
1. Testiranja višeg reda

Kvalitet će biti definisan kao sposobnost da se proizvede softver koji zadovoljava ili nadmašuje postavljene zahteve (prema definisanim merljivim kriterijumima) i koji je proizveden definisanim procesom.

Postizanje kvaliteta ne svodi se na jednostavno "zadovoljenje zahteva" ili izradu proizvoda koji zadovoljava korisnikove potrebe i očekivanja, nego se takođe moraju uključiti mere i kriterijumi koji demonstriraju postizanje kvaliteta i definisati proces koji će biti ponovljiv i upravljiv, i koji će obezbediti da proizvod tog procesa dostiže postavljeni nivo kvaliteta.

Navešćemo i objasniti neke **najčešće zablude** u vezi kvaliteta softvera.

Kvalitet može biti naknadno dodat ili "utestiran". Kao što proizvod ne može biti napravljen bez opisa šta treba da radi, ko treba da ga upotrebljava i na koji način, itd, tako ni kvalitet ne može biti postignut ako prethodno nije opisan, samerljiv i da predstavlja sastavni deo procesa kojim se stvara proizvod.

Kvalitet dolazi sam od sebe. Kvalitet naravno ne nastaje tek tako. Da bi se postigao, mora se definisati, sprovesti i kontrolisati odgovarajući proces razvoja. Svrha ovog dokumenta je da obezbedi disciplinovan pristup razvoju, sa definisanim zadacima i odgovornostima u cilju proizvodnje kvalitetnog softvera koji zadovoljava potrebe korisnika, unutar predvidivog plana i budžeta.

Kvalitet je jednodimenzionalna karakteristika i svakome znači istu stvar. Kvalitet nije jednodimenzionalna karakteristika. Među važne **dimenzije kvaliteta softvera** spadaju:

- **funkcionalnost** – u kojoj meri softver zadovoljava specifikacije i potrebe korisnika
- **pouzdanost** – pokazatelji: frekvencija i težina otkaza, sposobnost oporavka, predvidivost, tačnost, srednje vreme između otkaza,...
- **upotrebljivost** – meri se naporom koji zahteva učenje programa, njegovo korišćenje, priprema ulaza i interpretacija izlaznih rezultata
- **efikasnost** – brzina odziva, raspoloživost, brzina oporavka, protok, iskorišćenje resursa
- **stepen podrške** – mogućnost testiranja, proširivanja, prilagođavanja, konfigurisanja, instaliranja, lokalizacije.

Za svaku od ovih dimenzija kvaliteta mora se definisati i sprovesti odgovarajući tip testiranja.

1.1 Tipovi testiranja

1.1.1 Inspekcije, recenzije i pregledi

Inspekcije, recenzije i pregledi su specifične tehnike fokusirane na ocenjivanje artefakata (pogodno za dokumentaciju, programski kod) i efikasni su metodi poboljšanja kvaliteta i produktivnosti razvojnog procesa. Sprovode se na sastancima gde jedan od prisutnih igra ulogu voditelja, a drugi zapisničara (beleži zahteve za izmenama, probleme, pitanja itd). IEEE standardi opisuju ove tehnike na sledeći način:

- **Recenzija** (engl. *review*) Formalni sastanak na kome se artefakt, ili skup artefakata predstavlja korisniku ili mušteriji ili drugim zainteresovanim stranama za komentare i odobrenje.
- **Inspekcija** (engl. *inspection*) Formalna tehnika procene kojom se artefakti detaljno pregledaju od strane osoba koje nisu autori da bi se uočile greške, narušavanje razvojnih pravila i drugi problemi.
- **Pregledi** (engl. *walkthrough*) Tehnika pregleda u kome autor upoznaje ostale članove tima sa segmentom artefakta koji je on izradio. Ostali članovi postavljaju pitanja i daju komenare o tehnici, stilu, mogućim greškama, naručavanju razvojnih propozicija i drugim problemima.

Jedinično testiranje (engl. *unit testing*) primenjuje se na pojedine klase, module ili komponente programskog koda. Tehnike jediničnog testiranja dele se na tehnike *crne kutije* i tehnike *bele kutije*.

Ovi metodi se obično kombinuju pri primeni.

Integraciono testiranje primenjuje se na softverski sistem kao celinu.

U testiranja višeg reda spadaju:

- **testiranje sigurnosti** (engl. *security testing*) – da li su posmatrane funkcije dostupne onim i samo onim korisnicima kojima su namenjene
- **testiranje količine podataka** (engl. *volume testing*) – verifikovanje da li softver može obraditi veliku količinu podataka
- **testiranje upotrebljivosti** (engl. *usability testing*) – ocenjuju se estetski aspekti, konzistencija korisničkog interfejsa, korisnička dokumentacija i trenažni materijal.
- **testiranje integriteta** (engl. *integrity testing*) – ocenjuje se robusnost (otpornost na otkaze), konzistentna upotreba resursa i slično.
- **test naprežanja** (engl. *stress testing*) – vrsta testa pouzdanosti sistema pod nenormalnim uslovima (ekstremna opterećenja, nedovoljno memorije ili drugih resursa, servisi koji nisu raspoloživi itd).
- **uporedni test** (engl. *benchmark testing*) – vrsta testa performansi koja upoređuje novi nepoznati sistem sa poznatim referentnim sistemom
- **test zagušenja** (engl. *contention testing*) – proverava da li softver može da zadovolji višestruke zahteve različitih aktera za istim resursom
- **test opterećenja** (engl. *load testing*) – vrsta testa performansi, kojim se procenjuju operativni limiti nepromenljivog sistema pod različitim opterećenjima, ili različitih konfiguracija sistema pri istom opterećenju. Merene veličine su najčešće protok i vreme odziva (srednja i vršna vrednost).
- **test konfiguracije** (engl. *configuration testing*) – testira ponašanje softvera u različitim hardversko/softverskim okruženjima
- **test instalacije** (engl. *installation testing*) – testira instaliranje softvera na različitim sistemima i u različitim situacijama (npr. prekid napajanja ili nedovoljno prostora na disku)

Regresivno testiranje je vrsta testiranja u kome se na osnovu jednom razvijenog test primera više puta sprovodi testiranje softvera (tipično posle neke izmene u softveru, da bi se utvrdilo da nije došlo do kvarenja funkcija softvera koje nisu obuhvaćene izmenom).

1.2 Organizacija procesa testiranja

Proces testiranja mora se odvijati tokom svih faza životnog ciklusa. Za proces testiranja moraju biti realizovani standardizovani propisi i procedure koje definišu način rada i aktivnosti test odeljenja kao i svih učesnika u razvoju. Sve aktivnosti članova tima koji učestvuju u realizaciji procesa testiranja moraju dokumentovane. Definisanje aktivnosti mora da pokrije sledeće:

- a. Odgovornosti i zaduženja za planiranje testa, izvršenje i evaluaciju se eksplicitno moraju zadati.
- b. Ciljevi testa, tipovi testa koji će se primeniti, kao i raspored i zaduženja kod testiranja moraju biti jasni i dokumentovani u Planu testiranja.
- c. Odgovarajući materijal (dokumenta, test primeri i drugo) se čuvaju i nalaze se pod kontrolom repozitorijuma za upravljanje konfiguracijama (engl. Configuration Management, skraćeno CM).
- d. Test materijal je podložen periodičnim aktivnostima kontrole kvaliteta.

1.2.1 Zaduženja i odgovornosti

Nadalje u ovom odeljku dat je **opis uloga** koje se tiču procesa testiranja; nisu uključene uloge koje se tiču procesa razvoja.

Menadžer kvaliteta odgovaran je za planiranje testa, kako dugoročno (u okviru menadžmenta projekta), tako i kratkoročno. Vršiti kontrolu izvršenja, eventualne korekcije i evaluacije testiranja. Obezbeđuje informacije menadžmentu projekta o rezultatima rada test grupe. Vršiti proveru korektnosti planova i rokove realizacije. Obezbeđuje neophodni materijal članovima zaduženim za razvoj i sprovođenje testiranja pre i nakon testiranja, izveštaje o testiranju, zbirne izveštaje o greškama, neophodnu dokumentaciju.

Član tima za razvoj testova učestvuje u razvoju test primera (engl. test cases) i serije testova (test suites).

Član tima za sprovođenje testiranja vršiti testiranje pojedinih modula ili celog softvera primenom testova iz Test specifikacije. Šalje izveštaje sa testiranja, prijavljuje otkaze.

Menadžer zahteva za promenom procenjuje pojedinačne i zbirne rezultate testova i na osnovu toga generiše zahteve za promenama, dodeljuje im prioritete i planira ih po iteracijama.

1.2.2 Aktivnosti procesa testiranja

Uspešan završetak analize i prikupljanja zahteva, u kojoj su definisani svi funkcionalni zahtevi za proizvod u odgovarajućim dokumentima i modelima, jeste preduslov za početak ne samo faze projektovanja, već i za početak faze testiranja. U narednim sekcijama dat je opis aktivnosti procesa testiranja proizvoda: planiranje, specifikacija, realizacija i evaluacija rezultata.

1.2.2.1 Planiranje testa

Plan testiranja identifikuje zahteve za različitim tipovima testiranja, daje procenu rizika i ustanovljava prioritete testiranja i definiše strategiju testiranja (vrste testiranja, u kojoj fazi razvoja se sprovode, tehnike testiranja i kriterijume završetka). Sledi **opis pojedinih elemenata plana testiranja**:

Identifikacija zahteva za testiranjem

Zahtevi za testiranjem identifikuju šta će se testirati. **Zahtevi za testiranjem funkcija**, kao što im ime kaže, izvedeni su iz opisa funkcija posmatranog softvera. Minimalno svaki slučaj upotrebe treba da proizvede bar jedan zahtev za testiranjem.

Zahtevi za testiranjem performansi izvode se iz specifikacije performansi posmatranog softvera. Tipično su performanse izražene preko vremena odziva i potrošnje resursa pri različitim režimima rada.

Zahtevi za pouzdanošću izvode se iz više izvora, tipično iz nefunkcionalnih specifikacija softvera, vodiča za dizajniranje korisničkog interfejsa, projektnih i implementacionih pravilnika.

Procena rizika

Ustanovljavanje prioriteta testiranja počinje procenom rizika. Slučajevi korišćenja ili komponente koji predstavljaju najrizičnije u pogledu otkaza ili imaju **veliku verovatnoću otkaza** treba da budu među **prvim testiranim**.

Određivanje operacionog profila

Sledeći korak u proceni rizika i ustanovljavanju prioriteta jeste da se odredi operacioni profil softvera koji se razmatra. Tipično, što je veći **broj upotreba** nekog slučaja upotrebe ili neke komponente **od strane različitih aktera**, biće veći indikator operacionog profila.

Ustanovljavanje prioriteta testiranja

Finalni korak u proceni rizika i upostavljanju prioriteta jeste da se identifikuju i opišu pojedini slučajevi korišćenja ili komponente upotrebom indikatora prioriteta kao što su:

- **H** – mora se testirati
- **M** – trebalo bi testirati, ali tek pošto se obavi testiranje svih H celina
- **L** – možda će se testirati, ali tek posle svih H i M celina

Strategija testiranja

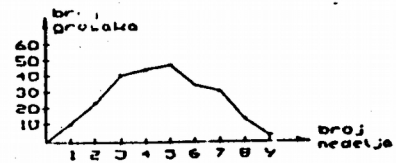
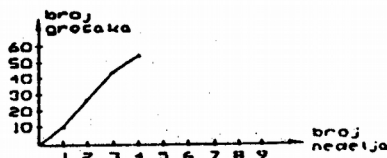
Strategija testiranja opisuje generalni pristup i ciljeve određenih aktivnosti testiranja. Dobra strategija trebalo bi da sadrži sledeće elemente:

- tip testa koji će se sprovesti i cilj testiranja
- **faza razvoja** u kojoj će se testiranje primeniti
- **tehnika testiranja**
- **mere i kriterijumi za procenu rezultata** i završetka testiranja
- bilo kakva dodatna razmatranja koja utiču na aktivnost testiranja

Kriterijum završetka testiranja

Osnovno pitanje testiranja je: Kada ga završiti? Trivijalna rešenja nisu dobra: 1) okončati ga kada istekne vreme koje smo za testiranje isplanirali, 2) okončati ga kada prođu svi izabrani test-problemi; bolje je 3) odabrati metode testiranja koje sistem mora da prođe, ali ni to nije dovoljno dobro, jer za različite sisteme neke su metode bolje, a neke lošije. Efikasniji kriterijum je 4) testiranje dok se ne otkrije zadani broj grešaka. Taj broj se ne daje nasumice, nego na osnovu iskustva i/ili matematičkih modela. U slučaju da je broj grešaka manji od predviđenog, biramo krajnji kriterijum: 5) vođenje evidencije o broju pronađenih grešaka u određenom vremenskom intervalu. Kombinacijom 3), 4) i 5) najbolje se predviđa trenutak okončanja testiranja.

Dijagrami
Broj grešaka / broj nedelja



Ako se broj grešaka koje se otkriju za 7 dana povećava, tada nema ni govora o prestanku testiranja. Druga kriva pokazuje da se posle 9 nedelja broj grešaka smanjio dovoljno da se može okončati testiranje.

Metode testiranja ne treba menjati nasumice, bez uvida u broj otkrivenih grešaka primenom svake pojedine metode. Metoda testiranja se menja tek kada broj otkrivenih grešaka spadne na neki mali, zadovoljavajući broj.

1.2.2.2 Specifikacija testova

U ovoj fazi potrebno je identifikovati i opisati skup test primera dovoljnih za verifikaciju proizvoda i test procedura koje opisuju način izvršenja test primera.

Za realizaciju Specifikacije testova mogu se koristiti: Studija (ako postoji), specifikacija zahteva, model slučajeva upotrebe, razvojni plan, projektna dokumentacija i postojeći projektni modeli.

Specifikacija testa sadrži sledeća poglavlja (nadalje je dat i kratak opis sadržaja poglavlja):

Beleška specifikatora testa

Ovaj odeljak treba da sadrži opis za konkretan test primer, svrhu testa, tip testiranja i opis primenjene metodologije, eventualno dati potrebne preduslove za izvršenje, hardverske i softverske zahteve (ako postoje).

Radnje/Ulazi

Ovaj odeljak sadrži, za konkretan test primer, opis radnji, odnosno vrednosti koje treba obaviti/uneti kao ulaz.

Očekivani Odzivi/Izlazi

U ovom odeljku, za konkretan test primer, dati opis ili slike odziva koji je rezultat primene radnji/ulaza opisanih u prethodnom odeljku. Podrazumeva se da se daju ispravni odzivi/izlazi, a ne ono što se dobije u testu.

Završne radnje

Ova sekcija sadrži informacije o svim neophodnim aktivnostima/radnjama koje su potrebne za "smirivanje" odnosno završetak celog testa, na primer: zatvaranja projekata, brisanje.

1.2.2.3 Realizacija testiranja

Faza implementacije test procedura, tj izvršenja testa se može ponavljati za svaki *build*. Moguće je manuelno sprovoditi testiranje, ili upotrebom automatizovanih alata (pri čemu se moraju razviti i održavati test skriptovi koji odgovaraju test slučajevima). Ulaz, odnosno polazni dokument za testere je Specifikacija testa.

Rezultati testiranja se unose u dokumenti TestLog i Izveštaj o rezultatima testa. Izveštaj o rezultatima testa treba da bude podeljen na sledeće sekcije kako bi se dao pregled rezultata testiranja:

Generalna procena testiranog softvera

Ova sekcija treba da:

- a. Obezbedi generalnu procenu softvera preko rezultata testa datih u ovom izveštaju
- b. Identifikovati sve preostale nedostatke, ograničenja ili prinudna rešenja koja su detektovana testiranjem. Za obezbeđivanje informacija o nedostacima koristiti izveštaje o problemima i promenama.

Uticaj test okruženja

Ova sekcija treba da obezbedi procenu načina kako se test okruženje može razlikovati od radnog/operativnog okruženja i uticaj tih razlika na rezultate testa.

Preporučena poboljšanja

Ova sekcija treba da obezbedi preporučena poboljšanja u specifikaciji, upotrebi ili testiranju softvera koji se posmatra.

Detalji o rezultatima testa

Ova sekcija treba da bude podeljena na podsekcije navedene kasnije tako da predstavlja detaljan opis rezultata primene svakog testa. Podsekcije su identifikovane jedinstvenim identifikatorom testa i dati su pregled rezultata testa, pronađeni problemi i odstupanja od predviđenih procedura testiranja.

Test LOG

Ova sekcija treba da obezbedi hronološki zapis test događaja. Preporuka je da se izradi Log obrazac u obliku tabele gde bi se upisivali događaji. Takav test Log treba da sadrži:

- a. Datum, vreme, lokacija gde je test izvršen
- b. Hardverska i softverska konfiguracija koja je korišćena za svaki test, uključujući (ako je dostupno) podatke o modulu, modelu, serijskom broju, proizvođačuid. za hardver i obavezno broj verzije i ime softverske(ih) komponente(i) koja se koristi.
- c. Vreme i datum svake test aktivnosti, identitet članova tima koji realizuju testiranje.

1.2.2.4 Evaluacija rezultata testiranja

Na kraju neke faze testiranja radi se evaluacija rezultata testiranja.

U ovoj fazi treba definisati mere (metrike) za evaluaciju kvaliteta testiranja i realizovati Izveštaj o proceni kvaliteta testiranja.

U ovoj fazi se može uraditi i analiza pronađenih defekata sa ciljem da se ukaže na česte i zajedničke greške razvojnog dela tima, da se preporuče naknadne aktivnosti (kursevi, doobuka, promena alata i sl).