ordinalne (t.j. kvalitativne) i intervalske (odnosno kvantitativne) varijable, a „*ako se upotrijebi pogrešna statistička tehnika, istraživač povećava šanse da dođe do pogrešnih zaključaka o značaju (ili bilo kom drugom svojstvu) svog istraživanja*“ [59]. U [60] kažu da za određivanje središnje tendencije ordinalnih vrijednosti treba koristiti medijanu ili modus, jer nema smisla govoriti o prosječnoj vrijednosti ordinalne (npr. stepen invaliditeta) ili nominalne (npr. pol) varijable.

Dakle, ako korisnici WebQual-a ne bi poznavali osnove statistike, moglo bi se lako desiti da izvuku pogrešne zaključke iz sakupljenih podataka i tako „poprave“ nešto što trenutno nije potrebno popravljati a zanemare stvarne nedostatke svog Veb sajta.

3.3. C-INCAMI

Poslednja metodologija koju ćemo predstaviti u ovom radu je C-INCAMI [37] (od eng. *Contextual-Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator*). U stvari, reći da je C-INCAMI metodologija je ograničavajuće, pošto se zaista radi o sveobuhvatnom i dobro razvijenom radnom okviru za realizaciju projekata mjerenja i evaluacije kvaliteta, namijenjenom ozbiljnoj upotrebi od strane organizacija, iza kog stoji čitava decenija naučnog istraživanja i razvoja.

C-INCAMI se zasniva na pretpostavci da su za gradnju robustnog i doslednog programa mjerenja i evaluacije potrebna najmanje ova tri stuba [33]:

1. **Proces** mjerenja i evaluacije, t.j. glavne menadžerske i tehničke aktivnosti koje bi mogle biti planirane i izvođene;
2. **Radni okvir** za mjerenje i evaluaciju, koji se mora zasnivati na čvrstoj konceptualnoj bazi i
3. specifični **metodi i tehnike** zasnovani na modelu, kojima bi se sprovodile određene aktivnosti na projektu.

Konzistentnost i ponovljivost procesa mjerenja i evaluacije (MiE), a samim tim i njegovih rezultata, može se postići jedino ako se obezbijedi dobro definisan proces, koji propisuje skup aktivnosti, njihovih ulaza i izlaza, uloge, međuzavisnosti itd. Ovaj proces obično predlaže skup osnovnih faza, aktivnosti, itd, koji bi mogli biti uzeti u razmatranje. Obično kaže šta bi trebalo uraditi, ali ne i kako; t.j. ništa ne govori o konkretnim metodama i alatima. Drugo, mora biti izgrađen konceptualni radni okvir, na robustnoj osnovi, koji eksplicitno i formalno definiše glavne usvojene koncepte, svojstva, relacije i ograničenja za domen MiE. Naposljetku, iz opisa procesa i komponenti radnog okvira mogu biti instancirani alati i metode za evaluaciju kvaliteta Veb aplikacija [37].

3.3.1. Radni okvir

Uz konstantaciju da se u međunarodnim (t.j. ISO) standardima koji se odnose na kvalitet softvera često mogu pronaći neusaglašene definicije osnovnih pojmova, kao i da određeni pojmovi (naročito za domen evaluacije) nedostaju, Olsina i Martin su u [61] predstavili ontološki¹⁶ okvir za metrike i indikatore, kojim su definisani koncepti (i njihove relacije) potrebni za dizajn i implementaciju procesa MiE. C-INCAMI obezbjeđuje ontološki (domenski) model ukorijenjen u tom radu, a mi ćemo ovdje prenijeti definicije nekih od koncepata, koji su svojstveni ovom radnom okviru i na prvi pogled mogu djelovati zbunjujuće. Definisani koncepti i relacije namijenjeni su za upotrebu tokom svih aktivnosti MiE. Ovako je obezbijeđeno da se u svakom projektu MiE unutar organizacije (ili između organizacija) ima jedinstveno razumijevanje podataka i metapodataka, što vodi konzistentnijim analizama i ponovljivim rezultatima [37]. Neke od ovih koncepata i relacija ilustruje Slika 20 (dolje).

Uzevši u obzir glavne aktivnosti procesa, radni okvir je strukturiran u šest osnovnih komponenti, i to:

1. Definicija projekta MiE;
2. Specifikacija nefunkcionalnih zahtjeva;
3. Specifikacija konteksta;
4. Planiranje i implementacija mjerenja;
5. Dizajn i sprovođenje evaluacije;
6. Analiza rezultata i davanje preporuka.

U narednom odjeljku ćemo ukratko opisati neke od njih, a za detalje možete pogledati [37,62] i [33].

Specifikacija nefunkcionalnih zahtjeva

Ova komponenta (Slika 20, paket „Zahtjevi“) omogućava definisanje Informacione potrebe koja stoji iza projekta MiE.

Definicija 5: Informaciona potreba je uvid neophodan za upravljanje ciljevima, rizicima i problemima [33].

Informaciona potreba obično se dobija iz dva organizaciona izvora na nivou projekta: ciljeva koje donosioci odluka žele da postignu ili prepreka koje ometaju dostizanje tih ciljeva (obično su to rizici i problemi). Ova komponenta takođe se fokusira na Mjerljivi koncept i specificira Kategoriju entiteta čiji kvalitet treba procijeniti (npr. resurs, proces, proizvod itd).

¹⁶ Ontologija eksplicitno i formalno specificira glavne koncepte, svojstva, relacije i aksiome za dati domen [33].

Definicija 6: Mjerljivi koncept možemo definisati kao apstraktnu vezu između atributa entiteta i trenutne informacione potrebe [37].

Na primjer, eksterni kvalitet, kvalitet pri upotrebi i sl. su instance mjerljivog koncepta. Mjerljivi koncept može biti predstavljen Modelom koncepta, poput ISO modela kvaliteta softvera. Listovi instanciranog modela (t.j. stabla zahtjeva) su Atributi povezani sa Entitetom.

Definicija 7: Atribut, sinonimi Svojstvo, Obilježje; je mjerljivo fizičko ili apstraktno svojstvo kategorije entiteta [33].

Entitet može imati mnogo atributa, ali za tekuću informacionu potrebu mogu biti relevantni samo neki od njih.

Definisanje konteksta

Jedan od koncepata u ovoj komponenti (Slika 20, paket „Kontekst“) je Kontekst. Na kontekst se gleda kao na posebnu vrstu Entiteta, koji sačinjava skup relevantnih svojstava (i njihovih vrijednosti) relevantnih entiteta uključenih u situaciju. Situacija obuhvata sumu entiteta od interesa, zadataka i namjera prema tom entitetu i interakciju između tog i ostalih entiteta; a u relevante ubrajaju se oni entiteti koji mogu uticati na tumačenje informacija u datoj situaciji [62]. Posledično, kontekst može biti kvantifikovan posredstvom entiteta koji su sa njim povezani. Svojstva relevantnih entiteta su takođe Atributi zvani Svojstva konteksta.

Planiranje i implementacija mjerenja

Ova komponenta omogućava specificiranje Metrika kojima se kvantifikuju atributi. Da bi se dizajnirala metrika, moraju biti definisani Metod mjerenja ili Metod računanja i Skala (Slika 20).

Definicija 8: Skala je skup vrijednosti sa definisanim svojstvima [33].

Tip skale zavisiće od prirode odnosa između vrijednosti na skali. Tipovi skala koji se najčešće koriste u softverskom i Veb inženjeringu spadaju u nominalne, ordinalne (ograničene i neograničene), intervalske (i kvazi-intervalske), proporcionalne i apsolutne. Tip skale, kao što smo već rekli, utiče na izbor aritmetičkih i statističkih operacija koje se mogu izvoditi nad njenim vrijednostima. Metod mjerenja se odnosi na Direktnu, a metod računanja na Indirektnu metriku.

Uopšteno, metrika m predstavlja mapiranje $m: A \rightarrow X$, gdje je A empirijski atribut entiteta (empirijski svijet) a X promjenljiva kojoj može biti pridružena kategorička ili numerička vrijednost (formalni svijet). Da bi se ovo mapiranje izvelo, neophodno je jasno definisati aktivnost mjerenja, tako što će se eksplicitno specificirati metod (mjerenja ili računanja) i skala metrike [33].

Nakon izbora metrike, možemo izvesti (izvršiti) proces mjerenja. Mjerenje za rezultat ima Mjeru, kao što Slika 20 i pokazuje. Međutim, kako vrijednost određene metrike neće predstavljati nivo zadovoljenja zahtjeva, moramo definisati novo mapiranje, koje će rezultirati vrijednošću elementarnog indikatora (sledeća komponenta).

Dizajn i sprovođenje evaluacije

Ova komponenta podržava izbor kontekstualnih indikatora. Indikatori su, na kraju, osnova za interpretaciju informacionih potreba i donošenje odluka. Postoje dva tipa indikatora: elementarni i globalni indikatori (Slika 20).

Definicija 9: Indikator je definisani metod računanja i skala, kojima su pridruženi model i kriterijum odlučivanja, u cilju procjene ili evaluacije mjerljivog koncepta u odnosu na definisane informacione potrebe [61].

Konkretno, elementarnim indikatorom smatramo onaj koji je nezavistan od drugih indikatora u evaluaciji ili procjeni koncepta na nižem nivou apstrakcije (t.j. atributa). Sa druge strane, parcijalni ili globalni indikator je onaj koji se dobija posredstvom drugih indikatora, kako bi evaluirao ili procijenio koncept na višem nivou apstrakcije. Dakle, elementarni indikator predstavlja novo mapiranje, koje je rezultat interpretacije izmjerene vrijednosti metrike atributa (formalni svijet) u novu promjenljivu, kojoj se dodjeljuju kategoričke ili numeričke vrijednosti (novi formalni svijet). Da bi se izvelo ovo mapiranje, moraju biti definisani Elementarni i Globalni model, te Kriterijum odlučivanja za određenu korisničku informacionu potrebu.

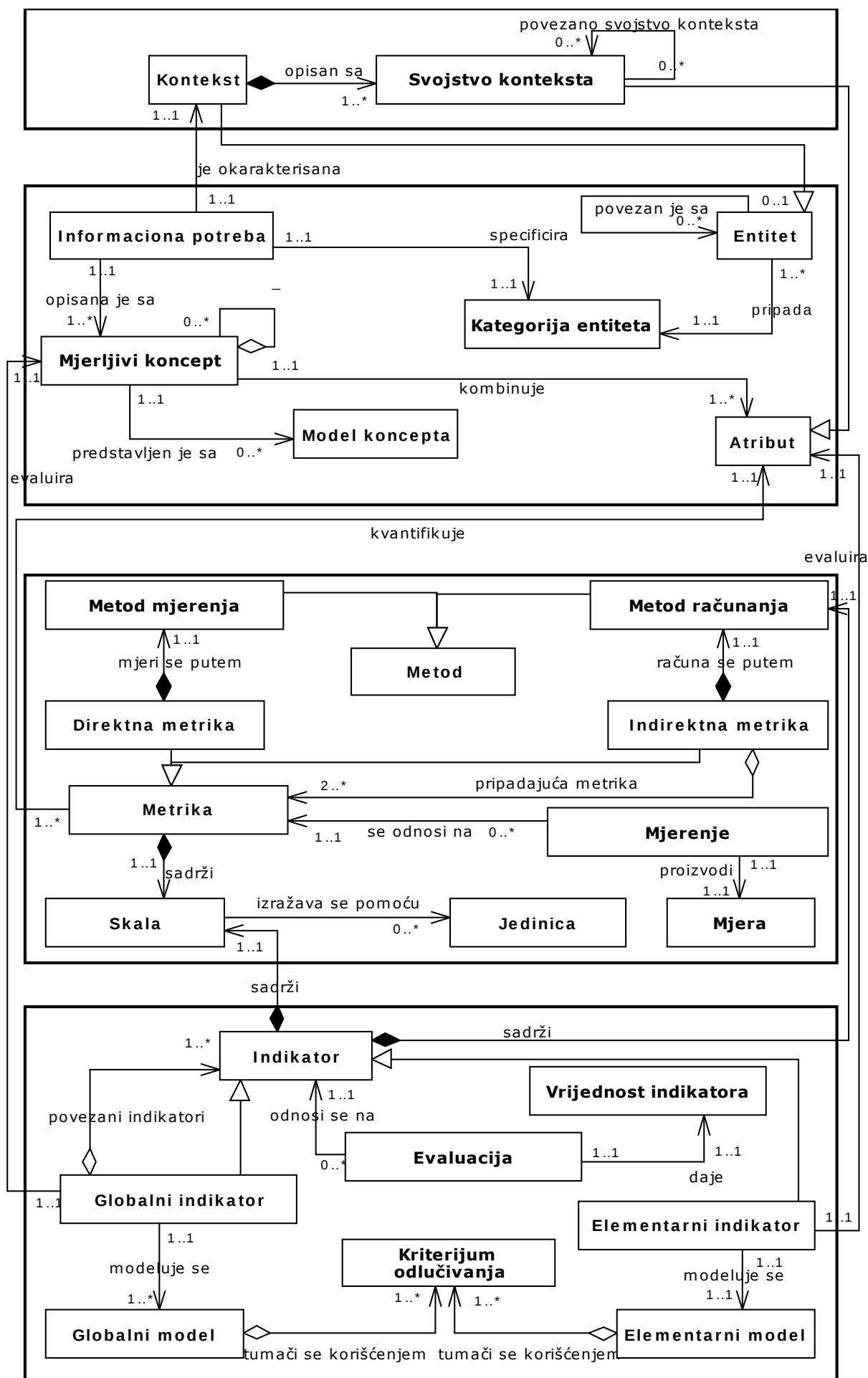
Definicija 10: Elementarni model, sinonim Funkcija elementarnog kriterijuma, je algoritam ili funkcija koja, uz pridruženi kriterijum odlučivanja, modeluje elementarni indikator [61].

Definicija 11: Globalni model, sinonim Model agregacije, Model skorovanja ili Funkcija, je algoritam ili funkcija, koja, uz pridruženi kriterijum odlučivanja, modeluje globalni indikator [61].

Definicija 12: Kriterijum odlučivanja, sinonim Nivoi prihvatljivosti, su pragovi, ciljevi ili šabloni koji se koriste za prepoznavanje potrebe za djelovanjem ili daljim ispitivanjem, ili da opišu nivo pouzdanja u dati rezultat [61].

Jednom kada smo izabrali model računanja, proces agregacije prati hijerarhijsku strukturu definisanu modelom koncepta, od dna ka vrhu. Primjenjujući ovaj mehanizam, dobijamo globalnu šemu; ovaj model nam omogućava računanje parcijalnih i globalnih indikatora u fazi izvršavanja evaluacije. Vrijednost globalnog indikatora na kraju predstavlja globalni stepen zadovoljenja izrečenih zahtjeva (informacione potrebe) za datu svrhu i korisničku ulogu.

Ukratko, C-INCAMI prati ciljno-orijentisan pristup, u kom su sve aktivnosti procesa MiE (npr. selekcija metrika i indikatora, mjerenje i evaluacija itd.) vođeni izrečenom Informacionom potrebom, koja specificira konkretne nefunkcionalne zahtjeve za neki Entitet, sa konkretnom svrhom i korisničkom ulogom (tačkom gledišta). Nefunkcionalni zahtjevi su predstavljeni Modelom koncepta, koji uključuje koncepte visokog nivoa, ili karakteristike, kao što je slučaj u ISO/IEC 25010 modelima kvaliteta, kao i kvantifibilne Atribute povezane sa entitetom koji se analizira [62].



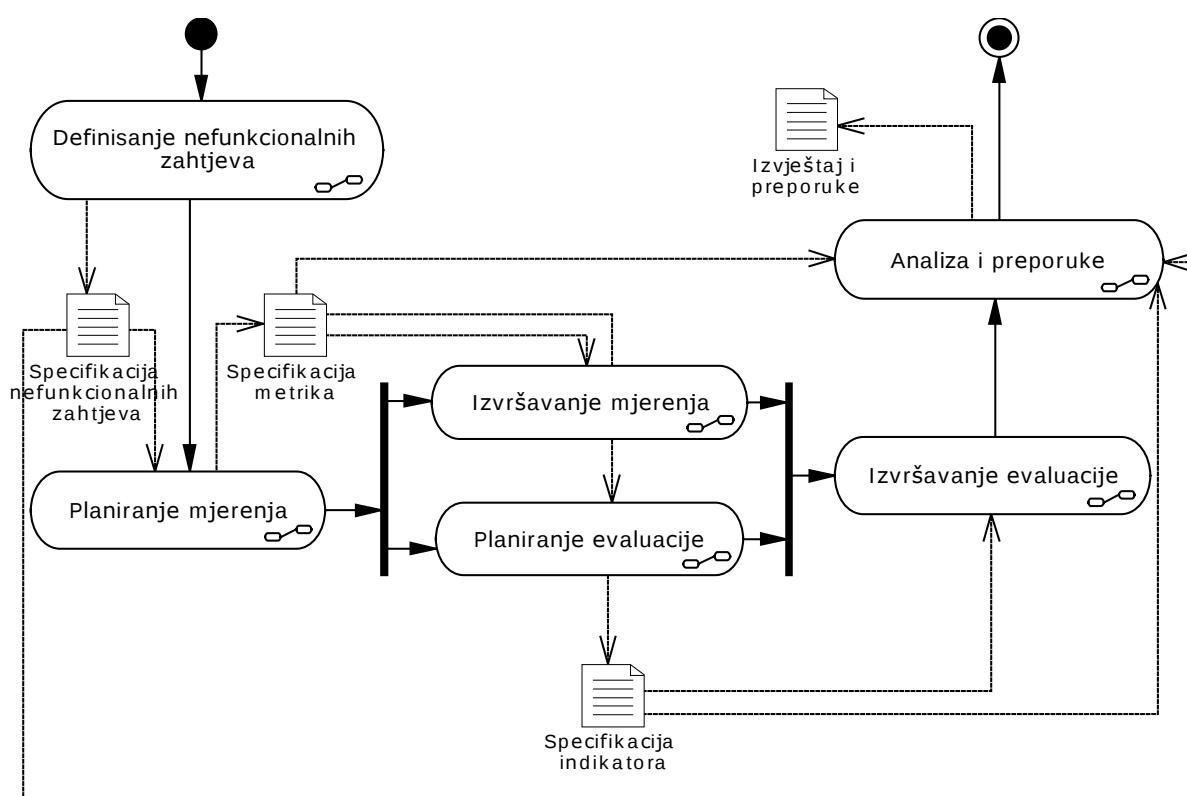
Slika 20: Osnovni koncepti i relacije C-INCAMI radnog okvira

Ovaj radni okvir je namijenjen organizacijama, u smislu da definicija pripadajućih koncepata dozvoljava njegovu integraciju i implementaciju uporedo sa softverskim i Veb projektima organizacije, sprovodeći aktivnosti mjerenja i evaluacije u sklopu programa osiguranja kvaliteta.

3.3.2. Proces mjerenja i evaluacije

Proces mjerenja i evaluacije kvaliteta propisan C-INCAMI radnim okvirom sastoji se od šest osnovnih aktivnosti (valja napomenuti da je ovaj odjeljak praktično citat rada [37], pošto zaista ne znam način da formalni proces opišem „svojim riječima“):

1. Definisanje nefunkcionalnih zahtjeva;
2. Planiranje mjerenja;
3. Izvršavanje mjerenja;
4. Planiranje evaluacije;
5. Izvršavanje evaluacije;
6. Analiza rezultata i davanje preporuka.



Slika 21: Osnovne aktivnosti procesa MiE, propisane C-INCAMI radnim okvirom

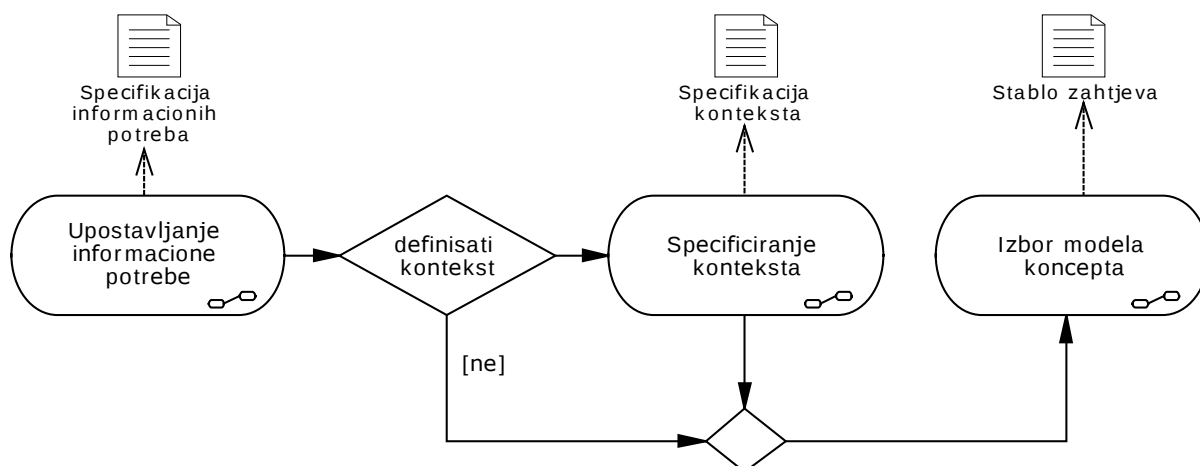
Predloženi proces prati tzv. ciljno-orjentisan pristup i ISO proces za evaluatore definisan u [24]. Prva glavna aktivnost koja se sprovodi u ovom procesu je Definisanje nefunkcionalnih zahtjeva.

Definisanje nefunkcionalnih zahtjeva

Ova aktivnost se sastoji od sledećih pod-aktivnosti: Uspostavljanje informacione potrebe, Specificiranje konteksta i Izbor modela koncepta, kao što Slika 22 i pokazuje.

Aktivnost Uspostavljanje informacione potrebe ima za cilj naznačavanje svrhe, korisničke uloge, fokusa itd. projekta MiE. Stoga, najprije Definišemo svrhu (npr.

„unaprijediti“); potom Određujemo korisničku ulogu ili gledište (npr. „potencijalni student“) i Određujemo objekat (npr. „Veb aplikacija“). Sledeća pod-aktivnost, Određivanje entiteta, ima za cilj odabir jednog ili više konkretnih entiteta (npr. „sajt Računarskog fakulteta“) koji pripadaju izabranoj kategoriji; međutim, ovaj korak može biti odložen sve do izvršavanja mjerenja. Moguće je, kao što je već naznačeno, izabrati više od jednog entiteta, u svrhu poređenja. Identifikovanje fokusa je poslednja pod-aktivnost koju treba sprovesti u cilju Uspostavljanja informacione potrebe. Na primjer, širi fokus (Mjerljivi koncept) bi mogao biti „eksterni kvalitet“, dok su „upotrebljivost“ i „kvalitet sadržaja“ pod-koncepti.



Slika 22: Pod-aktivnosti koje sačinjavaju aktivnost Definisanja nefunkcionalnih zahtjeva

Nakon što dobijemo specifikaciju informacione potrebe (Slika 22), opciono možemo Specificirati kontekst. Ova aktivnost se sastoji od Izboru relevantnih svojstava konteksta (iz organizacionog repozitorijuma ovih svojstava) i Kvantifikovanja svakog od njih, na osnovu pridružene metrike. Na kraju, dobijamo dokument koji možemo zvati specifikacija konteksta za konkretan projekat.

Kako Slika 22 pokazuje, poslednja pod-aktivnost pri definisanju nefunkcionalnih zahtjeva je Izbor modela koncepta. Pod-aktivnosti koje ona uključuje su Biranje modela, kao i Mijenjanje modela. Iz organizacionog repozitorijuma bira se Model koncepta (npr. ISO/IEC 25010 model internog ili eksternog kvaliteta) koji se odnosi na definisani fokus. Ukoliko izabrani model ne odgovara u potpunosti, t.j. ukoliko neke podkarakteristike, odnosno atributi, nedostaju ili su suvišne, neophodno je Mijenjanje modela — što će reći dodavanje i/ili uklanjanje odgovarajućih komponenti. Naposljetku, iz aktivnosti Definisanja nefunkcionalnih zahtjeva dobija se specifikacija nefunkcionalnih zahtjeva, koja sadrži sve prethodno navedene informacije.

Planiranje mjerenja

Ova aktivnost (Slika 21) trebala bi se izvoditi sa ciljem identifikovanja prikladnih metrika, u skladu sa specifikacijom nefunkcionalnih zahtjeva. Sastoji se od sledećih pod-aktivnosti: Određivanje entiteta (i dalje opciono) i Pridruživanja jedne metrike svakom atributu. Važno je napomenuti da ova aktivnost u realnoj situaciji ne bi podrazumijevala kreiranje svake metrike iznova, već njihovu selekciju iz odgovarajućeg repozitorijuma metrika, koji je organizacija „izgradila“ u toku usvajanja C-INCAMI radnog okvira. Međutim, u slučaju da odgovarajuća metrika još uvijek ne postoji, onda bi trebala biti kreirana, odobrena od strane eksperata i pohranjena u repozitorijum, za buduću upotrebu.

Da bismo svakom atributu dodijelili metriku, najprije moramo Identifikovati metriku kojom se dati atribut može kvantifikovati. Izabrana metrika može, naravno, biti direktna ili indirektna. Ukoliko je indirektna, neophodno je Utvrditi povezane metrike i Identifikovati attribute koje povezane metrike kvantifikuju. Na kraju, ukoliko se metod mjerenja ili računanja metrike može automatizovati, valja nam Izabrati alat. Ove aktivnosti treba ponoviti za svaki atribut sa stabla zahtjeva.

Izvršavanje mjerenja i planiranje evaluacije

Izvršavanje mjerenja je aktivnost koja podrazumijeva sakupljanje vrijednosti svih mjera za svaki entitet. Da bi se ovo izvršilo, specifikacija metrika i alati kojima se automatizuje mjerenje i/ili računanje služe kao ulaz. Uključene pod-aktivnosti su: Određivanje entiteta (ako nije učinjeno ranije) i Mjerenje atributa. Ova druga aktivnost trebala bi se sprovesti za svaki entitet, bilježeći vrijednosti, vremenske oznake itd.

Aktivnost Planiranje evaluacije sadrži, kao i prethodna, dvije pod-aktivnosti: Identifikacija elementarnih indikatora i Identifikacija parcijalnih i globalnih indikatora. Prva od njih uključuje specificiranje indikatora za svaki atribut (iz stabla zahtjeva), za šta se kao ulaz koristi pridružena metrika. Ovaj proces razložen je na sledeće aktivnosti: Uspostavljanje elementarnog modela, Definisavanje metoda računanja (opciono) i Identifikovanje skale.

Nakon ovoga sprovodimo Identifikaciju parcijalnih i globalnih indikatora za svaki (hijerarhijski viši od atributa) koncept u stablu zahtjeva, na sličan način kao što je gore opisano. Krajnji rezultat je dokument pod nazivom specifikacija indikatora.

Izvršavanje evaluacije

Ukratko, zarad izvršavanja evaluacije sprovode se dvije aktivnosti: Računanje elementarnih indikatora i Računanje parcijalnih i globalnih indikatora. Ove aktivnosti moraju se sprovesti nad svakim entitetom.

Kada se sakupe sve vrijednosti elementarnih indikatora, one služe kao ulaz za aktivnost Računanja parcijalnih i globalnih indikatora. Potom se izvršava model agregacije, koji za rezultat ima vrijednosti parcijalnih i globalnih indikatora.

Analiza rezultata i davanje preporuka

Podaci i meta-podaci sakupljeni u procesu mjerenja i evaluacije služe kao ulazna vrijednost za analizu, donošenje zaključaka i davanje preporuka. Najprije, uzimajući u obzir definisanu informacionu potrebu, te specifikacije nefunkcionalnih zahtjeva, metrika i indikatora, kao i svojstva podataka — u smislu korišćenih skala, sprovodi se aktivnost Planiranja analize. Ova aktivnost uključuje donošenje odluka o dozvoljenim matematičkim i statističkim metodama i tehnikama, prikladnim alatima i vrstama analize, mehanizmima prezentacije i vizualizacije podataka i sl.

Kada se ove odluke donesu, sledi aktivnost Sprovođenja analize. Ona se, u suštini, sastoji od izvršavanja planiranih procedura, pokretanja alata i čuvanja rezultata u cilju kreiranja analitičkog izvještaja. Zatim, sprovodeći aktivnost Razrada zaključnog izvještaja, dolazi se do zaključaka i njihove prezentacije u formi izvještaja. Međutim, donosiocima odluka je često potreban i izvještaj o preporukama koji, na primjer, sadrži informacije o slabostima i jačim stranama evaluiranog entiteta, te preporučeni plan djelovanja kojima će se riješiti identifikovani problemi itd.

Da bi podržali treći stub pomenut u odjeljku 3.3 — metodi i tehnike — Olsina i Rosi su u [47] predstavili metod koji se zasniva na gore opisanom radnom okviru i procesu evaluacije.

3.3.3. Njegovo visočanstvo – metod: WebQEM

Dok proces mjerenja i evaluacije specificira šta valja raditi (t.j. daje opise aktivnosti, njihovih ulaza, izlaza i relacija), a konceptualni radni okvir pruža ontološku podršku čitavom procesu, metod treba da pruži konkretne korake i omogući izvođenje procesa mjerenja i evaluacije.

„Korišćenje WebQEM-a za evaluaciju Veb sajtova i aplikacija potpomaže napore koji se ulažu u cilju zadovoljenja zahtjeva za kvalitetom u novim Veb razvojnim projektima, kao i kod već operativnih VA. Takođe pomaže u otkrivanju svojstava koja nedostaju ili loše implementiranih zahtjeva, kao što su dizajn interfejsa, ili problemi sa navigacijom, pristupačnošću, sistemima pretrage, sadržajem, pouzdanošću i performansama.“ [47]

Koraci WebQEM procesa su grupisani u četiri glavne tehničke faze:

1. Definicija i specifikacija zahtjeva za kvalitetom;
2. Elementarno mjerenje i evaluacija (i planiranje i realizacija)
3. Globalna evaluacija (planiranje i evaluacija)
4. Zaključci i preporuke

Budući da je utemeljen u ranije opisanom procesu (Slika 21), nećemo iscrpno opisivati svaku fazu WebQEM procesa. Umjesto toga, koncentrisaćemo se na detalje određenih koraka koji su specifični za WebQEM.

Slika 23 prikazuje proces evaluacije koji je u pozadini ove metodologije, uključujući faze, glavne procese, ulaze i izlaze.

Definicija i specifikacija zahtjeva za kvalitetom

Tokom ove faze, ocjenjivači preciziraju ciljeve evaluacije i korisničku tačku gledišta (ulogu). Biraju model kvaliteta, npr. definisan u odgovarajućem ISO standardu, uz dodavanje atributa koji su specifični za dati domen. Zatim, identifikuju relativnu važnost ovih komponenti za izabrane korisnike i zahtijevani nivo pokrivenosti.

Korisničke uloge mogu se klasifikovati u tri apstraktne kategorije: posjetilac, član razvojnog tima i menadžer. Ove kategorije mogu biti razbijene u pod-kategorije. Na primjer, kategorija posjetilac može se podijeliti na pod-kategorije uobičajenih i naprednih posjetilaca.

Kada su definisani opisi domena i proizvoda, dogovoreni ciljevi i izabrana korisnička uloga (t.j. eksplicitne i implicitne korisničke potrebe), mogu biti specificirane potrebne karakteristike, podkarakteristike i atributi, u vidu stabla zahtjeva (poput onog koje je prikazano u Dodatku B). Rezultat ove faze je specifikacija zahtjeva za kvalitetom.

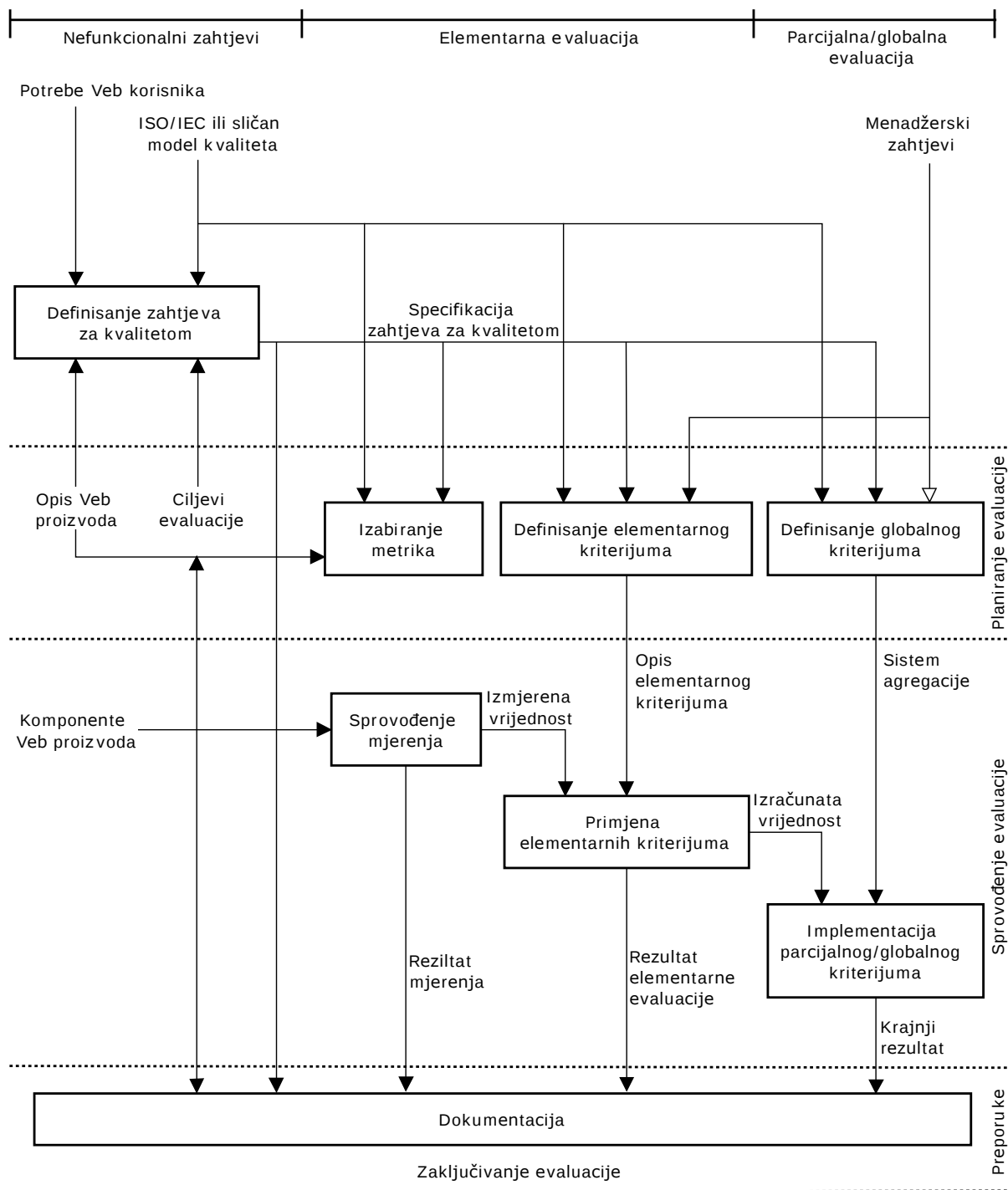
Elementarna evaluacija

Ova faza definiše dvije glavne aktivnosti, koje prikazuje Slika 23: Dizajn elementarne evaluacije i Sprovođenje elementarne evaluacije.

U fazi dizajna bilježe se sve informacije o izabranim metrikama i indikatorima, u skladu sa konceptualnom šemom Metrike i Elementarnog indikatora (Slika 20).

Svakom mjerljivom atributu A_i iz stabla zahtjeva, možemo pridružiti promjenljivu X_i koja će sadržavati numeričku vrijednost direktne ili indirektne metrike. Međutim, kako

ova vrijednost ne predstavlja stvarni nivo zadovoljenja elementarnog zahtjeva, moramo definisati funkciju elementarnog kriterijuma (Definicija 10), kojom ćemo dobiti elementarni indikator, t.j. vrijednost preferencije.



Slika 23: Proces evaluacije WebQEM metodologijom

Na primjer, uzmimo u obzir atribut „Slijepi“ linkovi, koji mjeri (broji) linkove koji ukazuju na nepostojeće stranice. Moguća indirektna metrika za kvantifikovanje ovog atributa je

$$X = \frac{BrojSlijepihLinkova}{UkupanBrojLinkovaNaSajtu}$$

Sada, kako tumačiti izmjerenu vrijednost, t.j. šta je najbolje, šta najgore, a šta u sredini? Možemo uvesti kriterijumsku funkciju, kojom ćemo odrediti elementarnu preferenciju EP , poput ove:

$$EP = 1 \text{ (100\%)} \text{ ako je } X = 0; \quad EP = 0 \text{ (0\%)} \text{ ako je } X \geq X_{max}$$

a u ostalim slučajevima

$$EP = \frac{X_{max} - X}{X_{max}} \text{ ako je } 0 < X < X_{max}$$

gdje X_{max} predstavlja neki dogovoreni prag, kao npr. 0,04.

Tako se na elementarni kriterijum često gleda kao na procenat zadovoljenja zahtjeva za dati atribut, i definiše se u opsegu od 0 do 100 procenata. U cilju olakšavanja tumačenja preferencija, mogu se definisati nivoi prihvatljivosti, kao na primjer: nezadovoljavajuće (0 - 40%), marginalno (41 - 60%) i zadovoljavajuće (61 - 100%).

U fazi Sprovođenja evaluacije primjenjujemo izabrane metrike na Veb aplikaciju, kao što Slika 23 i pokazuje. Neke vrijednosti možemo mjeriti opservacijom, a neke automatski, korišćenjem alata.

Globalna evaluacija

Ova faza takođe ima dvije glavne etape: Dizajn i Implementaciju parcijalne i globalne evaluacije (Slika 23). U fazi dizajna bismo agregacioni kriterijum i model skorovanja (Definicija 11). Ova dva parametra za cilj imaju da evaluaciju učine dobro strukturiranom, tačnom i razumljivom. Postoje najmanje dva tipa modela: oni zasnovani na linearnim aditivnim i oni zasnovani na nelinearnim multikriterijumskim modelima skorovanja. Oba tipa koriste težinski faktor kao način određivanja relativne važnosti indikatora.

Ako se naša procedura zasniva na linearnom aditivnom modelu skorovanja, agregacija i računanje parcijalnih/globalnih indikatora, uzimajući u obzir i težinske faktore, vršila bi se po sledećoj formuli:

$$P/GP = (W_1EP_1 + W_2EP_2 + \dots + W_mEP_m)$$

Formula 5

Tako da, ako je elementarna preferencija (EP) u jediničnom opsegu, važe sledeći uslovi: $0 \leq EP_i \leq 1$; ili izraženo u procentima, $0 \leq EP_i \leq 100$, a suma težinskih faktora mora zadovoljiti uslov:

$$\sum_{i=1}^m W_i = 1, \text{ ako je } W_i > 0$$

Međutim, Formula 5 ne može se upotrijebiti za modelovanje simultanosti ($\wedge$ veze) ili zamjenljivosti ($\vee$ veze) između pojedinih elementarnih, odnosno parcijalnih indikatora. Drugim riječima, aditivnost pretpostavlja da se loš rezultat bilo kog indikatora (ulaza) može nadomjestiti većom vrijednošću bilo kog drugog indikatora. Nadalje, aditivni modeli ne mogu modelovati obavezne zahtjeve; to jest, činjenicu da potpuno odsustvo jednog atributa ili pod-karakteristike ne može biti kompenzovano prisustvom neke druge.

Nelinearni višekriterijumski model omogućava nošenje sa ovakvim situacijama, koristeći agregacione operatore zasnovane na matematičkom modelu težinskih eksponenata. Ovaj model, pod nazivom Logičko skorovanje preferenci [63] (LSP), je u stvari generalizacija aditivnog modela, i može se izraziti sledećom formulom:

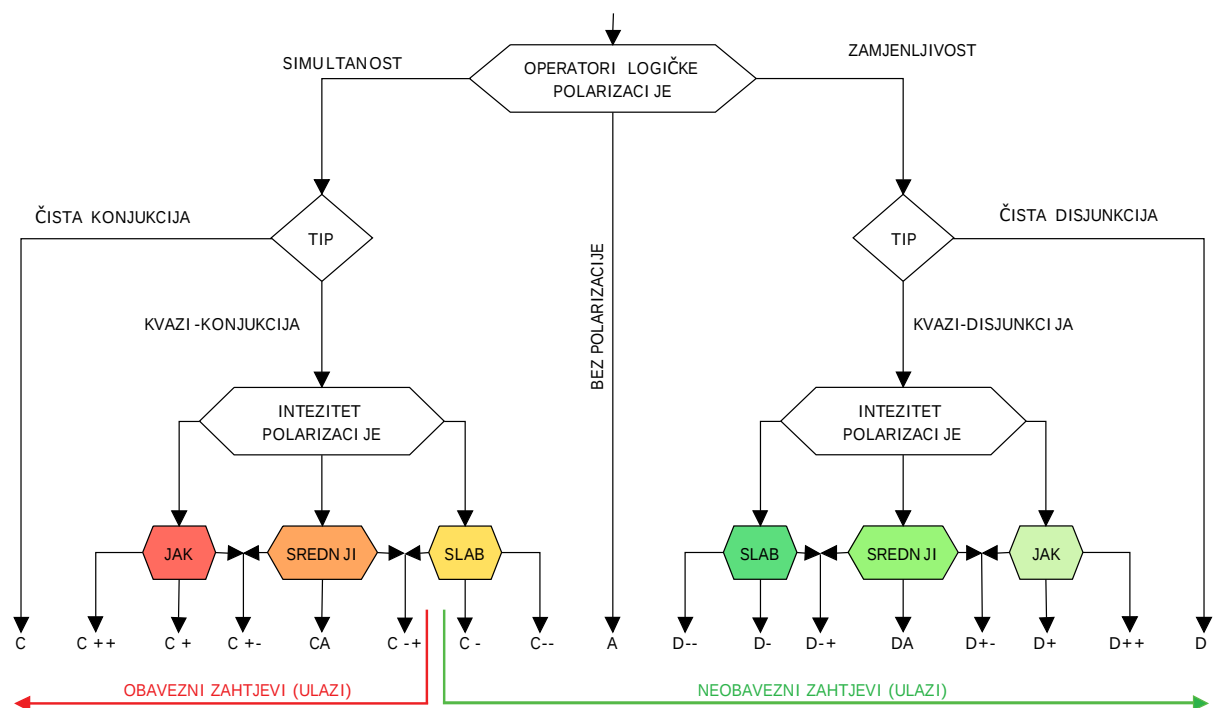
$$P/Gl(r) = (W_1 E_1^r + W_2 E_2^r + \dots + W_m E_m^r)^{\frac{1}{r}}$$

Formula 6

gdje je

$$-\infty \leq r \leq \infty; \quad P/Gl(-\infty) = \min(E_1, E_2, \dots, E_m); \quad i \quad P/Gl(\infty) = \max(E_1, E_2, \dots, E_m)$$

EkspONENT r je parametar izabran tako da se postigne željeni logički odnos i intezitet polarizacije agregacione funkcije. Ako je $P/Gl(r)$ bliže minimalnoj vrijednosti, takav kriterijum predstavlja zahtjev za simultanost ulaza. Ukoliko je, pak, bliža maksimumu, predstavljaće zahtjev za izmjenljivost ulaza. Formula 6 je aditivna kada je $r = 1$, što modeluje neutralnost; ovo znači da formula ostaje praktično ista kao u prethodnom aditivnom modelu (Formula 5). Za $r > 1$, Formula 6 je supra-aditivna, što će reći da modeluje disjunkciju ili zamjenljivost ulaza. Konjunkcija, ili simultanost ulaza, se modeluje sub-aditivnom formulom, a to znači da je $r < 1$. Dujmović je u [63] definisao sedamnaest stepeni konjunkcije/disjunkcije.



Slika 24: LSP operatori

Svaki operator u modelu odgovara određenoj vrijednosti parametra r . Kada je $r = 1$, koristi se operator „A“ (ili znak +). „C“ operatori, ili operatori konjunkcije, su u opsegu od slabe (C--) do jake (C++) funkcije kvazi-konjunkcije; odnosno opadajuće vrijednosti r , počevši od $r < 1$.

Uopšteno, konjuktivni operatori impliciraju da ulazni indikatori koji predstavljaju loš kvalitet (male vrijednosti) nikada ne mogu biti nadomješteni visokim kvalitetom nekog drugog indikatora (drugim riječima, lanac je jak samo koliko i njegova najslabija kari-

ka). Sa druge strane, disjunktivni operatori („D“) znače da niska vrijednost jednog indikatora može biti kompenzovana visokom vrijednošću nekog drugog.

Dizajniranje LSP evaluacione šeme zahtijeva davanje odgovora na sledeća ključna pitanja (koja su sastavni dio zadatka Definisanje globalnog indikatora):

- Kakva je veza između ove grupe atributa ili pod-karakteristika: konjuktivna, disjunktivna ili neutralna?
- Koliki je intezitet logičkog operatora, od slabe do jake konjuktivne ili disjunktivne polarizacije?
- Kolika je relativna važnost ili težina svakog elementa u agregacionoj grupi ili bloku?

Zaključci i preporuke

Sumiranje procesa evaluacije obuhvata dokumentovanje komponenti Veb proizvoda, specifikacije zahtjeva za kvalitetom, metrika, indikatora, elementarnih i globalnih modela i kriterijuma odlučivanja; takođe bilježi mjere i vrijednosti elementarnih, parcijalnih i globalnih indikatora. Ocjenjivači potom mogu analizirati sakupljene podatke i povećati razumjevanje slabosti i snaga procijenjenog proizvoda u odnosu na definisanu informacionu potrebu, te u skladu sa tim preporučiti dalji tok akcije.

Čak i ako zanemarimo ostatak C-INCAMI radnog okvira, čiji je WebQEM sastavni dio, i posmatramo ovaj metod kao zaseban entitet, lako ćemo uočiti njegove dobre strane. Sažet, a opet fleksibilan predloženi model kvaliteta, dobro definisan proces i integracija LSP metoda čine ga, po mom skromnom mišljenju, najboljim sredstvom za kvantitativnu ekspertsku evaluaciju kvaliteta VA koje stručna i akademska zajednica trenutno mogu da ponude. Osim toga, WebQEM se može koristiti u ranim fazama razvoja VA podjednako efikasno kao i na operativnoj VA. Ovo je mogućnost koju prethodno opisane dvije metodologije nemaju.

Naravno, WebQEM ima i svojih mana. Najveća (i jedina) zamjerka autora WEF metodologije, ranije opisane u sekciji 3.1 ovog poglavlja, odnosi se na potrebu za ocjenjivačem koji ima ekspertsko znanje neophodno za definisanje stabla zahtjeva [57]. Što će reći — potrebno je dobro poznavanje domena u kom VA funkcioniše. Pored toga, postoji i opasnost od subjektivizacije evaluacije, ali, kao što su i sami tvorci WebQEM-a izjavili, evaluacija globalnog kvaliteta (i eventualno kasnije poređenje) ne mogu u potpunosti izbjeći subjektivnost [47].

Još jedan potencijalni problem je što bi iscrpna evaluacija, ukoliko bi se izvodila ručno, zahtijevala ogroman napor i dosta vremena. Olsina *et al.* su iz ovog razloga kreirali alat pod nazivom „C-INCAMI Tool“, međutim, u vrijeme pisanja ovog rada zvanični sajt na kom se alat pokreće je nedostupan¹⁷.

¹⁷ U [37] je naveden sledeći URL: <http://gidisw.ing.unlpam.edu.ar:8080/INCAMI-WS/> (poslednji put provjeren 16.09.2011)
Kada sam kontaktirao Dr Olsinu sa molbom da mi privremeno omogući korišćenje alata za potrebe izrade ovog rada, dobio sam sledeći kratak odgovor: „Unfortunately we can not give support to the tool“.

4. Praktična primjena izabrane metodologije

Ovo poglavlje posvećeno je praktičnoj primjeni WebQEM metodologije u svrhu evaluacije kvaliteta sajta „Računarskog fakulteta“. Naravno, usled realnih i, nadam se, shvatljivih ograničenja, moraćemo da tretiramo WebQEM izvan C-INCAMI radnog okvira i da poprilično suzimo fokus evaluacije.

Kako smo sve korake već opisali dosta detaljno, ovdje ćemo se fokusirati prvenstveno na njihovu praktičnu demonstraciju.

4.1. Specifikacija zahtjeva za kvalitetom

Mnogi atributi, opšti, kao i domen-karakteristični, mogu potencijalno doprinijeti (eksternom) kvalitetu Veb aplikacije. Međutim, u skladu sa ranije rečenim, evaluacija mora biti skoncentrisana na određenu informacionu potrebu.

Svrha ove pokazne evaluacije će biti da utvrdimo nivo eksternog kvaliteta zvaničnog sajta „Računarskog fakulteta“ iz perspektive tipičnog potencijalnog studenta, odnosno trećeg lica koje posjećuje sajt u ime potencijalnog studenta (roditelj, nastavnik, itd).

Pošto sebe ne smatram ekspertom, za ovu evaluaciju iskoristiću stablo zahtjeva za akademске Veb sajtove koje su u [45] definisali Olsina i dr. Dio ovog stabla ilustruje Slika 25, a kompletno stablo zahtjeva nalazi se u Dodatku B.

2.3. Domenske funkcionalnosti vezane za studente

2.3.1. Relevantnost sadržaja

2.3.1.1. Informacije o akademskoj jedinici

2.3.1.1.1. Indeks akademskih jedinica

2.3.1.1.2. Podsajtovi akademskih jedinica

2.3.1.2. Informacije o upisu

2.3.1.2.1. Informacije o potrebnim uslovima za upis

2.3.1.2.2. Popunjavanje/preuzimanje obrasca za prijavu

2.3.1.3. Informacije o akademskim zvanjima

2.3.1.3.1. Indeks akademskih zvanja

2.3.1.3.2. Opis akademskih zvanja

2.3.1.3.3. Plan rada/spisak ispita za akademsko zvanje

2.3.1.3.4. Opis kursa

2.3.1.3.4.1. Komentari

2.3.1.3.4.2. Nastavni program

2.3.1.3.4.3. Vremenski raspored predavanja

2.3.1.4. Informacije o uslugama koje se pružaju studentima

2.3.1.4.1. Indeks usluga

2.3.1.4.2. Podaci o zdravstvenoj zaštiti

2.3.1.4.3. Podaci o stipendiranju

2.3.1.4.4. Podaci o smještaju

2.3.1.4.5. Kulturne/sportske aktivnosti

2.3.1.5. Informacije o akademskoj infrastrukturi

2.3.1.5.1. Podaci o biblioteci

2.3.1.5.2. Podaci o laboratorijama

2.3.1.5.3. Podaci o istraživačkim dostignućima
 2.3.2. Onlajn usluge
 2.3.2.1. Veb servis
 2.3.2.2. Informacije o školarini
 2.3.2.3. FTP servis
 2.3.2.4. Usluga grupnih novosti

Slika 25: Dio stabla zahtjeva za akademski Veb sajt

Težinski faktori su navedeni u Specifikaciji zahtjeva za kvalitetom (Dodatak B), a detaljni opisi metrika mogu se naći u [45].

4.2. Dizajn i izvršavanje mjerenja i elementarne evaluacije

Mjerenje se vrši na osnovu procedura definisanih u Specifikaciji metrika. Izmjerene vrijednosti treba pohraniti u za to predviđenu bazu podataka, u skladu sa utvrđenim radnim okvirom (Slika 20).

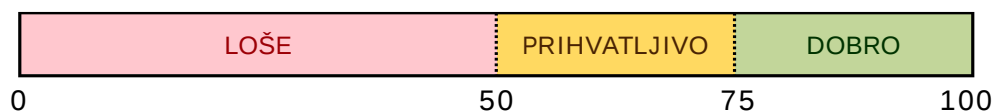
Sledeća faza je Izvršavanje elementarne evaluacije, i u njoj je neophodno definisati elementarne indikatore za svaki list stabla u skladu sa ranije utvrđenom informacionom potrebom, te primijeniti planirane metrike na izabrani entitet.

Tabela 3 predstavlja izvod iz Specifikacije indikatora (Dodatak B), i u njoj možemo vidjeti kodove listova stabla zahtjeva iz Specifikacije zahtjeva za kvalitetom i njihove elementarne indikatore. Naravno, činioci kvaliteta višeg reda iz stabla zahtjeva se u ovom koraku izostavljaju, pošto njihovo računanje spada u globalnu evaluaciju. Treća kolona sadrži težinske faktore.

KOD	ELEMENTARNI KRITERIJUM	T. F.
1.3.4	Apsolutni kontinualni kriterijum, koji je izrazito subjektivan po prirodi. Na ocjenjivaču je da pokuša dati realnu ocjenu estetske dopadljivosti sajta, sa kojom bi se složila većina korisnika. Dobar način utvrđivanja ovog elementarnog kriterijuma je anketa korisnika.	0,30
1.4.2	(0) 0,00=svojstvo ne postoji; (1) 0,30=postoje tehničke mogućnosti, ali novosti nisu osvježene duže od 45 dana; 0,60=postoje tehničke mogućnosti, ali novosti nisu osvježene duže od 20 dana; 1,00=novosti se redovno objavljuju (do 20 dana).	0,20
1.4.3	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li je indikator rezolucije ekrana dostupan (1) ili nije (0).	0,20
2.1.1.1.1	Diskretni apsolutni kriterijum, definisan u vidu podskupa, gdje je: (0) 0,00=opcija nije dostupna; (1) 0,60 = pretraga po imenu/prezimeni; (2) 1,00=(1)+proširena pretraga: mehanizam pretrage po akademskoj jedinici i/ili predmetu, odnosno naučnoj disciplini, i/ili telefonu itd.	0,33

Tabela 3: Izvod iz Specifikacije indikatora

Vrijednosti elementarnih indikatora su izračunate u skladu sa njima pridruženim elementarnim modelima. Svi elementarni indikatori su vrednovani po jedinstvenom kriterijumu, koji izgleda ovako:



Slika 26: Kriterijum odlučivanja

Možemo da vidimo (Tabela 4) da veliki broj vrijednosti spada u kategoriju „loše“, ali imajmo na umu da su neki od elementarnih kriterijuma međusobno izmjenljivi. Tako na primjer *EP* 1.1.1.1, koji ima maksimalnu moguću vrijednost, može nadomjestiti 1.1.1.2 i 1.1.1.3, za koje je utvrđeno da uopšte ne postoje na sajtu.

KOD	EP
1.1.1.1	1,00
1.1.1.2	0,00
1.1.1.3	0,00
1.1.2	0,94
1.1.3	0,00
1.1.4	0,30
1.2.1.1	0,40
1.2.1.2	0,00
1.2.2.1	0,00
1.2.2.2	0,00
1.2.3.1	0,85
1.2.3.2	0,85
1.2.3.3	0,85
1.2.4	1,00
1.2.5.1	0,00
1.2.5.2	0,00
1.2.5.3	0,00
1.3.1	1,00
1.3.2.1	1,00
1.3.2.2	1,00
1.3.2.3	1,00
1.3.3.1	1,00
1.3.3.2	1,00
1.3.3.3	0,00
1.3.4	0,65
1.4.1	0,75
1.4.2	1,00
1.4.3	0,00
2.1.1.1.1	0,00
2.1.1.1.2	0,00
2.1.1.1.3	0,00

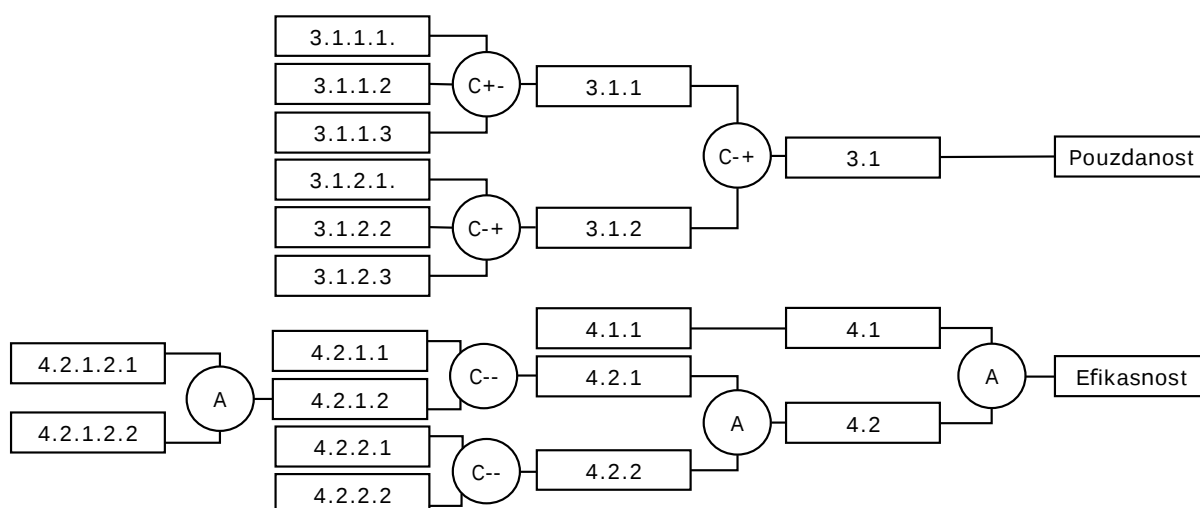
KOD	EP
2.1.1.2	0,35
2.1.2.1	0,30
2.1.2.2	0,00
2.2.1.1.1	1,00
2.2.1.1.2	1,00
2.2.1.2	0,86
2.2.2.1.1	1,00
2.2.2.1.2	1,00
2.2.2.2.1	0,70
2.2.2.2.2	1,00
2.2.3.1	0,92
2.2.3.2	0,86
2.3.1.1.1	1,00
2.3.1.1.2	1,00
2.3.1.2.1	1,00
2.3.1.2.2	1,00
2.3.1.3.1	1,00
2.3.1.3.2	0,00
2.3.1.3.3	0,30
2.3.1.3.4.1	0,00
2.3.1.3.4.2	1,00
2.3.1.3.4.3	0,00
2.3.1.4.1	1,00
2.3.1.4.2	0,70
2.3.1.4.3	1,00
2.3.1.4.4	0,00
2.3.1.4.5	0,30
2.3.1.5.1	0,00
2.3.1.5.2	0,90
2.3.1.5.3	0,90
2.3.2.1	0,00

KOD	EP
2.3.2.2	1,00
2.3.2.3	0,00
2.3.2.4	0,00
3.1.1.1	1,00
3.1.1.2	0,95
3.1.1.3	1,00
3.1.2.1	0,95
3.1.2.2	0,49

KOD	EP
3.1.2.3	1,00
4.1.1	0,76
4.2.1.1	0,90
4.2.1.2.1	0,55
4.2.1.2.2	0,42
4.2.2.1	1,00
4.2.2.2	1,00

Tabela 4: Vrijednosti elementarnih indikatora dobijeni mjerenjem

Budući da smo za model skorovanja izabrali LSP, moramo za svaki element stabla zahtjeva odrediti da li je obavezan, alternativan ili neutralan. Rezultat je stablo elementarnih indikatora, koje djelimično ilustruje Slika 27, a u cjelosti sadrži Dodatak B.



Slika 27: Dio stabla indikatora

4.3. Dizajn i izvršavanje parcijalne/globalne evaluacije

Vrijednosti elementarnih indikatora su korisne za pronalaženje slabih tačaka VA, koje umanjuju njen ukupni kvalitet, ali ukoliko želimo da dobijemo opštu sliku kvaliteta, ili želimo da uporedimo više Entiteta, moramo izvršiti parcijalnu, odnosno globalnu evaluaciju kvaliteta.

Ona se, naravno, zasniva na stablu indikatora (Slika 27) i usvojenom modelu skorovanja. Budući da linearni aditivni model ima prilično ograničen opseg primjene, u ovoj evaluaciji ćemo koristiti nelinearni višekriterijumski model (LSP) koji, kao što je ranije opisano u odjelu 3.3.3, omogućava modelovanje simultanosti, izmjenljivosti i neutralnosti ulaznih vrijednosti.

Kriterijum odlučivanja ostaje isti kao u prethodnom koraku. Indikatori čija vrijednost ulazi u opseg 0,00 – 0,49 smatraju se neprihvatljivo lošim i zahtijevaju hitno preduzimanje korektivnih akcija. Vrijednosti u opsegu 0,50 – 0,74 su prihvatljive, ali im, nakon što se obrade indikatori visokog prioriteta, treba posvetiti pažnju i ukoliko resursi dozvoljavaju podići nivo njihovog kvaliteta. Treći opseg vrijednosti, od 0,75 do 1,00 je prihvatljiv i smatra se da ne zahtijeva obavezne korektivne akcije.

KOD	NAZIV	VR. IND.
	Eksterni kvalitet	0,73
1	Upotrebljivost	0,67
1.1	Globalna razumljivost sajta	0,50
1.1.1	Globalna organizaciona šema	0,90
1.2	Onlajn fidbek i Pomoć	0,66
1.2.1	Kvalitet sistema pomoći	0,22
1.2.2	Indikator datuma poslednje izmjene	0,00
1.2.3	Adresar	0,85
1.2.5	Onlajn fidbek	0,00
1.3	Interfejs i estetska svojstva	0,89
1.3.2	Doslednost prezentacije i konzistentnost položaja glavnih kontrola	1,00
1.3.3	Stil	0,89
1.4	Ostala svojstva	0,75
2	Funkcionalnost	0,62
2.1	Pretraga i pronalaženje	0,18
2.1.1	Mehanizmi pretrage sajta	0,20
2.1.1.1	Usmjerena pretraga	0,00
2.1.2	Mehanizmi prihvatanja informacija	0,13
2.2	Navigacija i traganje	0,95
2.2.1	Lakoća navigacije	0,97
2.2.1.1	Orijentacija	1,00
2.2.2	Objekti za kontrolu navigacije	0,98
2.2.2.1	Konzistentnost prezentacije i stabilnost kontekstualnih kontrola (na poddomenskim sajtovima)	1,00
2.2.2.2	Količina potrebnog pomjeranja (skrolovanja)	0,91
2.2.3	Predvidljivost navigacije	0,88
2.3	Domenske funkcionalnosti vezane za studente	0,63
2.3.1	Relevantnost sadržaja	0,68
2.3.1.1	Informacije o akademskoj jedinici	1,00
2.3.1.2	Informacije o upisu	1,00
2.3.1.3	Informacije o akademskim zvanjima	0,31
2.3.1.3.4	Opis kursa	0,40
2.3.1.4	Informacije o uslugama koje se pružaju studentima	0,69
2.3.1.5	Informacije o akademskoj infrastrukturi	0,51
2.3.2	Onlajn usluge	0,35
3	Pouzdanost	0,89
3.1	Nedostatak defekata	0,89
3.1.1	Greške u linkovima	0,98
3.1.2	Ostale greške ili loša svojstva	0,76
4	Efikasnost	0,82
4.1	Performanse	0,84
4.2	Pristupačnost (za lica sa posebnim potrebama)	0,81
4.2.1	Pristupačnost informacija	0,72
4.2.1.2	Čitljivost i pored isključenog prikaza slika	0,49
4.2.2	Pristupačnost prozora	1,00

Tabela 5: Vrijednosti parcijalnih/globalnih indikatora

4.4. Analiza i preporuke

Čak i letimičan pogled na rezultate ove evaluacije (Tabela 5) može nam dati neke interesantne uvide. Na prvom mjestu, možemo primijetiti da nijedna karakteristika kvaliteta sa stabla zahtjeva ne ulazi u kategoriju „loše“, što je, naravno, pohvalno. Međutim, „Upotrebljivost“ i „Funkcionalnost“ su opasno blizu donje granice prihvatljivosti. U skladu sa tim, globalni indikator kvaliteta sajta ulazi u opseg srednjih (prihvatljivih) vrijednosti. Ovo znači da korektivne akcije nisu nužno neophodne, ali prostor za značajna poboljšanja postoji. Drugim riječima, u ovom slučaju ne važi ona stara narodna izreka da je kod majstora „najtuplja sjekira“, ali nije baš ni oštra kao što bi trebala biti.

Počnimo analizu od karakteristike koja ima najmanje „loših“ indikatora — „Efikasnosti“. Uopšteno, ova karakteristika ima dobar skor, ali vrijednost indikatora 4.2.1.2 („Čitljivost i pored isključenog prikaza slika“) je ispod prihvatljivog nivoa (0,49). Ako se spustimo niže, vidjećemo da je glavni razlog za ovako loš rezultat niska „Opšta čitljivost“ (4.2.1.2.2) sajta nakon što se prikaz slika isključi. Uzrok ovoga je što se glavni meni sajta u ovakvoj situaciji ne vidi, jer je iste boje kao i pozadina, što čini sajt praktično neupotrebljivim. Osim ovoga, čitljivost sajta i pored neprikazanih slika je dobra, ali nevidljivost menija je dodatno „kažnjena“.

PREPORUKA 1: Promijeniti ili boju slova glavnog menija ili boju njegove pozadine, kako bi stavke menija bile vidljive kada se prikaz slika isključi. Ovo će znatno povećati opštu čitljivost sajta za korisnike sa posebnim potrebama.

Prioritet: 5/5

„Pouzdanost“ sajta je doista dobra, ali jedan atribut zahtijeva dodatnu pažnju — 3.1.2.2, odnosno „Defekti ili neočekivani rezultati nezavisni od pretraživača“. Vrijednost elementarnog indikatora ovog atributa je samo 0,49, zbog greške koja se javlja prilikom pretraživanja, a manifestuje se gubljenjem slova „č“ iz fraze za pretraživanje. Tako, na primjer, kada se u polje za pretragu ukuca „računarstvo“, sajt traži sadržaj u kom se pominje „ra_unarstvo“, a koji, naravno, ne postoji. Takođe, pretraga upita koji se zadaju na ćirilici je praktično neupotrebljiva, čak i kada se sajt prebaci u ćirilčni mod. Imajući u vidu važnost sistema pretraživanja sajta, ovaj defekt je prilikom ocjenjivanja dodatno „kažnjen“.

Vrijednost ovog indikatora je umanjila i činjenica da, kada se sajt prebaci u ćirilčni mod, na podstranicama ne postoji link ka ćirilčnoj verziji početne stranice sajta. Umjesto toga, oba linka (logo u gornjem lijevom uglu i pokazivač putanje na podstranici) vode do latinične verzije.

PREPORUKA 2: Prepraviti ćirilčnu verziju sajta tako da uključuje i link ka početnoj stranici na ćirilici. Budući da sajt pokreće sistem za upravljanje sadržajima, ovo se može lako postići korišćenjem drugog šablona za ćirilčnu verziju.

Prioritet: 3/5

Karakteristika „Funkcionalnost“ je posebno zanimljiva, zato što se, skupa sa „Upotrebljivošću“, najviše tiče naše ciljne grupe a ima prilično nizak rezultat.

Najprije ćemo pažnju posvetiti parcijalnom indikatoru koji u ovoj grupi ima najmanju vrijednost: 2.1 – „Pretraga i pronalaženje“ (samo 0,18). Vidjeli smo da sistem pretrage donekle umanjuje nivo pouzdanosti sajta, ali njegov uticaj na funkcionalnost je dosta ozbiljniji. Nedostatak opcije usmjerene pretrage i nizak nivo uspješnosti globalne pretrage čine sistem pretrage daleko najslabijom tačkom sajta.

PREPORUKA 3: Poboljšati funkcionalnost i efektivnost sistema pretrage sajta.

Prioritet: 4/5

Takođe, neke vrlo važne informacije za potencijalne studente, kao što su podaci o smještaju (2.3.1.4.4), biblioteci (2.3.1.5.1) i kulturnim, odnosno sportskim aktivnostima (2.3.1.4.5) nedostaju ili su jako oskudne. „Računarski fakultet“ svojim studentima za sada ne obezbjeđuje smještaj, niti im pomaže da ga pronađu, ali i to treba istaći na sajtu. Takođe nema nikakvih podataka o fakultetskoj biblioteci (veličina, raspoloživost, uslovi korišćenja i sl) i raspoloživom književnom fondu.

PREPORUKA 4: Objaviti na sajtu nedostajuće informacije o smještaju i biblioteci i poboljšati kvalitet i detaljnost postojećih informacija o sportskoj sekciji RAF-a.

Prioritet: 5/5

Analiza pod-koncepta „Upotrebljivost“ govori nam da parcijalni indikatori pod-karakteristika „Onlajn fidbek i Pomoć“ (1.2) i „Globalna razumljivost sajta“ (1.1) jedva zadovoljavaju minimalne zahtjeve za kvalitetom.

Globalna razumljivost sajta u normalnim okolnostima znatno je umanjena nedostatkom virtuelne ture namijenjene brucosima i potencijalnim studentima.

PREPORUKA 5: Napraviti odgovarajuću virtuelnu turu koja će zainteresovanom korisniku prezentovati „Računarski fakultet“ na zabavan i svrsishodan način, tako da ne mora pretraživati nekoliko stranica sajta da bi se informisao. Primjer odlične interaktivne virtuelne ture može se naći na adresi: <http://du.ctpprojects.com/>

Prioritet: 4/5

Vjerujem da bi ovdje navedene preporuke značajno poboljšale kvalitet sajta koji je bio predmet evaluacije, a samim tim i doprinjele formiranju bolje predstave o „Računarskom fakultetu“ u široj javnosti.

Vodite računa da elementarni, parcijalni i globalni indikatori odslikavaju rezultate za specifičnu informacionu potrebu, koja se tiče specifične korisničke grupe, i ne bi se trebali shvatati kao opšta ocjena kvaliteta sajta. Međutim, preporuke 1, 2, i 3 tiču se opštih svojstava i njihova implementacija imala bi povoljan uticaj na kvalitet sajta u širem kontekstu.

5. Zaključak

Veb se razvio mimo ičijih očekivanja tokom kratkog perioda od dvadesetak godina, od kad je Tim Berners-Li začeo i 6. avgusta 1991. godine poklonio svijetu sistem za pretvaranje Interneta u izdavački medijum, koji će služiti dijeljenju i širenju naučnih saznanja i informacija, i nazvao ga „*World Wide Web*“. Postao je uistinu nezamjenljiv i prijeko potreban mnogim pojedincima i organizacijama širom svijeta.

Međutim, ovaj izuzetni napredak nije došao bez cijene. Uporedo sa mogućnostima, korisničkom bazom i bogatstvom sadržaja, na Vebu je rastao i kaos. Prosto, nismo znanjem ispratili nevjerovatan skok od dobrih starih statičnih HTML stranica do potpuno funkcionalnih, interaktivnih, distribuiranih, skalabilnih i kakvih sve još ne *Veb aplikacija*. A ovi zvučni izrazi ne znače samo da su današnje VA komplikovanije od nekadašnjih, već i da mi — kao Globalno selo — sve više i više od njih zavisimo. Shodno tome, početkom ovoga vijeka naglo je poraslo interesovanje za njihov *kvalitet* [40,3]. Valjani metodi razvoja VA, koji bi taj kvalitet osigurali, kao i metodi za njegovu naknadnu evaluaciju (kod operativnih VA) postali su vrlo tražena „roba“. Međutim, čini se da je većina stručnjaka (bila) zatečena ovim trendom — kao srpski putari januarskim snijegom.

Ne znam kako na sve gledaju inženjeri kvaliteta i drugi ljudi koji su u posao sa kvalitetom softvera uključeni neposrednije, i duže vremena, ali slika koju nepristrasni posmatrač, čak i „zelen“ poput mene, stekne kada baci pogled na ovo polje, nije ni malo pozitivna. U [64] se čak kaže da je „problem kvaliteta“ jedan od najvećih neuspjeha softverskog inženjeringa.

Ja se ne mogu mirne savjesti složiti sa ovako strogom ocjenom, ali zaista, analizirajući evoluciju istraživanja na ovu temu, nemoguće je ne primijetiti nedostatak jedinstvene vizije kvaliteta softvera uopšte, a pogotovo kvaliteta Veb aplikacija. Veliki broj različitih pristupa kvalitetu, modela kvaliteta i nedostatak solidne i jedinstvene ontološke podloge takođe ne čine jake kontra-argumente gornjoj tvrdnji.

Međutim ovakva situacija ne treba da čudi, jer smo u početku bili prinuđeni da punu pažnju posvetimo tehnološkoj strani razvoja Veb softvera, a korisnicu su, po običaju, bili zadovoljni pukim ispunjavanjem njihovih funkcionalnih zahtjeva. Međutim, sticanjem iskustva počeli su da rastu i njihovi zahtjevi u pogledu hedonističkih, a ne samo tehničkih potreba, pa su pitanja kvaliteta počela da nam zadaju ozbiljne glavobolje.

Ovo je trebao da bude diplomski rad jednog inženjera, a čini mi se da u pojedinim djelovima više liči na mudrovanje nekog „kvazi-filozofa“. No, svako ko se upusti u izučavanje teme kao što je Kvalitet — i želi to da uradi najbolje što može i umije — ne može a da ne napravi makar dva – tri koraka tom slavnom stazom, utabanom stopama nekih od najvećih ljudi koje je čovječanstvo izrodilo. To je, makar, moj stav.

Ne možemo govoriti o mjerenju nečega, a da, u suštini, nemamo ni najmanju predstavu o tome šta u stvari mjerimo. Zato sam u drugom poglavlju pokušao da predočim neke svoje i tuđe ideje o tome šta bi mogao biti Kvalitet — iz filozofskog ugla, jer WWW ima i filozofsku, sociološku, ekonomsku, bezbjedonosnu, tehnološku i svaku drugu dimenziju. Naravno, nisam mogao, niti htio, da zanemarim pragmatičnost, tako su dobar dio drugog, te čitavo 3. i 4. poglavlje posvećeni nekima od praktičnih i danas široko korišćenih pristupa definisanju, mjerenju i evaluaciji kvaliteta. Međutim, kroz čitav ovaj rad ambicija mi je bila da naglasim kompleksnost i višedimenzionalnost onoga što se kratko (i uglavnom nepromišljeno) naziva Kvalitetom.

Pored svih dostupnih tehnika, koje nesumnjivo imaju svoju upotrebnu i teorijsku vrijednost, smatram da je najvažnije pitanje: kako u ljudima koji izrađuju softver (ili rade bilo šta drugo, kad smo već kod toga) probuditi onu iskru, koja tinja u svima nama, a koja nas tjera da težimo izvrsnosti i uvijek damo najbolje od sebe, da stremimo Kvalitetu? Jer, kada bismo se svi vodili Kvalitetom, i kada bi nam on bio osnovni cilj i svrha sam po sebi, onda bi sve tehnike, definicije i metodologije bile izlišne. Autori [65] su, dakle, po mom mišljenju u pravu kada kažu da je kvalitet svakako lakše postići, nego mjeriti i definisati. To je moj glavni zaključak i najjači utisak koji nosim iz ove avanture i želio bih da upravo to bude centralna poruka ovog rada.

Nikada nisam smatrao da znam mnogo o bilo čemu, ali tek nakon što sam (tek do članka) zašao u more istraživanja o kvalitetu Veb aplikacija, i Kvalitetu uopšte, shvatio sam koliko je zaista mršavo moje znanje. Pokušao sam to da nadoknadim čitanjem i razmišljanjem, pa opet čitanjem, čitanjem, čitanjem i čitanjem, prateći razne tragove i reference, ali, na moju veliku žalost, nemoguće je u kratkom vremenskom roku propisno obraditi tako bogatu ideju kao što je Kvalitet i čitavo jedno naučno-istraživačko polje, pa makar ono i bilo mlado kao Veb inženjering. Shodno tome, svjestan sam da je ovaj rad nedovršen i nedorečen, da ima dosta propusta i površno obrađenih stavki. Ipak, nadam se da sam makar postavio neka *kvalitetna* pitanja, koja će u budućnosti meni ili, što je dosta vjerovatnije, nekom pametnijem, poput busole, ukazivati na pravi put i možda dovesti do otkrića nekih *novih* Novih svjetova u Veb inženjeringu, koji su ovoj relativno mladoj istraživačkoj oblasti prijeko potrebni.

6. Literatura

- [1] Tim Berners-Lee and Robert Cailliau. (1990, Novembar) W3C. [Online]. <http://www.w3.org/Proposal>
- [2] Tim Berners-Lee. (1991, Aug.) Google Groups. [Online]. http://groups.google.com/group/alt.hypertext/tree/browse_frm/thread/7824e490ea164c06/f61c1ef93d2a8398?num=1&hl=en&q=group%3Aalt.hypertext+author%3ATim+author%3ABerners-Lee&_done=%2Fgroup%2Falt.hypertext%2Fbrowse_frm%2Fthread%2F7824e490ea164c06%2Ff61c1ef9
- [3] San Murgesan, "Web Application Development: Challenges and The Role of Web Engineering," in *Web Engineering - Modelling and Implementing Web Applications*, Gustavo Rossi et al., Eds.: Springer, 2008, ch. 2, pp. 7-32.
- [4] Gerti Kappel, Birgit Proll, Seigfried Reich, and Werner Retschitzegger, "An Introduction to Web Engineering," in *Web Engineering - The Discipline of Systematic Development of Web Applications*. Heidelberg: John Wiley & Sons, Ltd, 2006, pp. 1-17.
- [5] Jeff Offut, "Web Software Applications Quality Attributes," George Mason University, 2003.
- [6] Boualem Benatallah, Fabio Casati, Gerti Kappel, and Gustavo Rossi, "Preface," in *Proceedings of 10th International Conference on Web Engineering (ICWE 2010)*, Beč, Austrija, 2010.
- [7] Maristella Matera, Francesca Rizzo, and Giovanni Toffetti Carughi, "Web Usability: Principles and Evaluation Methods," in *Web Engineering*, Emilia Mendes and Nile Mosley, Eds.: Springer, 2006, ch. 5, pp. 143-180.
- [8] Srpska akademija nauka i umetnosti, *Rečnik srpskohrvatskog književnog i narodnog jezika*. Beograd.
- [9] Robert M. Pirsig, *Zen and the Art of Motorcycle Maintenance - An Inquiry into Values*, 25th ed.: HarperCollins, 1999 (orig. 1974).
- [10] David Garvin, "What does 'product quality' really mean?," *Sloan Management Review*, vol. I, no. 26, pp. 25-45, 1984.
- [11] Victor Sower and Frank Fair, "There's More To Quality than Continuous Improvement: Listening to Plato," *Quality Management Journal*, vol. I, no. 12, pp. 8-20, 2005.
- [12] Robert M. Pirsig, *Lila: An Inquiry into Morals*, Corgy ed.: Corgy Books, 1992 (Orig. 1991).
- [13] Magne Jørgensen, "Software quality measurement," University of Oslo, Department of Informatics, Oslo, Norway, 1997.

- [14] Giorgio Bjarnik, "Towards valid quality models for websites," University of Udine, Udine, 2001.
- [15] "ISO/IEC CD 25010.3, Software Engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Quality Model and Guide," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2009.
- [16] "ISO/IEC 9126:1991, Information Technology - Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for Their Use," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 1991.
- [17] Nigel Bevan, "Quality in Use: Meeting User Needs for Quality," *Journal of Systems and Software*, vol. I, no. 49, pp. 89-96, 1999.
- [18] "ISO/IEC 9126-1:2001, Software Engineering - Product Quality - Part 1: Quality Model," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2001.
- [19] "ISO/IEC TR 9126-2:2003, Software Engineering - Product Quality - Part 2: External Metrics," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2003.
- [20] "ISO/IEC TR 9126-3:2003, Software Engineering - Product Quality - Part 3: Internal Metrics," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2003.
- [21] "ISO/IEC TR 9126-4:2004, Software Engineering - Product Quality - Part 4: Quality in Use Metrics," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2004.
- [22] "ISO/IEC 14598-1:1999, Information Technology—Software Product Evaluation—Part 1: General Overview," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 1999.
- [23] "ISO/IEC 14598-3:2000, Information Technology - Software Product Evaluation - Part 3: Process for Developers," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2000.
- [24] "ISO/IEC 14598-5:1998, Information Technology - Software Product Evaluation - Part 5: Process for Evaluators," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 1998.
- [25] "ISO/IEC 14598-4:1999, Information Technology - Software Product Evaluation - Part 4: Process for Acquirers," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 1999.
- [26] "ISO/IEC 14598-2:2000, Information Technology - Software Product Evaluation - Part 2: Planning and Management," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2000.
- [27] "ISO/IEC 14598-6:2001, Information Technology - Software Product Evaluation - Part 6: Documentation of Evaluation Modules," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2001.
- [28] Motoei Azuma, "SQuaRE: The next generation of the ISO/IEC 9126 and 14598 international standards series on software product quality," 2001.

- [29] Rafa Al-Qutaish, "An Investigation of the Weaknesses of the ISO 9126 International Standard," in *Proceedings of Second International Conference on Computer and Electrical Engineering*, 2009, pp. 275-279.
- [30] Rafa Al-Qutaish, "ISO 9126: Analysis of Quality Models and Measures," in *Software Metrics and Software Metrology*, Alain Abrain, Ed.: John Wiley & Sons, Inc, 2010, ch. 10, pp. 205-228.
- [31] Rafa Al-Qutaish, "Measuring the Software Product Quality During the Software Development Life-Cycle: An International Organization for Standardization Standards Perspective," *Journal of Computer Science*, vol. V, no. 5, pp. 392-397, 2009.
- [32] Witold Suryn and Blanca Gil, "ISO/IEC 9126-3 internal quality measures: are they still useful?," 2005.
- [33] Luis Olsina and Hernan Molina, "How To Measure And Evaluate Web Applications In A Consistent Way," in *Web Engineering - Modelling and Implementing Web Applications*, Gustavo Rossi et al., Eds. London: Springer, 2008, ch. 8, pp. 385-420.
- [34] "ISO/IEC 25000:2005, Software Engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2005.
- [35] "ISO/IEC 25001:2007, Software Engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Planning and Management," ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2007.
- [36] Nigel Bevan, Jurek Kirakowski, and Jonathan Maissel, "What is Usability?," in *Proceedings of the 4th International Conference on HCI*, Stuttgart, 1991.
- [37] Pablo Becker and Luis Olsina, "Towards Support Processes for Web Projects," GIDIS_Web, Engineering School, UNLPam, La Pampa, Argentina, 2010.
- [38] Philip Lew and Luis Olsina, "Instantiating Web Quality Models in a Purposeful Way," in *11th Int'l Conference on Web Engineering (ICWE2011)*, Paphos, Cyprus, 2011, pp. 214-229.
- [39] Luigi Buglione et al., "A Quality Model for Web-based Environments: First Results," 2004.
- [40] Ljubomir Lazić, "Izazovi u testiranju i oceni kvaliteta Veb aplikacija," Državni univerzitet u Novom Pazaru, Novi Pazar, 2010.
- [41] Eleanor Loiacono, Richard Watson, and Dale Goodhue, "WebQual™: A Measure of Web Site Quality," Worcester Polytechnic Institute & University of Georgia, Worcester, Massachusetts and Athens, Georgia, 2002.
- [42] Stuart Barnes and Richard Vidgen, "An Integrative Approach to the Assessment of E-Commerce Quality," *Journal of Electronic Commerce Research*, vol. III, no. 3, pp. 114-127, 2002.

- [43] Mario Spremić, Božidar Janković, and Mirjana Pejić Bach, "Web metrics for managing quality and auditing Croatian hotel web sites - cluster analysis," *WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS*, vol. VII, no. 3, pp. 229-238, March 2008.
- [44] Angeles Moraga, Julio Cordoba, Coral Calero, and Cristina Cachero, "A General View of Quality Models for Web Portals and a Particularization to E-Banking Domain," in *Web Information Systems Quality*, Coral Calero Muñoz, Ángeles Moraga, and Mario Piattini, Eds. Hershey, New York: Information Science Reference, 2008, ch. 7, pp. 113-129.
- [45] Luis Olsina, G. Godoy, G. J. Lafuente, and Gustavo Rossi, "Specifying Quality Characteristics and Attributes for Websites," UNLP Argentina, 2001.
- [46] Gerald Quirchmayr, Suree Funilkul, and Wichian Chutimaskul, "A Quality Model of e-Government Services Based on the ISO/IEC 9126 Standard," University of Vienna; University of Technology Thonburi, Viena, Bangkok, 2007.
- [47] Luis Olsina and Gustavo Rossi, "Measuring Web Application Quality with WebQEM," *IEEE Multimedia*, vol. 9, no. 4, pp. 20-29, 2002.
- [48] Hongxiu Li and Reima Suomi, "A Proposed Scale for Measuring E-service Quality," *International Journal of u- and e-Service, Science and Technology*, vol. II, no. 1, 2009.
- [49] Melody Ivory, Rashmi Sinha, and Marti A. Hearst, "Empirically Validated Web Page Design Metrics," in *ACM SIGCHI'01*, Seattle, WA, USA, 2001.
- [50] Francisco Montero, María Dolores Lozano, and Pascual González, "Usability-Oriented Quality Model Based on Ergonomic Criteria," in *Web Information Systems Quality*, Coral Calero Muñoz, Ángeles Moraga, and Mario Piattini, Eds. Hershey, New York: Information Science Reference, 2008, ch. 8, pp. 220-233.
- [51] Coral Calero, Julian Ruiz, and Mario Piattini, "A Web Metrics Survey Using WQM," in *ICWE 2004*, 2004, pp. 147-160.
- [52] Luigi Bublione, Francesco Gasparro, Enrico Giacobbe, and Claudio Grande, "A Quality Model for Web-based Environments: GUFPI-ISMA Viewpoint," GUFPI-ISMA, Rome, 2002.
- [53] Ljubomir Lazić, "Integralni i optimizirani proces testiranja softvera (IOPTS), uvodno predavanje," Državni univerzitet u Novom Pazaru, Novi Pazar, 2007.
- [54] Hazura Zulzalil, Abdul Azim Abd Ghani, Mohd Hasan Selamat, and Ramlan Mahmod, "A Case Study to Identify Quality Attributes Relationships for Web-based Applications," *International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. VIII, no. 8, pp. 215-220, November 2008.
- [55] Luis Olsina, "Strategies for Quality Assessment of WebApps," in *Second Ibero-American Conference on Web Engineering*, Santa Fe de la Vera Cruz, Santa Fe, 2002.

- [56] Melody Ivory and Chevalier Aline, "A Study of Automated Web Site Evaluation Tools," University of Washington & University of Provence, Technical Report UW-CSE-02-10-11, 2002.
- [57] Zihou Zhou, "Evaluating Websites Using a Practical Quality Model," Software Technology Research Laboratory, De Montfort University, MPhil Thesis 2009.
- [58] Saul Rockman, "Assesing the Outcomes of Interactive Web Sites," in *Web Designs for Interactive Learning Conference*, Ithaca, New York, 2005.
- [59] Susan Jamieson, "Likert scales: how to (ab)use them," *Medical Education*, vol. I, no. 38, pp. 1212-1218, 2004.
- [60] Geoffrey Norman and David Streiner, *PDQ Statistics*. Hamilton, Canada: BC Decker Inc, 2003.
- [61] Luis Olsina and Martin Angeles, "Ontology for Software Metrics and Indicators," *Journal of Web Engineering*, vol. II, no. 4, pp. 362-381, 2004.
- [62] Hernan Molina, Luis Olsina, and Gustavo Rossi, "Context-Based Recommendation Approach for Measurement and Evaluation Projects," *Journal of Software Engineering & Applications*, vol. III, pp. 1089-1106, December 2010.
- [63] Jožo Dujmović, "A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems," Department of Computer Science, San Francisco State University, San Francisco, 1996.
- [64] Marc-Alexis Côté, Witold Suryn, and Elli Georgiadou, "Software Quality Model Requirements for Software Quality Engineering," 2006.
- [65] Paul Grünbacher, Rudolf Ramler, Werner Retschitzegger, and Wieland Schwinger, "Making Quality a First-Class Citizen in Web Engineering," Johannes Kepler University & Software Competence Center Hagenberg, Linz, Hagenberg, 2004.

7. Dodatak A: Likertove stavke za WebQual

Kategorija	Dimenzija	Tvrdnja
Korisnost	Informaciona podesnost	Informacije na sajtu su manje-više sve što mi je potrebno da bih izvršio/la svoje zadatke.
		Veb sajt adekvatno zadovoljava moje informacione potrebe.
		Informacije na Veb sajtu su efektne.
	Prilagođene komunikacije	Veb sajt mi omogućava interakciju preko koje mogu dobiti prilagođene informacije.
		Veb sajt ima interaktivne funkcionalnosti koje mi pomažu pri izvršavanju zadatka.
		Mogu komunicirati sa sajtom, tako da dobijem informacije prilagođene mojim specifičnim potrebama.
	Povjerenje	Osjećam se bezbjedno tokom izvršavanja transakcija sa sajtom.
		Vjerujem da će Veb sajt osigurati bezbjednost mojih ličnih podataka.
		Vjerujem da administratori sajta neće zloupotrijebiti moje lične podatke.
	Performanse	Tokom korišćenja sajta, vrlo malo vremena prođe od mojih akcija do odgovora sajta.
		Veb sajt se brzo učitava.
		Sajtu treba mnogo vremena za učitavanje.
Lakoća korišćenja	Lakoća razumijevanja	Stranice na sajtu su lako čitljive.
		Tekst na sajtu se lako čita.
		Labele na sajtu su lako razumljive.
	Intuitivne operacije	Lako učim da koristim sajt.
		Lako bih postao/la vješt(a) u korišćenju ovog sajta.
		Smatram da je korišćenje sajta vrlo jednostavno.

Kategorija	Dimenzija	Tvrdnja
Zabava	Vizuelna privlačnost	Veb sajt je vizuelno zadovoljavajuć.
		Veb sajt prikazuje vizuelno zadovoljavajući dizajn.
		Veb sajt je vizuelno privlačan.
	Inovativnost	Veb sajt je inovativan.
		Dizajn sajta je inovativan.
		Veb sajt je kreativan.
	Emocionalna privlačnost	Srećan/na sam kada koristim ovaj sajt.
		Raspoložen/a sam tokom korišćenja sajta.
		Raspoložen sam za socijalne kontakte tokom korišćenja sajta.
Izgradnja odnosa	Konzistentan imidž	Veb sajt projektuje imidž koji je konzistentan sa opštim imidžom kompanije/organizacije.
		Veb sajt se uklapa u moje viđenje kompanije/organizacije.
		Veb sajt se uklapa u imidž kompanije.
	Onlajn kompletnost	Veb sajt omogućava onlajn transakcije.
		Čitav moj posao sa kompanijom može se obaviti preko sajta.
		Uglavnom se svi poslovni procesi mogu obaviti preko sajta.
	Relativna prednost	Lakše mi je da završim posao koji imam sa kompanijom preko sajta, nego da pozovem telefonom, pošaljem faks ili imejl predstavniku.
		Lakše je koristiti sajt nego direktno telefonom komunicirati sa predstavnikom kompanije.
		Veb sajt je alternativan način za stupanje u kontakt sa korisničkom podrškom ili prodajnim odjeljenjem.

8. Dodatak B: Prateća dokumentacija za 4. Poglavlje

8.1. Specifikacija zahtjeva za kvalitetom

Objekat evaluacije:	Veb sajt akademske ustanove.
Entitet:	Sajt „Računarskog fakulteta“ univerziteta „Union“ sa sjedištem u Beogradu (http://www.raf.edu.rs).
Korisnička uloga (gledište):	Potencijalni student ili treće lice koje koristi sajt u njegovo ime.
Mjerljivi koncept:	Eksterni kvalitet.
Izabrani model koncepta:	Zasnovan na ISO/IEC 9126 standardu, prilagođen od strane Olsine i dr. [45] za evaluaciju akademskih Veb sajtova.

1. Upotrebljivost (0,25)¹⁸

- 1.1. Globalna razumljivost sajta (0,40)
 - 1.1.1. Globalna organizaciona šema (0,40)
 - 1.1.1.1. Mapa sajta (0,35)
 - 1.1.1.2. Sadržaj (TOC) (0,35)
 - 1.1.1.3. Abecedni indeks (0,30)
 - 1.1.2. Kvalitet sistema imenovanja (0,15)
 - 1.1.3. Tura namijenjena studentima (0,30)
 - 1.1.4. Mapa (kampus/zgrade) (0,15)
- 1.2. Onlajn fidbek i Pomoć (0,20)
 - 1.2.1. Kvalitet sistema pomoći (0,30)
 - 1.2.1.1. Pomoć namijenjena studentima (0,70)
 - 1.2.1.2. Pretraga pomoći (0,30)
 - 1.2.2. Indikator datuma poslednje izmjene (0,10)
 - 1.2.2.1. Globalni (0,60)
 - 1.2.2.2. Za opseg (za poddomen ili pojedinačnu stranicu) (0,40)
 - 1.2.3. Adresar (0,20)
 - 1.2.3.1. Indeks e-mail adresa (0,35)
 - 1.2.3.2. Indeks brojeva telefona/faksova (0,35)
 - 1.2.3.3. Indeks poštanskih adresa (0,30)
 - 1.2.4. FAQ (0,30)
 - 1.2.5. Onlajn fidbek (0,10)
 - 1.2.5.1. Upitnik (0,33)
 - 1.2.5.2. Knjiga gostiju (0,33)
 - 1.2.5.3. Komentari (0,33)
- 1.3. Interfejs i estetska svojstva (0,25)
 - 1.3.1. Kohezivnost grupisanjem glavnih kontrola (0,30)
 - 1.3.2. Doslednost prezentacije i konzistentnost položaja glavnih kontrola (0,30)
 - 1.3.2.1. Konzistentnost direktnih kontrola (0,35)

¹⁸ U zagradama su navedeni težinski faktori svakog elementa stabla zahtjeva

- 1.3.2.2. Konzistentnost indirektnih kontrola (0,30)
- 1.3.2.3. Stabilnost (0,35)
- 1.3.3. Stil (0,10)
 - 1.3.3.1. Uniformnost boja linkova (0,45)
 - 1.3.3.2. Globalna uniformnost sajta (0,45)
 - 1.3.3.3. Globalno objašnjenje stila (0,10)
- 1.3.4. Estetska dopadljivost (0,30)
- 1.4. Ostala svojstva (0,15)
 - 1.4.1. Podrška za strani jezik (0,60)
 - 1.4.2. Novosti (0,20)
 - 1.4.3. Indikator rezolucije ekrana (0,20)

2. Funkcionalnost (0,35)

- 2.1. Pretraga i pronalaženje (0,15)
 - 2.1.1. Mehanizmi pretrage sajta (0,65)
 - 2.1.1.1. Usmjerena pretraga (0,30)
 - 2.1.1.1.1. Traženje osoba (0,33)
 - 2.1.1.1.2. Traženje ispita (0,33)
 - 2.1.1.1.3. Traženje studijskog programa (0,33)
 - 2.1.1.2. Globalna pretraga (0,70)
 - 2.1.2. Mehanizmi prihvatanja informacija (0,35)
 - 2.1.2.1. Nivo prilagodljivosti (0,60)
 - 2.1.2.2. Nivo fidbeka (0,40)
- 2.2. Navigacija i traganje (0,20)
 - 2.2.1. Lakoća navigacije (0,40)
 - 2.2.1.1. Orjentacija (0,80)
 - 2.2.1.1.1. Indikator putanje (0,50)
 - 2.2.1.1.2. Prikaz naziva trenutne pozicije (0,50)
 - 2.2.1.2. Prosječan broj linkova po stranici (0,20)
 - 2.2.2. Objekti za kontrolu navigacije (0,30)
 - 2.2.2.1. Konzistentnost prezentacije i stabilnost kontekstualnih kontrola (na poddomenskim sajtovim) (0,75)
 - 2.2.2.1.1. Konzistentnost kontekstualnih kontrola (0,50)
 - 2.2.2.1.2. Stabilnost kontekstualnih kontrola (0,50)
 - 2.2.2.2. Količina potrebnog pomjeranja (skrolovanja) (0,25)
 - 2.2.2.2.1. Vertikalno pomjeranje (0,40)
 - 2.2.2.2.2. Horizontalno pomjeranje (0,60)
 - 2.2.3. Predvidljivost navigacije (0,30)
 - 2.2.3.1. Naziv linka (link sa objašnjenjem) (0,40)
 - 2.2.3.2. Kvalitet fraze korišćene za link (0,60)
- 2.3. Domenske funkcionalnosti vezane za studente (0,65)
 - 2.3.1. Relevantnost sadržaja (0,80)
 - 2.3.1.1. Informacije o akademskoj jedinici (0,10)
 - 2.3.1.1.1. Indeks akademskih jedinica (0,50)
 - 2.3.1.1.2. Podsajtovi akademskih jedinica (0,50)
 - 2.3.1.2. Informacije o upisu (0,30)
 - 2.3.1.2.1. Informacije o potrebnim uslovima za upis (0,65)
 - 2.3.1.2.2. Popunjavanje/preuzimanje obrasca za prijavu (0,35)
 - 2.3.1.3. Informacije o akademskim zvanjima (0,10)

- 2.3.1.3.1. Indeks akademskih zvanja (0,10)
- 2.3.1.3.2. Opis akademskih zvanja (0,20)
- 2.3.1.3.3. Plan rada/spisak ispita za akademsko zvanje (0,35)
- 2.3.1.3.4. Opis kursa (0,35)
 - 2.3.1.3.4.1. Komentari (0,20)
 - 2.3.1.3.4.2. Nastavni program (0,40)
 - 2.3.1.3.4.3. Vremenski raspored predavanja (0,40)
- 2.3.1.4. Informacije o uslugama koje se pružaju studentima (0,25)
 - 2.3.1.4.1. Indeks usluga (0,20)
 - 2.3.1.4.2. Podaci o zdravstvenoj zaštiti (0,25)
 - 2.3.1.4.3. Podaci o stipendiranju (0,25)
 - 2.3.1.4.4. Podaci o smještaju (0,15)
 - 2.3.1.4.5. Kulturne/sportske aktivnosti (0,15)
- 2.3.1.5. Informacije o akademskoj infrastrukturi (0,25)
 - 2.3.1.5.1. Podaci o biblioteci (0,30)
 - 2.3.1.5.2. Podaci o laboratorijama (0,35)
 - 2.3.1.5.3. Podaci o istraživačkim dostignućima (0,35)
- 2.3.2. Onlajn usluge (0,20)
 - 2.3.2.1. Veb servis (0,30)
 - 2.3.2.2. Informacije o školarini (0,35)
 - 2.3.2.3. FTP servis (0,20)
 - 2.3.2.4. Usluga grupnih novosti (0,15)

3. Pouzdanost (0,20)

- 3.1. Nedostatak defekata (1)
 - 3.1.1. Greške u linkovima (0,60)
 - 3.1.1.1. "Slijepi" linkovi (0,30)
 - 3.1.1.2. Nevalidni linkovi (0,30)
 - 3.1.1.3. Neimplementirani linkovi (0,40)
 - 3.1.2. Ostale greške ili loša svojstva (0,40)
 - 3.1.2.1. Defekti ili odsutnost funkcionalnosti u različitim pretraživačima (0,30)
 - 3.1.2.2. Defekti ili neočekivani rezultati (npr. neuhvaćene greške u pretrazi itd.) nezavisni od pretraživača (0,20)
 - 3.1.2.3. "Slijepe" stranice (0,30)

4. Efikasnost (0,20)

- 4.1. Performanse (0,35)
 - 4.1.1. Veličina statične stranice (1)
- 4.2. Pristupačnost (za lica sa posebnim potrebama) (0,65)
 - 4.2.1. Pristupačnost informacija (0,70)
 - 4.2.1.1. Podrška za verziju samo sa tekstom (0,60)
 - 4.2.1.2. Čitljivost i pored isključenog prikaza slika (0,40)
 - 4.2.1.2.1. Naziv slike (0,30)
 - 4.2.1.2.2. Globalna čitljivost (0,70)
 - 4.2.2. Pristupačnost prozora (0,30)
 - 4.2.2.1. Broj panela vezanih za okvire (0,20)
 - 4.2.2.2. Verzija bez okvira (0,80)

8.2. Specifikacija indikatora

8.2.1. Elementarni indikatori

KOD	ELEMENTARNI KRITERIJUM	T. F.
1.1.1.1	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupna (1) ili ne (0).	0,35
1.1.1.2	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupan (1) ili ne (0).	0,35
1.1.1.3	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupan (1) ili ne (0).	0,30
1.1.2	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se dobija ekspertskom procjenom kvaliteta korišćenih naziva.	0,15
1.1.3	Apsolutni diskretni kriterijum. (0) 0,00 = opcija nije dostupna; (1) 0,30 = postoje osnovne informacije o turi uživo (datum, vrijeme); (2) 0,50 = (1)+mogućnost izbora između više tura; (3) 0,70=virtuelna tura; (4) 1,00=ineraktivna virtuelna tura	0,30
1.1.4	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupna (1) ili ne (0).	0,15
1.2.1.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se dobija subjektivnom ekspertskom procjenom kvaliteta sistema pomoći za studente.	0,70
1.2.1.2	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupna (1) ili ne (0).	0,30
1.2.2.1	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupan (1) ili ne (0).	0,60
1.2.2.2	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupan (1) ili ne (0).	0,40
1.2.3.1	Apsolutni diskretni kriterijum. (0) 0,00 = opcija nije dostupna; (1) 0,30 = indeks e-mail adresa postoji, ali se nalazi na stranici III nivoa ili dublje; (2) 0,60 = indeks e-mail adresa postoji, ali nije dostupan sa početne stranice (do II nivoa dubine); (3) 1,00=indeks e-mail adresa postoji i dostupan je direktno sa početne strane sajta. Ukoliko kompletan indeks nije dostupan odjednom, oduzima se 0,15 od izmjerene vrijednosti elementarnog kriterijuma.	0,35

KOD	ELEMENTARNI KRITERIJUM	T. F.
1.2.3.2	Apsolutni diskretni kriterijum. (0) 0,00 = opcija nije dostupna; (1) 0,30 = indeks brojeva telefona/faksova postoji, ali se nalazi na stranici III nivoa ili dublje; (2) 0,60 = indeks brojeva telefona/faksova postoji, ali nije dostupan sa početne stranice (do II nivoa dubine); (3) 1,00=indeks brojeva telefona/faksova postoji i dostupan je direktno sa početne strane sajta. Ukoliko kompletan indeks nije dostupan odjednom, oduzima se 0,15 od izmjerene vrijednosti elementarnog kriterijuma.	0,35
1.2.3.3	Apsolutni diskretni kriterijum. (0) 0,00 = opcija nije dostupna; (1) 0,30 = indeks poštanskih adresa postoji, ali se nalazi na stranici III nivoa ili dublje; (2) 0,60 = indeks poštanskih adresa postoji, ali nije dostupan sa početne stranice (do II nivoa dubine); (3) 1,00=indeks poštanskih adresa postoji i dostupan je direktno sa početne strane sajta. Ukoliko kompletan indeks nije dostupan odjednom, oduzima se 0,15 od izmjerene vrijednosti elementarnog kriterijuma.	0,30
1.2.4	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupan (1) ili ne (0).	0,30
1.2.5.1	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupan (1) ili ne (0).	0,33
1.2.5.2	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je dostupna (1) ili ne (0).	0,33
1.2.5.3	Apsolutni i diskretni binarni kriterijum: pitamo samo da li je moguće ostavljati komentare (1) ili ne (0).	0,33
1.3.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom nivoa konzistentnosti glavnih kontrola.	0,30
1.3.2.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,35
1.3.2.2	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,30
1.3.2.3	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,35
1.3.3.1	Apsolutni diskretni binarni kriterijum; pitamo samo da li su boje linkova uniformne (1) ili ne (0).	0,45
1.3.3.2	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,45

KOD	ELEMENTARNI KRITERIJUM	T. F.
1.3.3.3	Apsolutni diskretni kriterijum. (0) 0,00=ne postoji; (1) 0,30=nije potpuno razumljivo i/ili kompletno; (2) 0,60=shvatljivo objašnjenje stila postoji, ali ga je teško pronaći. (3) 1,00=shvatljivo objašnjenje stila postoji i lako je dostupno.	0,10
1.3.4	Apsolutni kontinualni kriterijum, koji je izrazito subjektivan po prirodi. Na ocjenjivaču je da pokuša dati realnu ocjenu estetske dopadljivosti sajta, sa kojom bi se složila većina korisnika. Dobar način utvrđivanja ovog elementarnog kriterijuma je anketa korisnika.	0,30
1.4.1	(0) 0,00=nema podrške za strani jezik; (1) 0,60=podržan jedan strani jezik; (2) 1,00=podržana najmanje dva strana jezika.	0,60
1.4.2	(0) 0,00=svojstvo ne postoji; (1) 0,30=postoje tehničke mogućnosti, ali novosti nisu osvježene duže od 45 dana; 0,60=postoje tehničke mogućnosti, ali novosti nisu osvježene duže od 20 dana; 1,00=novosti se redovno objavljuju (do 20 dana).	0,20
1.4.3	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li je indikator rezolucije ekrana dostupan (1) ili nije (0).	0,20
2.1.1.1.1	Diskretni apsolutni kriterijum, definisan u vidu podskupa, gdje je: (0) 0,00=opcija nije dostupna; (1) 0,60 = pretraga po imenu/prezimeni; (2) 1,00=(1)+proširena pretraga: mehanizam pretrage po akademskoj jedinici i/ili predmetu, odnosno naučnoj disciplini, i/ili telefonu itd.	0,33
2.1.1.1.2	Diskretni apsolutni kriterijum, definisan u vidu podskupa, gdje je: (0) 0,00=opcija nije dostupna; (1) 0,60 = pretraga po nazivu; (2) 1,00=(1)+proširena pretraga: mehanizam pretrage po akademskoj jedinici i/ili predavaču, odnosno naučnoj disciplini.	0,33
2.1.1.1.3	Diskretni apsolutni kriterijum, definisan u vidu podskupa, gdje je: (0) 0,00=opcija nije dostupna; (1) 0,60 = nazivu studijskog programa; (2) 1,00=(1)+proširena pretraga: mehanizam pretrage po akademskoj jedinici i/ili predmetu, odnosno naučnoj disciplini, i/ili telefonu itd.	0,33
2.1.1.2	Apsolutni kontinualni kriterijum gdje je <i>NTS</i> broj pokušanih pretraga (u kojima tražimo sadržaj za koji smo prethodno utvrdili da postoji na sajtu) a <i>NSS</i> broj broj pretraga u kojima je planirani sadržaj pronađen. Utvrđuje se po sledećoj formuli: $EP = \frac{NTS}{NSS}$	
2.1.2.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procenom.	0,60
2.1.2.2	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procenom.	0,40

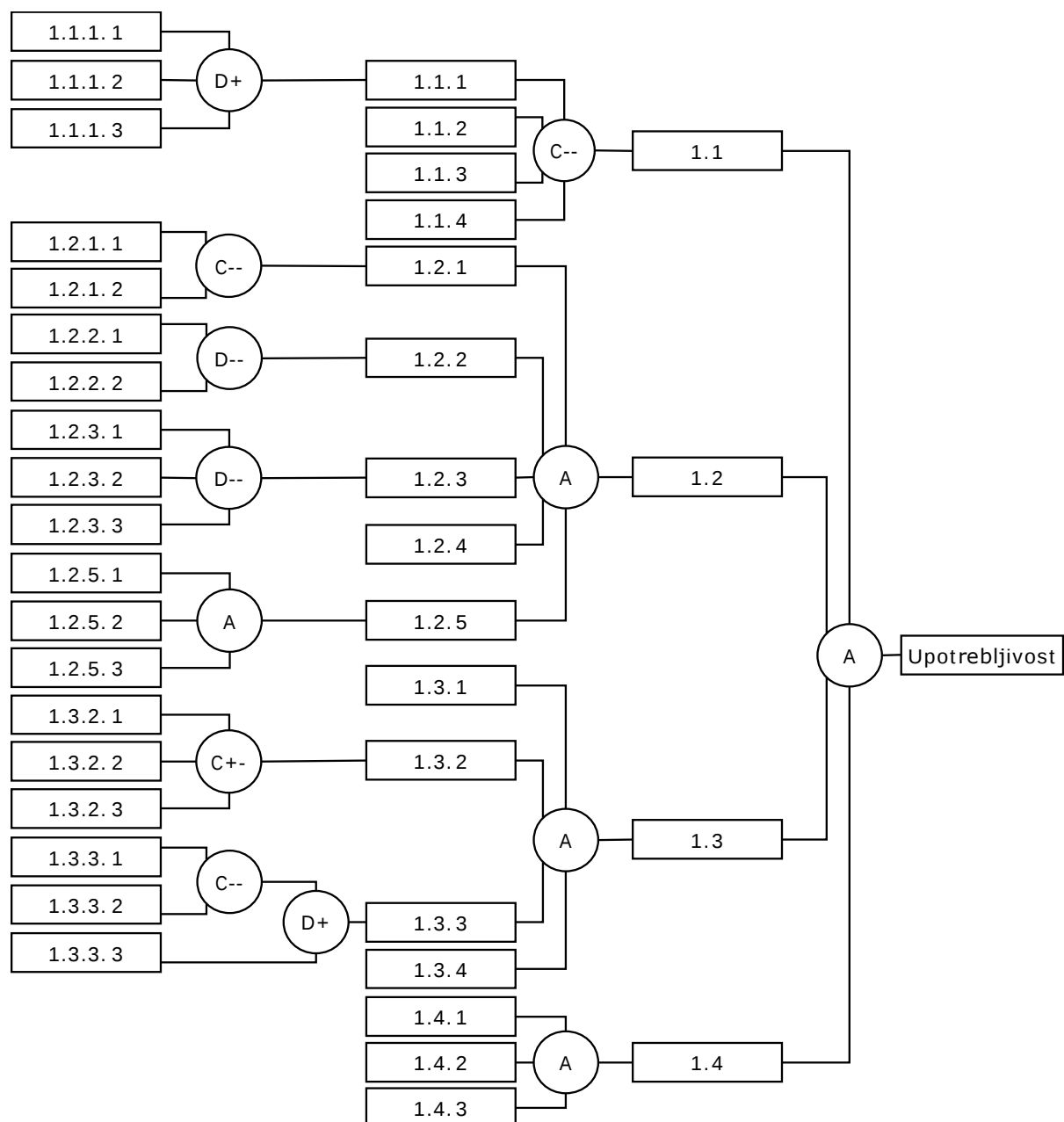
KOD	ELEMENTARNI KRITERIJUM	T. F.
2.2.1.1.1	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li je indikator putanje dostupan (1) ili nije (0).	0,50
2.2.1.1.2	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li je naziv trenutne pozicije prikazan (1) ili nije (0).	0,50
2.2.1.2	Apsolutni diskretni kriterijum koji se utvrđuje na sledeći način: za $X = 0 \vee X \leq 120$ $EP = 0$; za $90 \leq X < 120$ $EP = 0,30$ za $60 < X < 90$ $EP = 0,60$; za $41 \leq X \leq 60$ $EP = 0,80$; za $1 \leq X \leq 40$ $EP = 1$;	0,20
2.2.2.1.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,50
2.2.2.1.2	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,50
2.2.2.2.1	Apsolutni diskretni kriterijum. (0) 0,00= više od dvije trećine stranice su ispod „linije previjanja“; (1) 0,70=do dvije trećine stranice su ispod „linije previjanja“; (2) 1,00=do jedne trećine stranice je ispod „linije previjanja“.	0,40
2.2.2.2.2	Apsolutni diskretni binarni kriterijum. (0) 0,00=horizontalno skrolovanje potrebno; (1) 1,00=nije potrebno.	0,60
2.2.3.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,40
2.2.3.2	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,60
2.3.1.1.1	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li je indeks akademskih jedinica dostupan (1) ili nije (0).	0,50
2.3.1.1.2	Apsolutni kontinualni kriterijum, gdje je BAJ ukupan broj akademskih jedinica fakulteta a BPA broj postojećih podsajtova za akademske jedinice. $EP = \frac{BPA}{BAJ}, \text{ za } BAJ > 0$ Ako je $BAJ = 0$ onda $EP = 1$	0,50
2.3.1.2.1	Diskretni apsolutni kriterijum definisan u vidu podskupa, gdje je: (0) 0,00=nema informacija o potrebnim uslovima; (1) 0,40= postoje samo informacije o potrebnoj srednjoj stručnoj spremi; (2) 0,70=(1) + informacije o bodovanju, ali su dostupne tek sa stranice na najmanje III nivou dubine; (3) 1,00=(2) + informacije su lako dostupne sa početne stranice sajta, ili najviše sa stranice II nivoa dubine.	0,65

KOD	ELEMENTARNI KRITERIJUM	T. F.
2.3.1.2.2	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li je obrazac dostupan (1) ili nije (0).	0,35
2.3.1.3.1	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li postoji (1) ili ne (0).	0,10
2.3.1.3.2	Apsolutni kontinualni kriterijum, gdje je <i>BAZ</i> ukupan broj akademskih zvanja za koje fakultet nudi obrazovanje, a <i>BOA</i> broj dostupnih opisa akademskih zvanja. Računa se po formuli: $EP = \frac{BOA}{BAZ}$	0,20
2.3.1.3.3	Apsolutni kontinualni kriterijum, gdje je <i>BAZ</i> ukupan broj akademskih zvanja za koje fakultet nudi obrazovanje, a <i>BPR</i> broj dostupnih planova rada/spisak ispita akademskih zvanja. Računa se po formuli: $EP = \frac{BPR}{BAZ}$	0,35
2.3.1.3.4.1	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li posjetioци sajta mogu ostavljati javne komentare na kurseve (1) ili ne (0).	0,20
2.3.1.3.4.2	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li postoji (1) ili ne (0).	0,40
2.3.1.3.4.3	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li postoji (1) ili ne (0).	0,40
2.3.1.4.1	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li postoji (1) ili ne (0).	0,20
2.3.1.4.2	Apsolutni kontinualni kriterijum. Kompletност i kvalitet dostupnih informacija se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,25
2.3.1.4.3	Apsolutni kontinualni kriterijum. Kompletност i kvalitet dostupnih informacija se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,25
2.3.1.4.4	Apsolutni kontinualni kriterijum. Kompletност i kvalitet dostupnih informacija se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,15
2.3.1.4.5	Apsolutni kontinualni kriterijum. Kompletност i kvalitet dostupnih informacija se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,15
2.3.1.5.1	Apsolutni kontinualni kriterijum. Kompletност i kvalitet dostupnih informacija se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,30
2.3.1.5.2	Apsolutni kontinualni kriterijum. Kompletност i kvalitet dostupnih informacija se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,35
2.3.1.5.3	Apsolutni kontinualni kriterijum. Kompletност i kvalitet dostupnih informacija se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,35
2.3.2.1	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li postoji (1) ili ne (0).	0,30

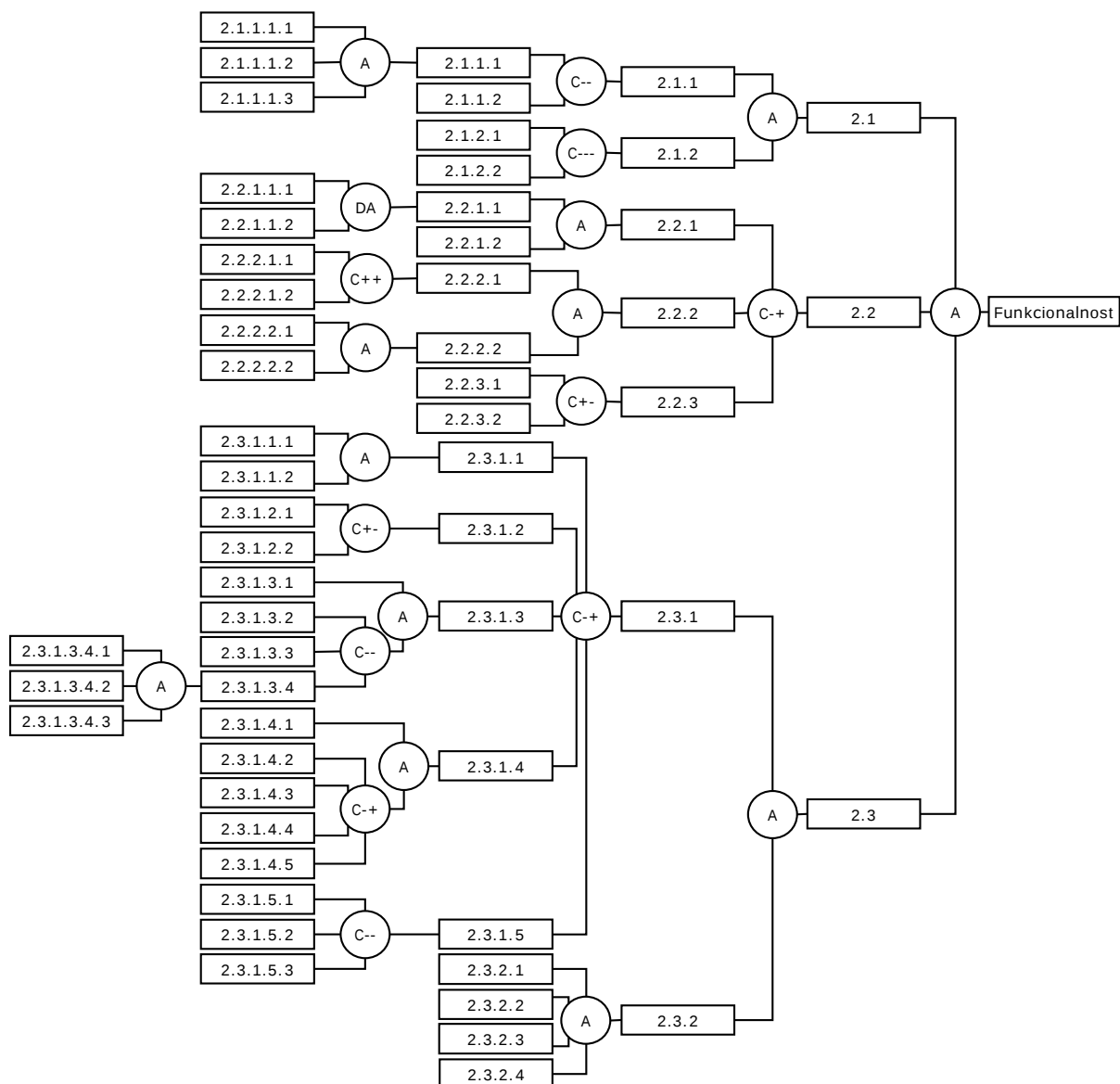
KOD	ELEMENTARNI KRITERIJUM	T. F.
2.3.2.2	Apsolutni kontinualni kriterijum. Kompletnost i kvalitet dostupnih informacija se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,35
2.3.2.3	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li postoji (1) ili ne (0).	0,20
2.3.2.4	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li postoji (1) ili ne (0).	0,15
3.1.1.1	Apsolutni kontinualni kriterijum, gdje je BL broj pronađenih „slijepih“ linkova a TL ukupan broj linkova na sajtu. Formula po kojoj se računa preferencija je: $X = 100 - \left(BL * \frac{100}{TL} \right) * 10$, gdje ako je $X < 0$, onda $X = 0$	0,30
3.1.1.2	Apsolutni kontinualni kriterijum, gdje je IL broj pronađenih nevalidnih linkova a TL ukupan broj linkova na sajtu. Formula po kojoj se računa preferencija je: $X = 100 - \left(IL * \frac{100}{TL} \right) * 10$, gdje ako je $X < 0$, onda $X = 0$	0,30
3.1.1.3	Apsolutni kontinualni kriterijum, gdje je UL broj pronađenih neimplementiranih linkova a TL ukupan broj linkova na sajtu. Formula po kojoj se računa preferencija je: $X = 100 - \left(UL * \frac{100}{TL} \right) * 10$, gdje ako je $X < 0$, onda $X = 0$	0,40
3.1.2.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,30
3.1.2.2	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,20
3.1.2.3	Apsolutni kontinualni kriterijum, gdje je BP broj pronađenih slijepih stranica a TP ukupan broj stranica sajta. Formula po kojoj se računa preferencija je: $X = 100 - \left(BP * \frac{100}{TP} \right) * 10$, gdje ako je $X < 0$, onda $X = 0$	0,30
4.1.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se računa po formuli: $X = ((X_1 - 0,4X_2 - 0,8X_3)/(X_1 + X_2 + X_3)) * 100$, u kojoj X_1 predstavlja broj stranica koje se učitavaju u rasponu od $0 < X_1 \leq 20s$, X_2 je broj stranica čije vrijeme učitavanja ulazi u opseg $20 < X_2 \leq 40s$, a X_3 predstavlja broj stranica koje se učitavaju za $X_3 > 40s$	1,00
4.2.1.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,60
4.2.1.2.1	Kontinualni apsolutni kriterijum, u kom AAR predstavlja broj nedostajućih ALT tagova, a TAR broj postojećih ALT referenci. Formula po kojoj se preferencija računa je: $X = 100 - \left(AAR * \frac{100}{TAR} \right)$	0,30

KOD	ELEMENTARNI KRITERIJUM	T. F.
4.2.1.2.2	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,70
4.2.2.1	Apsolutni kontinualni kriterijum koji se utvrđuje ekspertskom procjenom.	0,20
4.2.2.2	Apsolutni binarni kriterijum; pitamo samo da li sajt koristi okvire (0) ili ne (1).	0,80

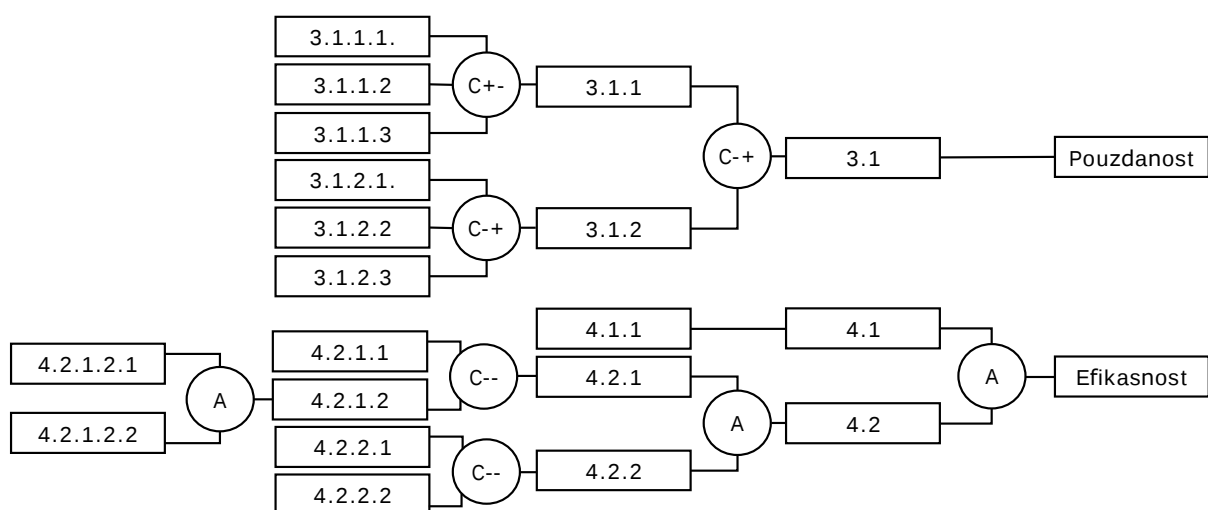
8.2.2. Parcijalni i globalni indikatori



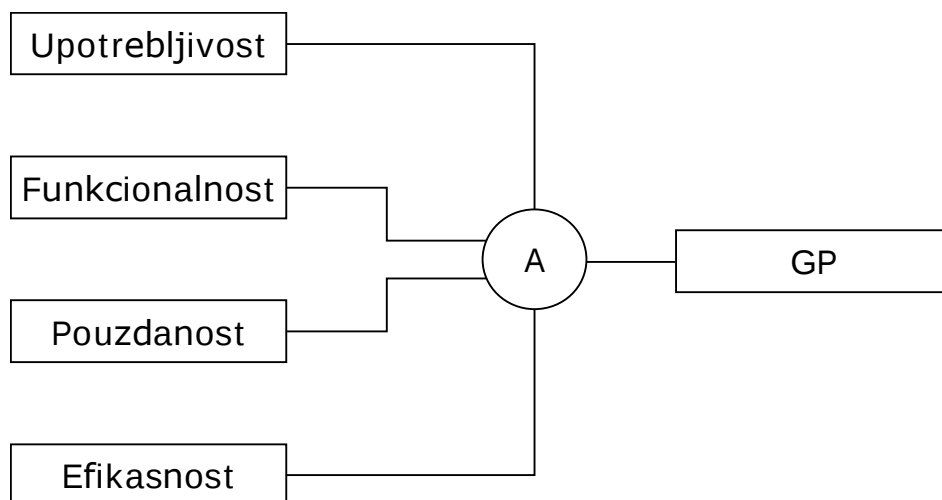
Slika 28: Odnosi između elementarnih indikatora i računanje parcijalnih indikatora za podkarakteristiku „Upotrebljivost“



Slika 29: Odnosi između elementarnih indikatora i računanje parcijalnih indikatora za podkarakteristiku „Funktionalnost“



Slika 30: Odnosi između elementarnih indikatora i računanje parcijalnih indikatora za podkarakteristike „Pouzdanost“ i „Efikasnost“



Slika 31: Računanje globalnog indikatora

Hvala

*Prije svega, želim da zahvalim mom mentoru, **prof. Lj. Laziću**, za izuzetno strpljenje i volju koje je uložio u mene i u ovaj rad. Znam da ponekad nije bilo lako...*

*Zatim, iako ovo vjerovatno nikada neće pročitati, hvala gospodinu **Robertu Pirsigu** za dvije fenomenalne knjige, koje su mi pomogle da završim ovaj rad, ali i proširile moje vidike.*

*Na kraju, hvala „**Računarskom fakultetu**“. Kada to kažem, mislim na sve sjajne ljude koji tamo rade i sa kojima sam studirao. Odradili ste odličan posao, sad mogu dalje — sigurnim korakom!*