

Softverski eksperatski alati za razvoj kvalitetnog softvera

Ljubomir Lazić
 Fakultet informacionih
 tehnologija
 METROPOLITAN Univerzitet
 Tadeuša Košćuška 63, Beograd
ljubomir.lazic@metropolitan.ac.rs

Stevan Milinković
 The School of Computing, Union
 University
 Belgrade, Serbia
smilinkovic@raf.edu.rs

Ivan Đokić
 State University of Novi Pazar
 Vuka Karadžića bb
 36 300 Novi Pazar, SERBIA
idjokic@np.ac.rs

Sadržaj— U ovom radu se daje opis PISA arhitekture (Poslovno Inteligentna Simulaciona Arhitektura) i eksperatskih alata simulacionog okruženja sa odgovarajućim softverskim komponentama koje omogućavaju rukovodiocu testiranja izbor aktivnosti, procenu alternativnih planova SQA i predlog aktivnosti i unapređenja postupaka testiranja na sistematski i kvantitativan način. Opisani su, eksperatski alati i demonstrirana njihova primena: Profit eXpert, Planner eXpert, Risk Management eXpert, Quality eXpert, Maintenance eXpert, People Performance eXpert and Process Dynamics ControleXpert, koji se integrišu na zahtev korisnika.

Ključne reči – testiranje softvera; estimacija napora, eksperatski alati; estimacija broja grešaka; optimizacija kvaliteta

I. UVOD

Pošto je nemoguće izvršiti testiranje i dokazati da je softver bez greške [1]-[4]¹, kako u fazi razvoja tako i u fazi održavanja softvera cilj ovog projekta, čiji deo rezultata se u ovom radu daje, je da se predloži model, odgovarajuće metode, algoritmi i odgovarajući softverski alati za integralni i optimizirani proces testiranja i održavanja softvera tj. OptimalSQM rešenje sa integriranim softverskim alatima. U postizanju što boljeg kvaliteta softverskog proizvoda optimizacija se vrši uz navedena ograničenja u pogledu vremena i predvidenog budžeta [4],[5],[8]. OptimalSQM rešenje predstavlja skup najboljih modela i tehniku iz prakse, integriranih u optimizovan i kvantitativno rukovoden proces razvoja, testiranja i održavanja softvera. To su pre svega eksperatski alati koji se integrišu na zahtev korisnika. Kako bi bila bolja preglednost PISA arhitekture (PISA je skraćenica za Poslovno Inteligentnu Simulacionu Arhitekturu), a samim tim demonstriralo OptimalSQM rešenje, što je i tema ovog rada, u nastavku je dat kratak pregled softverske arhitekture PISA i Show room-a ili Demo Lab opcije. Demo lab predstavlja aplikaciju koja poseduje deo funkcionalnosti softverskih alata OptimalSQM rešenja. Njome se može izvršiti estimacija potrebnih resursa za razvoj softverskog proizvoda, i to na osnovu tri podatka: 1) CMM nivo komanije koja razvija softver (CMM1, CMM2, CMM3, CMM4 ili CMM5); 2) Veličina softvera izražena u funkcionalnim poenima (100 FP, 1000 FP, 10 000 FP, 100 000 FP ili 1 000 000 FP) i 3) Namena softvera – aplikacioni domen (5 tipova softvera - informacioni sistem, komercijalni softver,

vojni softver, web ili e-uprava) [5]-[8]. Osnovne opise modela, primenjenih tehnika, postupaka i softverskih alata čitalac može da pročita ako poseti zvaničan sajt projekta TR35026, www.bisa.rs. PISA je u osnovi, zasnovana na servisno orijentisanoj arhitekturi (SOA) sa integrisanim eksperatskim alatima: Profit eXpert, Planner eXpert, Risk Management eXpert, Quality eXpert, Maintenance eXpert, People Performance eXpert and Process Dynamics ControleXpert.

II. OPTIMALSQM REŠENJE

A. Pravilima upravljan proces razvoja kvalitetnog softvera

PISA predstavlja skup najboljih modela i tehniku iz prakse, integriranih u optimizovan i kvantitativno rukovoden proces razvoja, testiranja i održavanja softvera koji zadovoljava 3, 4 i 5-ti nivo zrelosti kompanije u pogledu testiranja softvera (TMM).

Nakon uspešne izgradnje infrastrukture kroz sazrevanje od 1. do 4. nivoa zrelosti, za koji se može reći da je testiranje softvera definisan i kontrolisan, preko metrika kao što su troškovi, efikasnost, efektivnost na 5. nivou zrelosti pristupa se finom podešavanju i stalnom unapređenju kvaliteta testiranja softvera. Proces testiranja softvera je kontrolisan preko unapred utvrđenih pravila za: normiranje i planiranje potencijalnih grešaka u svakoj fazi razvoja softvera, efikasnost u otkrivanju grešaka odabranih tehniku testiranja softvera, statističkim postupcima uzorkovanja i merenja nivoa poverenja, izbor metrika kvaliteta testiranja softvera u odnosu na tip i procenjenu veličinu softvera kao što su troškovi, efikasnost, efektivnost i dr.

Uspostavljena je procedura za izbor i ocenu sredstava i alata za testiranja softvera (TS). Automatska sredstva TS se koriste u svim fazama testiranja softvera: dizajnu test primera, izvršavanju testova, ponovnom izvršavanju, ažuriranju baze podataka o otkazima, greškama, alati za metriku, praćenje generisanja i analizu uzroka istih kao i sredstva održavanja tzv. "Testware". OptimalSQM rešenje sa integriranim softverskim alatima predstavlja okruženje za simulaciju scenarija razvoja kvalitetnog softvera koje omogućava minimizaciju troškova i rizika, izborom alternativnih planova testiranja koji zadovoljavaju ograničenja u pogledu slobodnih resursa, kriterijuma optimalnosti i performansi date kompanije i ekonomski model kvaliteta softvera za ocenu isplativosti predloženih aktivnosti SQA, mere za poboljšanje PRS-PTS (Proces Razvoja Softvera, Proces Testiranja Softvera) na

¹ Istraživanje predstavljeno u ovom radu je delom podržano od strane projekata: "OPTIMALNO UPRAVLJANJE PROCESOM RAZVOJA KVALITETNOG SOFTVERA", TR35026 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Vlade Republike Srbije.

osnovu ekonomskih parametara [5],[6] koji su dati matematičkom relacijom (1).

Softver se definiše preko j karakteristika softvera koji se testira (**SUT**) i koje su u projektnim zahtevima korektno definisane ili u specifikaciji, a značaj svake karakteristike je sa aspekta kvaliteta ili misije **SUT** određen preko nivoa katastrofalnosti ($s=1..5$), tada je značaj te karakteristike $a_j=s$, a kredibilitet $\beta_{ijk} = P_{ijkl} P$ predliženog testa ili eksperimenta. Sada je jasno da uvek treba predvideti više alternativa tj. k izvodljivih eksperimenta (E_{ijkl}) za proveru svake j karakteristike **SUT** primenom neke **test tehnike**, simulacijama na računaru, ispitivanjem na realnom objektu u laboratorijskim ili terenskim uslovima ili kombinacijom istih koji predstavljaju scenario indeksiran sa i u cilju određivanja maksimalne dobiti - $B_{\text{enefit}} I_{\text{ndex}}$ koji se može izraziti sa:

$$B_{\text{enefit}} I_{\text{ndex}} = \max \sum_{i,j,k,l} \sum_j \sum_i \sum_k \sum_l s_j ROI_{ijkl} E_{ijkl} \quad (1)$$

gde je, $ROI_{ijkl} = \frac{NS_{ijkl}}{C_{ijkl}}$, a ograničenja (budžet, vremena).

Suština ove ideje je u ostvarenoj dobiti NS_{ijkl} (Net Saving) i ostvarenoj uštedi $CA_{ijkl} P$ u fazi **P** sprovodenjem efikasnih i efektivnih testova tj. u prevenciji ili sprečavanju da greške prebegnu u narednu **P+1** fazu, odnosno, sprečavanje prebega grešaka i dalje tokom **PRS-PTS** čak do njihovog otkrivanja tek od strane korisnika (kupca) softverskog proizvoda.

Cilj ovog modela optimizacije je da se pronađe, na početku realizacije projekta, onaj test scenario indeksiran sa i da se postigne maksimalna dobit od aktivnosti **TS** tj. maksimalni $B_{\text{enefit}} I_{\text{ndex}}$ na osnovu **ROI** faktora, odnosno povraćaja uložene investicije u **TS** i odgovarajućih aktivnosti upravljanja rizicima koje obezbeđuju sa zadatim nivoom poverenja detekciju i korekciju potencijalnih grešaka u softveru u ranim fazama tokom **PRS-PTS**.

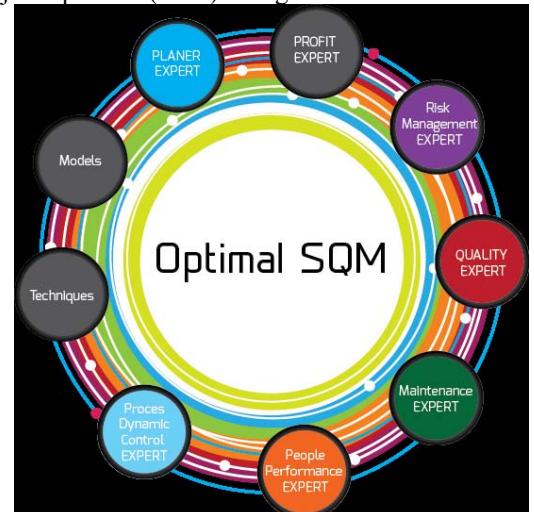
Razvoj softvera troši više od polovine svog budžeta na aktivnosti povezane sa testiranjem u toku projektovanja softvera i na održavanju softvera nakon njegove predaje na upotrebu. PISA je u osnovi, zasnovana na servisno orijentisanoj arhitekturi (SOA) sa integrisanim ekspertskim alatima (Profit eXpert, Planner eXpert, Risk Management eXpert, Quality eXpert, Maintenance eXpert, People Performance eXpert and Process Dynamics Control eXpert). Svaki ekspertske alat je specijalizovan da estimira parametre softvera sa naglaskom na određenu metriku softvera, a samim tim omogućava korisnicima dobar pregled informacija i usredjivanje na određenu metriku koja je od interesovanja korisniku. Ekspertske alati koje poseduje OptimalSQM su dati na Sl. 1.

B. Opis softverskih ekspertske alata

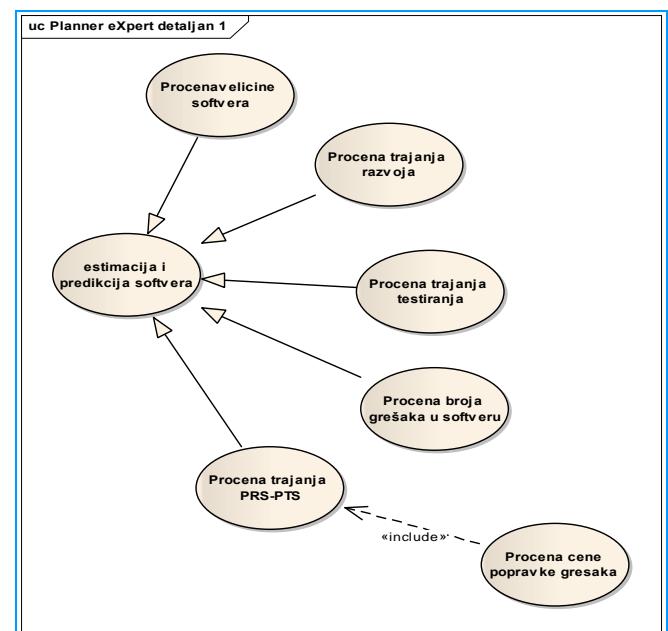
Planer eXpert treba na osnovu istraženih modela estimacije i predikcije veličine softvera, složenosti, trajanja razvoja, trajanja testiranja, broja potencijalnih grešaka u softveru, trajanja i cene njihove popravke tokom PRS-PTS, pruži neophodne podatke za simulaciju različitih scenario PRS-PTS iz kojih se bira optimalni scenario realizacije projekta (Sl. 2).

Planer eXpert obezbeđuje optimalan raspored vremena i procenu troškova za softverski projekat. On primenjuje

najbolje metode procenjivanja bazirane na brojnim modelima kao što su: COCOMO, funkcionalne tačke (FP), slučajevi upotrebe (UCP) i drugi.



Slika 1. Komponente OptimalSQM rešenja



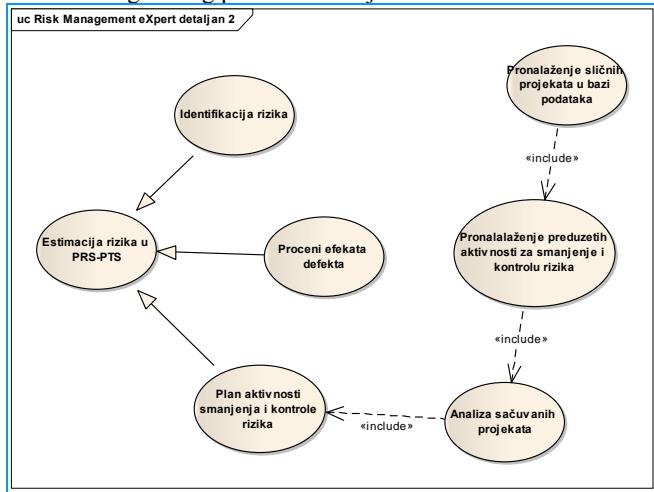
Slika 2. Detaljan use case dijagram za estimaciju i predikciju metrike softvera Planner eXpert alatom

U cilju poboljšanja preciznosti predviđanja modela Planer eXpert sakuplja podatke o prethodnim projektima u posebnu bazu podataka koja sadrži iste promenljive, tj. napor i veličinu, koji kasnije mogu da se detaljnije iskoriste za procene korišćenjem standardnih statističkih regresionih tehnika.

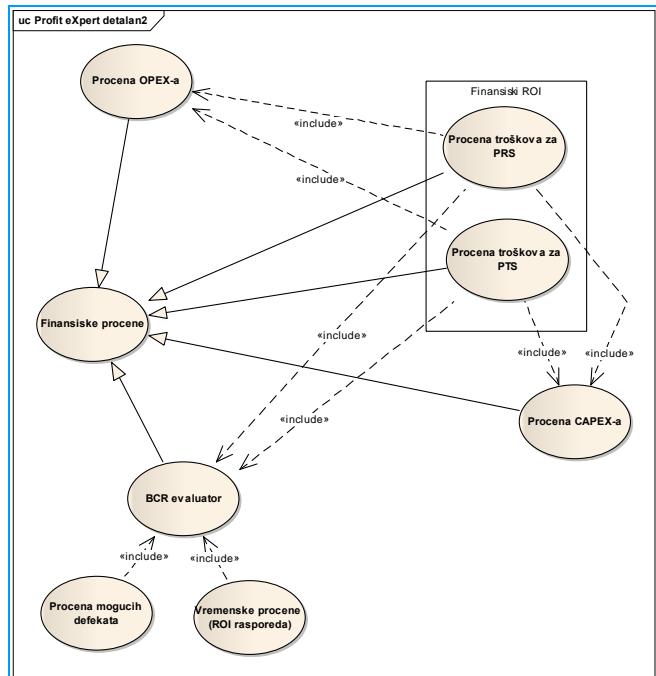
Risk Management eXpert (Sl. 3) treba da u saradnji sa Profit eXpert (Sl. 4) softverskim alatom pruži servis menadžerima dizajna i testiranja softvera u: identifikaciji, proceni efekata, planu aktivnosti smanjenja i kontrole rizika na prihvatljivom nivou, datog softverskog projekta.

Quality eXpert (Sl. 5, 6 i 7) integriše specijalizovane ekspertske alate: Quality Metrics eXpert, Test Effort Estimation eXpert, Reliability eXpert, Product release eXpert koji obezbeđuju

servis menadžerima dizajna i testiranja softvera da izrade metrike integrisanog procesa merenja kvaliteta softvera.



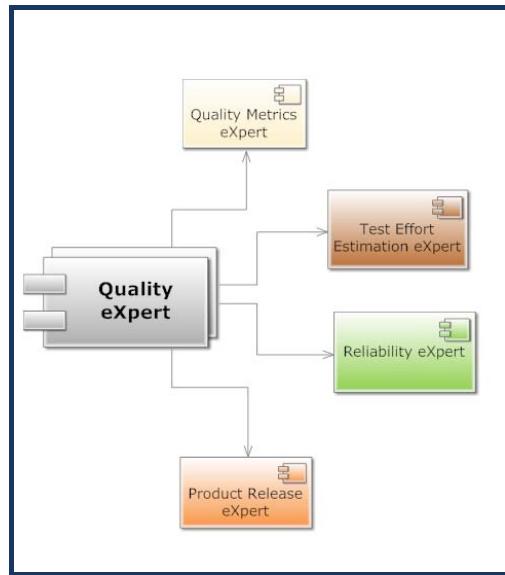
Slika 3. Detaljan use case dijagram za estimaciju rizika u PRS-PTS sa Risk Management eXpert-om



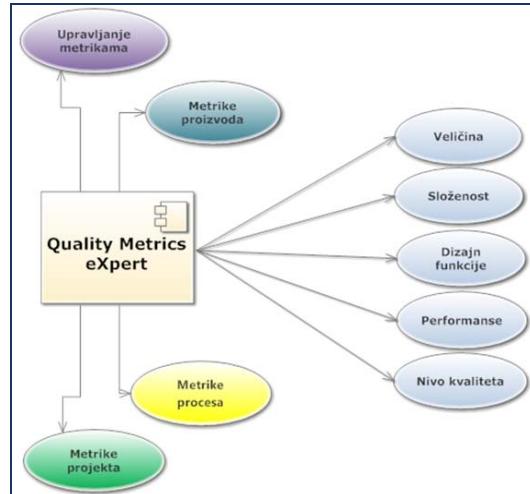
Slika 4. Detaljan use case dijagram Profit eXpert-a za finansijske procene

Dalje, nude im alat za automatizaciju procesa planiranja zasnovanog na modelima estimacije veličine softvera, cene, broju projektnata, trajanja razvoja i testiranja, proceni i predikciji pouzdanosti softverskog rešenja tokom simulacije različitih scenarija dizajna i u toku realizacije PRS-PTS, koji treba da dovedu do donošenja odluke o završetku PRS-PTS i predaje softveskog proizvoda (IS) na upotrebu.

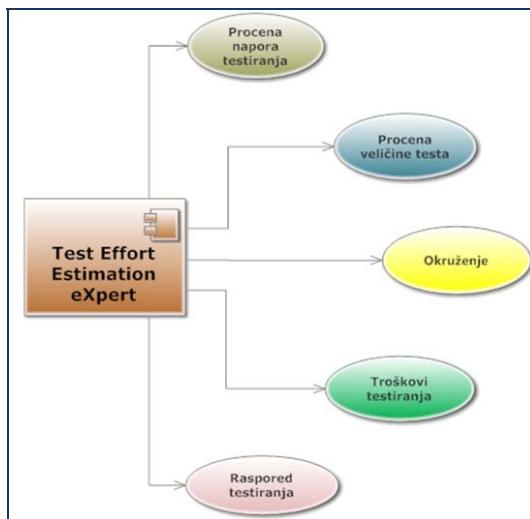
Maintenance eXpert (Sl. 8) treba da obezbedi servis menadžerima dizajna i testiranja softvera u: izradi plana i proceni troškova korektivnog, adaptivnog, perfektivnog i preventivnog održavanja softvera.



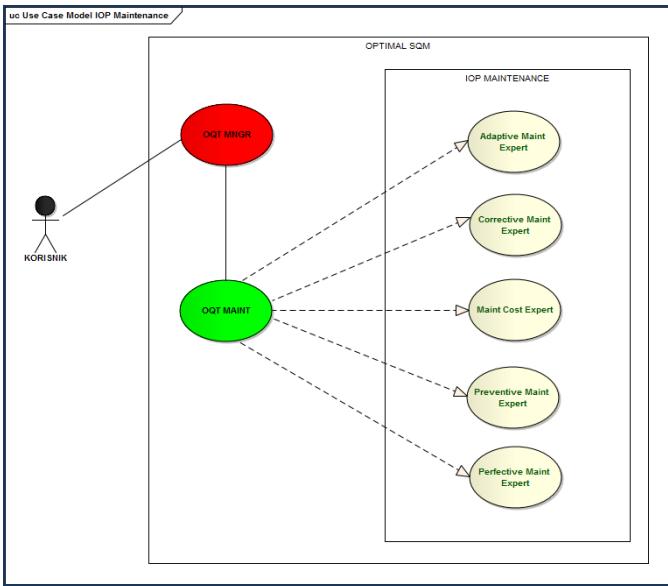
Slika 5. Konceptualni nivo Quality eXpert-a



Slika 6. Konceptualni nivo Quality Metrics eXpert-a

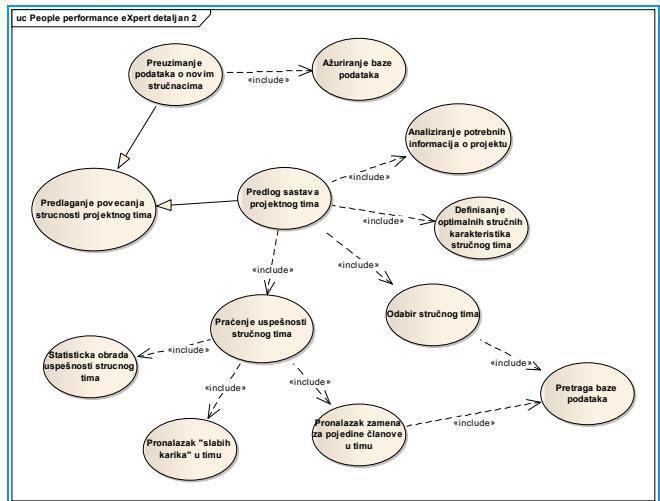


Slika 7. Konceptualni nivo Test Effort Estimation eXpert-a



Slika 8. Use Case model za Maintenance eXpert

Kao što smo već istakli, razvoj kvalitetnog softvera je jako složen i nepouzdan posao, ali je upravljanje složenim, dinamičkim procesom razvoja i testiranja (sa preko 100 promenljivih) još teže bez adekvatnog softverskog alata Process Dynamics Control eXpert (Sl. 9), koji treba da identifikuje observabilne i kontrolabilne promenljive konkretnog softverskog projekta, da uspostavi kriterijume stabilnosti i optimalnosti u svakoj fazi PRS-PTS i za ceo proces.



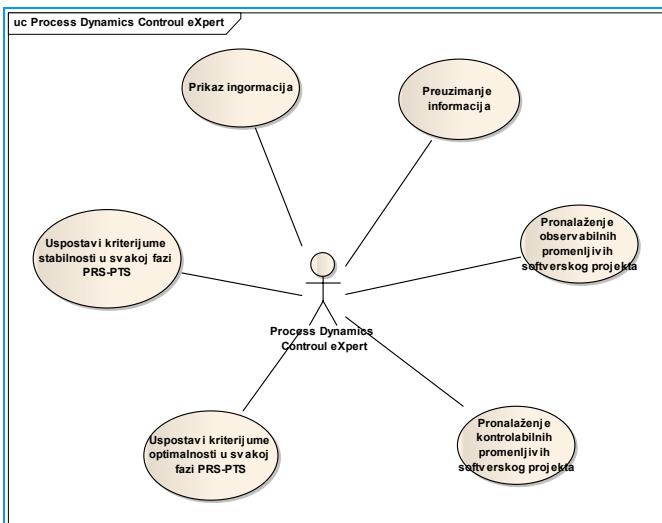
Slika 10. People Performance eXpert

III. STUDIJA SLUČAJA

Pored određivanja broja stručnjaka, za razvoj određenog softvera PISA određuje i zrelost kompanije (projektnog tima) koji razvija softver pomoću CMM modela na osnovu upitnika (Sl. 11) za ocenu CMM nivoa kompanije klijenta kome pruža servis. Suština CMM modela je opis evolucije razvojnih firmi od ad-hoc izvedenih projekata do zrelog – disciplinovanog okruženja u kojem se oni nesmetano i racionalno odvijaju. Ad-hoc razvojno okruženje podrazumeva improvizovano delovanje inženjera i menadžera u kome uspeh ili neuspeh projekta zavisi isključivo od njihove lične sposobnosti i upornosti. Uobičajeno, cenu haotičnog pristupa razvoja plaća klijent jer kupuje precenjeni softver, čija isporuka kasni, a čije je održavanje teško i skupo.

Zrelo razvojno okruženje sadrži sisteme kontrole zahtevanog kvaliteta i procese koji obezbeđuju efikasno upravljanje procesima i merenje njihovih parametara. Tačno predviđeni troškovi, rokovi i kvalitet predstavljaju realne parametre za donošenje odluka; kroz konzistentne i dokumentovane procese testiranja postiže se maksimalni kvalitet pre isporuke softvera, a kod se lako održava uz mnogo kraće cikluse reinžinjeringu; u svim projektima se ostvaruje konzistentan kvalitet a razvijene komponente se mogu više puta koristiti. Putem pomenutih upitnika PISA utvrđuje tip ili namenu (klasu) softverske aplikacije (svrstavajući aplikaciju u jedan od 5 tipova softvera – 1. informacioni sistem, 2. komercijalni softver, 3. vojni softver, 4. web ili 5. e-uprava) prema C. Jones [1]-[3] klasifikaciji.

Na osnovu baze podataka, koju je C. Jones [3] objavio, od preko 12 000 projekata o svim potrebnim metricima (preko 100 identifikovanih) PISA ih uzima kao nominalne (normirane) vrednosti kompanije (PISA klijenta) za sve ocene i predviđanja koje PISA softverski ekspertske alati (Sl. 12) vrše kao uslugu planiranja optimalnog scenarija realizacije datog konkretnog softverskog projekta (Sl. 13), a na osnovu ocenjene veličine softvera koji se razvija (izražene u FP, UCP, SLOC, broju stranica dokumentacije i dr. metoda i tehnika), potencijalnog broja grešaka po fazama, očekivane efikasnosti tj. % detektovanih i otklonjenih grešaka, procenjenih troškova testiranja i održavanja i dr. Dakle, PISA sve projekte svrstava u jedan od $5 \times 5 \times 5 = 125$ klase (5 nivoa CMM, 5 tipova softvera



Slika 9. Process Dynamics Control eXpert

Da bi ovako realizovano softversko okruženje za optimalan razvoj kvalitetnog softvera zaista obezbedilo uspeh na konkretnom softverskom projektu tj. dalo očekivane rezultate, neobhodno je stalno ulaganje u ocenjivanje i praćenje performansi projektnog tima, podizanje stručnog kapaciteta ljudi koji realizuju projekat. Za to je odgovoran softverski alat People Performance eXpert (Sl. 10).

i 5 veličina softvera izraženih u FP tj. 100 FP, 1000 FP, 10 000 FP, 100 000 FP ili 1 000 000 FP sa normiranim vrednostima svih metrika [3] za ocenjivanje i procenjivanje softverskih ekspertskeih PISA alata konkretnog softverskog projekta date kompanije.

The screenshot shows a web-based questionnaire titled "BISA Questionnaire - Opera". It includes sections for selecting documents produced during planning, business type, and accepting service level agreements. Checkboxes are used for multiple selection in all sections.

Slika 11. Opšti PISA upitnik za ocenu CMM nivoa, tipa i veličine softverske aplikacije klijentske kompanije

PRIMER: Neka je u pitanju komercijalni softver čija veličina (S) je od strane Planner eXpert-a procenjene na 108 FP i neka je kompanija ocenjena da je na CMM 3 nivou, tada se primenjuju sledeća pravila (PISA je ustanovila preko 20 pravila) za procenjivanje svih potrebnih parametara projekta:

Pravilo 1: Konverzija veličine softvera izraženog preko FP u SLOC, a u zavisnosti od korišćenog programskog jezika dat je relacijom:

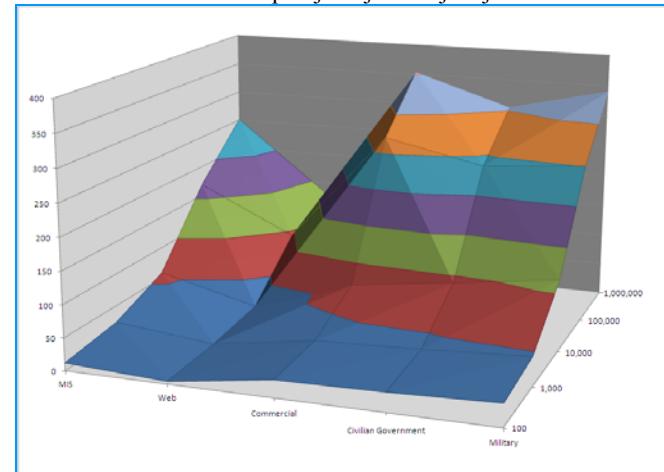
SLOC = FP x SBILKFP = 108 x 53 = 5724 linija koda (SLOC). Pod pretpostavkom da koristimo programski jezik Java za koji važi da je SBILKFP = 53.

Pravilo 2. Estimacija veličine dokumentacije

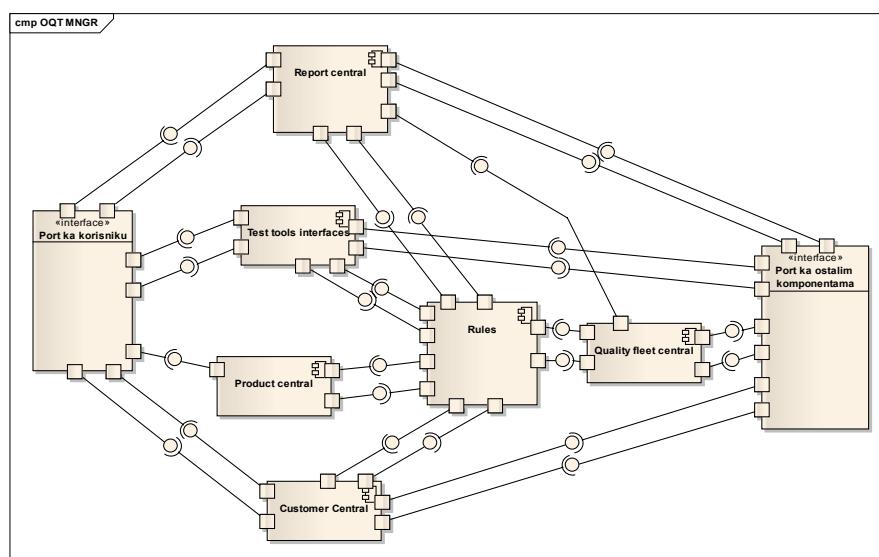
Pomoću drugog pravila vrši se procena količine dokumentacije vezane za softverski paket. Izražava se u broju strana a izračunava se na sledeći način:

$$\text{Dokumentacija} = FP^{1.15} = 108^{1.15} = 218 \text{ stranica}$$

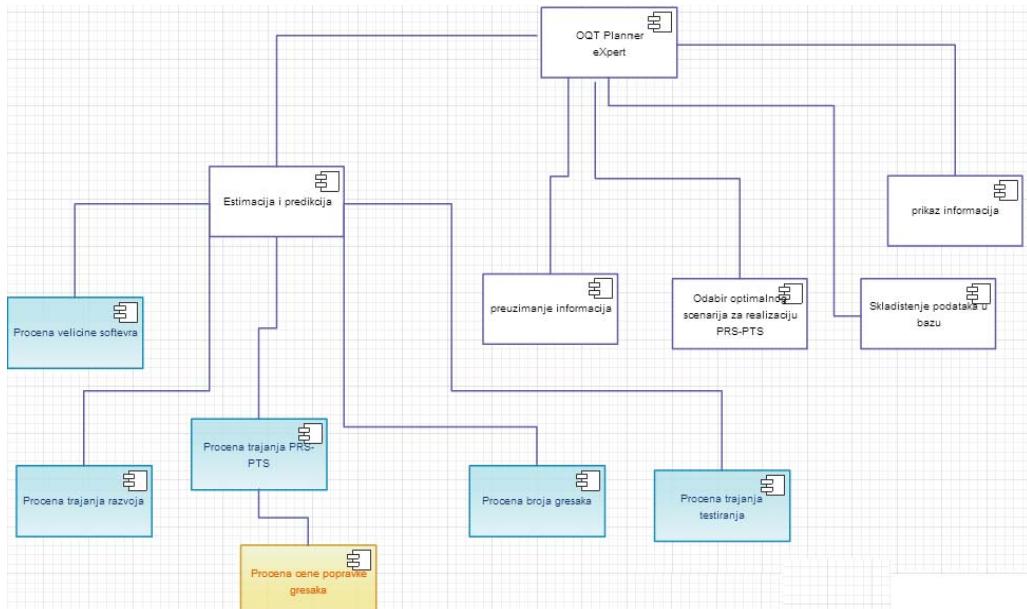
U slučaju da je veličina softvera, CMM nivo kompanije i tip softvera drugačiji koristile bi se regresione formule koje je Planner eXpert izradio kako bi ovo drugo pravilo primenio kao što je prikazano vizuelno na Sl. 14. Naredni dijagram prikazuje promenu broja strana dokumentacije u odnosu na broj funkcionalnih tačaka i tipa softvera za *CMM nivo 1* firme koja razvija taj softver. Slični grafici i proračuni se daju i za ostale CMM nivoe zrelosti kompanije koja razvija taj softver.



Slika 14. Broj strana dokumentacije u odnosu na broj funkcionalnih tačaka i tip softvera za CMM nivo 1



Slika 12. Opšti dijagram komponenti OQT MNGR



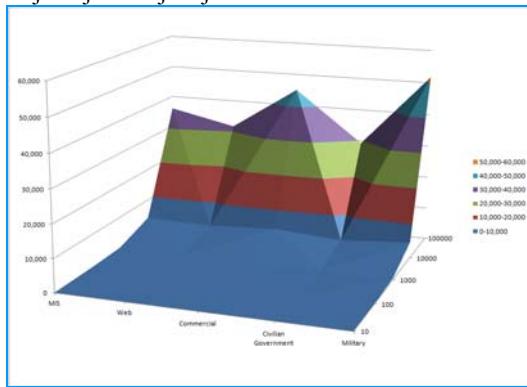
Slika 13. Dijagram komponenti estimacije i predikcije Planner eXpert-a

Pravilo 3. Estimacija broja slučajeva testiranja

Prema trećem pravilu, potrebno je estimirati obim testiranja izražen brojem test slučajeva. To se radi pomoću funkcionalnih tačaka, i to na sledeći način:

$$\text{Broj test slučajeva} = FP^{1/2} = 108^{1/2} = 276 \text{ test slučaja.}$$

Naredni dijagram (Sl. 15) prikazuje promenu broja test slučajeva testiranja u odnosu na broj funkcionalnih tačaka i tip softvera za CMM nivo 1 firme koja razvija taj softver. Slični grafici i proračuni se daju i za ostale CMM nivoe zrelosti kompanije koja razvija taj softver.



Slika 15. Broj test slučajeva u odnosu na broj funkcionalnih tačaka i tip softvera za CMM nivo 1

Na sličan način se primenjuju i ostala pravila koji PISA ekspertske alati generišu ali zbog ograničenog prostora nismo u mogućnosti da ih sve prikažemo u ovom radu.

IV. ZAKLJUČAK

PISA je softversko okruženje za optimalan razvoj kvalitetnog softvera (brže, bolje i jeftinije od drugih rešenja) koje omogućava minimizaciju troškova i rizika, izborom i prelaženjem na alternativne planove testiranja, kada trenutni izbor ne može da zadovolji ograničenja koja postavljaju zahtevi

kvaliteta, slobodni resursi (ljudi i oprema), kvantitativni kriterijumi optimalnosti i stabilnosti koji se uspostavljaju na bazi raspoloživih resursa i performansi date kompanije

LITERATURA

- [1] C. Jones, "Applied Software Measurement", McGraw Hill, 3rd edition, 2008; ISBN 978-0-07-150244-3.
- [2] C. Jones and O Bonsignour, "The Economics of Software Quality", Pearson Education 2012, ISBN 978-0-13-258220-9.
- [3] C. Jones, "Software Assessments, Benchmarks, and Best Practices", Addison-Wesley Professional: Boston, MA. 2nd ed. McGraw-Hill, New York, 2000.
- [4] S. H. Kan, "Metrics and Models in Software Quality Engineering," Second Edition, Addison-Wesley, 2003.
- [5] Lj. Lazić, S. Milinković, R. Janković, „Rules And Benchmarking Based Optimal Software Quality Management Framework Architecture“, INFOTEH-JAHORINA Vol. 11, March 2012., ISBN 978-99938-624-8-2, p. 797-802. 2012.
- [6] Lj. Lazić, "OptimalSQM: Optimal Software Quality Management Repository is a Software Testing Center of Excellence", Plenary Lecture 1 in the WSEAS The 6th EUROPEAN COMPUTING CONFERENCE (ECC '12), Prague, Czech Republic, September 24-26, 2012.
- [7] Lj. Lazić, "Software Quality & Testing Metrics", Plenary Lecture 2 in the WSEAS 7th WSEAS EUROPEAN COMPUTING CONFERENCE (ECC '13), Dubrovnik, Croatia, June 25-27, 2013. ISBN: 978-960-474-304-9, 2013.
- [8] Lj. Lazić, S. Milinković, "Reducing Software Defects Removal Cost via Design of Experiments using Taguchi Approach", Software Quality Journal, Springer-Verlag New York, Inc., ISSN:0963-9314, DOI 10.1007/s11219-014-9234-6, 2014.

ABSTRACT

In this article, we described PISA which is a set of best models and techniques in practice, integrated into optimized and quantitatively guided by expert tools integrated on the user's request.

SOFTWARE TOOLS FOR HIGH SOFTWARE QUALITY DEVELOPMENT

Lj. Lazić, S. Milinković and I. Đokić