

Manažment kvality v softvérovom projekte

Funkcionalita, chyby a kvalita

Normy pre systémy zabezpečenia kvality

ISO 9000

Dôraz na kvalitnú dokumentáciu

Certifikácia ISO

Zhodnotenie ISO 9000

Zoznam noriem pre zabezpečenie kvality softvéru

Plánovanie kvality

Metódy a techniky plánovania kvality

Zabezpečenie kvality

Metódy a techniky zabezpečenia kvality

Riadenie kvality

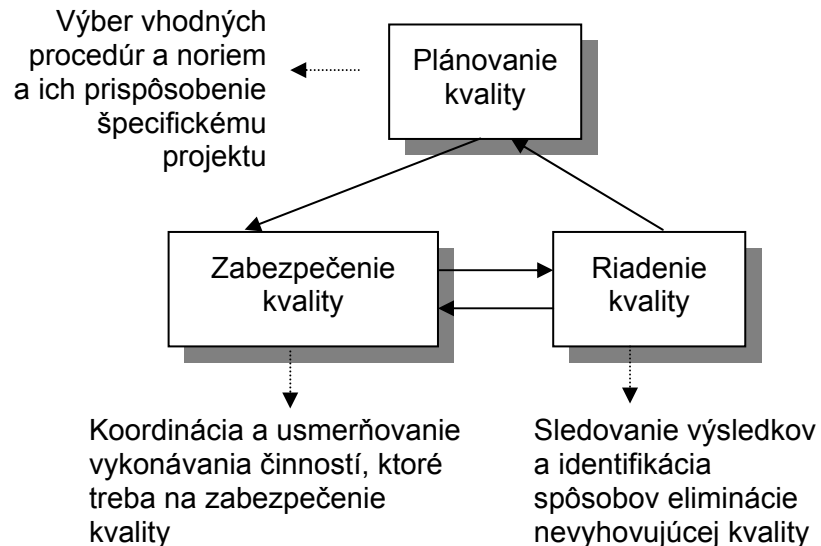
Metódy a techniky riadenia kvality

Manažment kvality v softvérovom projekte

„The problem of quality management is not what people don't know about it. The problem is what they think they do know...”

In this regard, quality has much in common with sex:

- everybody is for it (under certain conditions, of course);
- everyone feels they understand it (even though they wouldn't want to explain it);
- everyone thinks execution is only a matter of following natural inclinations (after all, we do get along somehow);
- and, of course, most people feel that problems in these areas are caused by other people (if only they would take the time to do thinks right).“



- bežný postup pri tvorbe softvéru spočíva v čo najrýchlejšom vytvorení textu programu „neznámej kvality“, rýchlej kompilácii a testovaní s cieľom nájdania a odstránenia chýb a nedostatkov. Žiadny iný inžiniersky odbor nevytvára výrobky nekontrolovanej kvality a spolieha sa na testovanie.

Kvalita je súhrn vlastností a charakteristík výrobku, procesu alebo služby, ktoré preukazujú jeho schopnosť splniť určené alebo odvodené potreby (ISO 8402).

- Kvalita nie je definovaná ako absolútna miera, ale ako stupeň splnenia požiadaviek, resp. potrieb.
- Ak cieľom bude vyvinúť nefunkčný softvér, potom čím menej bude fungovať, tým bude mať vyššiu kvalitu.

Rôzne pohľady na kvalitu:

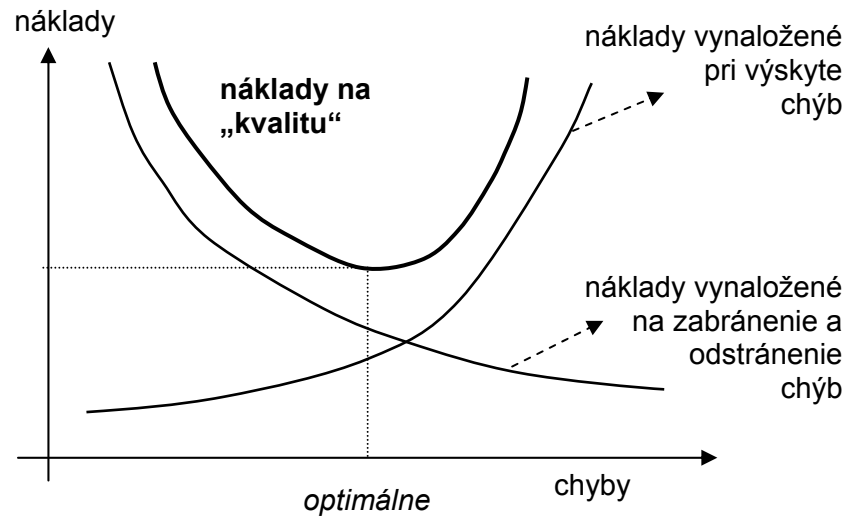
- z používateľského pohľadu môže kvalita zodpovedať jednoduchosti obsluhy systému, spoľahlivému a efektívnemu vykonávaniu jednotlivých funkcií systému
- z hľadiska prevádzky systému kvalita spravidla znamená dobrú prevádzkovú dokumentáciu, minimálne zmeny v dokumentácii a efektívne využívanie výpočtových zdrojov
- z hľadiska tvorca a údržbára systému kvalita spravidla zodpovedá čitateľným a modifikovateľným programom a čitateľnej a presnej dokumentácii
- z hľadiska manažéra kvalita spravidla zodpovedá dodaniu výrobku načas, v rámci rozpočtu a požiadaviek používateľa.

Funkcionalita, chyby a kvalita

Špecifiká softvérových projektov

- výrobok musí odrážať nielen potreby používateľa, ale aj dodávateľa (napr. modifikovateľnosť)
- ťažkosti pri špecifikácii niektorých charakteristík (procesu aj výrobku)
- špecifikácia (t.j. vyjadrenie potrieb) je často neúplná a nekonzistentná
- snaha o minimalizáciu sumy nákladov vynaložených na zabránenie chybám a na odstránenie chýb

- nemýliť si kvalitu s funkcionalitou, systém s implementovanými mnohými funkciami môže mať nízku kvalitu (napr. obsahuje veľa chýb) a naopak
- zlepšovaním procesu sa môže krivka nákladov na „kvalitu“ zlepšovať



►► **Softvér bez chýb ≠ kvalitný softvér**

Normy pre systémy zabezpečenia kvality

Často sa vychádza z predpokladu, že pokiaľ má organizácia „kvalitný“ proces tvorby výrobku (softvéru), budú aj jej výrobky kvalitné. Tento prístup sa používa najmä preto, lebo v softvérovom inžinierstve nie je jednoduché merať kvalitu programov pomocou nejakej výstupnej kontroly.

►► **Kvalitný proces ⇒ kvalitný výrobok**

- treba zainteresovať tých, ktorí budú normy používať

- pravidelné posudzovanie a aktualizácia noriem
- systémy sledovania a kontroly kvality sa nasadzujú metódou zdola nahor: mali by vychádzať z potrieb softvérových inžinierov v „prevádzke“

ISO 9000

- ISO - Medzinárodná organizácia noriem (International Standards Organisation), pozri aj <http://www.iso.ch/>
- ISO 9000 - sústava noriem pre riadenie a zabezpečovanie kvality (1979, 1987, 1994, 2000, 2007)
- medzinárodné homogénne meradlo kvality
- umožňuje nezávislé posúdenie kvality treťou stranou
- zakladá sa na vnútorných normách britského ministerstva obrany pre muničné závody z druhej svetovej vojny
- primárne sa tieto normy vytvárali pre hromadnú výrobu (nie pre softvérový priemysel); opisujú však všeobecné požiadavky platné pre akékoľvek výrobné odvetvie
- ISO 9000 definuje body, ktoré musí spĺňať systém výroby na to, aby spĺňal túto normu
- vytvorenie podmnožín (normy ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003)

	Spracovanie požiadaviek zákazníka	Návrh výrobku	Výroba	Prehliadky a testovanie výrobku	Inštalácia	Údržba a služby
ISO 9003				✓		
ISO 9002			✓	✓	✓	✓
ISO 9001	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ISO 9001:2008 klauzula	Opis
4. Systém manažérstva kvality	Organizácia musí vytvoriť, zdokumentovať, zaviesť a udržiavať systém manažérstva kvality (SMK) a trvalo zlepšovať jeho efektívnosť v súlade s požiadavkami normy.
4.1. Všeobecné požiadavky	Organizácia musí určiť procesy v organizácii, ich postupnosť a interakciu, riadenie týchto procesov vrátane zabezpečenia zdrojov a informácií potrebných pre tieto procesy, ich prevádzku, monitorovanie a analyzovanie s cieľom ich trvalého zlepšovania.
4.2. Požiadavky na dokumentáciu	Dokumentácia musí obsahovať zdokumentované vyhlásenie politiky a cieľov kvality, príručku kvality, dokumentované postupy a záznamy vrátane zdokumentovaných postupov pre riadenie dokumentov a záznamov.
5. Zodpovednosť manažmentu	Treba, aby boli spracované - záväzok manažmentu, zameranie sa na zákazníka, politika kvality, plánovanie, zodpovednosť, právomoci, komunikácia a preskúmanie SMK manažmentom.
5.1. Záväzok manažmentu	Vrcholový manažment musí byť zaviazaný vypracovať a zaviesť SMK, trvalo ho zlepšovať, určiť politiku kvality, zaistiť vypracovanie cieľov kvality, vykonávať preskúmanie SMK manažmentom, zaistiť potrebné zdroje.
5.2. Zameranie sa na zákazníka	Vrcholový manažment musí zaistiť, aby sa určili a splnili požiadavky zákazníka s cieľom zvýšiť spokojnosť zákazníka.
5.3. Politika kvality	Vrcholový manažment musí zaistiť, aby politika kvality bola primeraná účelu organizácie; obsahovala záväzok spĺňať požiadavky zákazníka a trvalo zlepšovať efektívnosť systému manažérstva kvality; poskytovala rámec na vypracovanie a preskúmanie cieľov kvality; bola zverejnená a v organizácii pochopená; bola preskúmaná s ohľadom na trvalú vhodnosť.
5.4. Plánovanie	Z úrovne vrcholového manažmentu musí byť zabezpečené naplánovanie cieľov kvality i plánovanie SMK ako celku.
5.5. Zodpovednosť, právomoc a komunikácia	Treba mať definované a dokumentované zodpovednosti a právomoci v oblasti SMK vrátane menovaného predstaviteľa manažmentu zodpovedného za SMK.
5.6. Preskúmanie manažmentom	Vrcholový manažment musí v plánovaných intervaloch preskúmať systém manažérstva kvality organizácie. Záznamy z týchto preskúmaní sa musia udržiavať.
6. Manažérstvo zdrojov	Treba riešiť – zaistenie zdrojov, ľudské zdroje, infraštruktúru a pracovné prostredie.
6.1. Zaistenie zdrojov	Treba určiť a poskytovať zdroje na SMK a jeho zlepšovanie, zvyšovanie spokojnosti zákazníka.
6.2. Ľudské zdroje	Pracovníci musia byť kompetentní na základe príslušného vzdelania, prípravy, zručnosti a skúsenosti. Treba určiť a zadokumentovať potrebnú kompetentnosť, prípravu (vzdelávanie) pre jej dosiahnutie, vyhodnocovať efektívnosť prípravy vrátane vypracovávaní dokumentov a záznamov o tejto príprave.
6.3. Infraštruktúra	Organizácia musí určiť, poskytovať a udržiavať infraštruktúru potrebnú na dosiahnutie zhody produktu s požiadavkami. Infraštruktúra zahŕňa budovy, pracovné priestory, zariadenia (hw, sw), podporné služby (doprava, komunikácie, IS).
6.4. Pracovné prostredie	Organizácia musí určiť a riadiť pracovné prostredie nevyhnutné na dosiahnutie zhody s požiadavkami na produkt.
7. Realizácia produktu	
7.1. Plánovanie realizácie produktu	Treba plánovať a vypracovať procesy potrebné na realizáciu produktu
7.2. Procesy týkajúce sa zákazníkov	Treba mať špecifikované a dokumentované požiadavky zákazníka a ďalšie požiadavky (legislatívne, organizačné), tieto požiadavky musia byť preskúmané a výsledky preskúmania zdokumentované.

7.3. Návrh a vývoj	Návrh a vývoj treba plánovať a riadiť, pričom organizácia musí určiť etapy návrhu a vývoja, stanoviť zodpovednosti a právomoci pri návrhu a vývoji, pre každú etapu stanoviť preskúmanie, verifikáciu a validáciu. Zmeny v návrhu a vývoji musia byť riadené, záznamy o nich sa musia udržiavať.
7.4. Nakupovanie	Treba mať stanovené zdokumentované postupy pre požiadavky na nakupovaný produkt, postupy pre hodnotenie a výber dodávateľov, pre zber a udržiavanie informácií o nakupovaní a pre verifikáciu nakúpeného produktu.
7.5. Výroba a poskytovanie služieb	Treba mať dokumentované postupy pre riadenie výroby a poskytovanie služieb v riadených (kontrolovaných) podmienkach zahrňujúcich informácie opisujúce charakteristiky produktu, pracovné inštrukcie, výrobné zariadenia, zariadenia na monitorovanie a meranie, ako aj činnosti uvoľňovania a dodávania produktu vrátane činností po dodaní produktu. Treba stanoviť postupy pre validáciu procesov výroby, identifikáciu a sledovateľnosť produktu počas celej jeho realizácie. Majetok zákazníka poskytnutý na používanie alebo zabudovanie do produktu musí byť identifikovaný, verifikovaný a chránený rovnako ako samotný produkt.
7.6. Riadenie zariadení na monitorovanie a meranie	Treba mať stanovené a zdokumentované monitorovania a merania v procesoch realizácie produktu vrátane zariadení na monitorovanie a meranie a postupov ich používania. Musia byť stanovené intervaly a postupy pre kalibráciu a verifikáciu týchto zariadení, záznamy o týchto postupoch a ich výsledkoch sa musia udržiavať..
8. Meranie, analýza a zlepšovanie	
8.1. Všeobecne	Treba mať zdokumentované postupy pre plánovanie a zavedenie monitorovacích, meracích, analytických a zlepšovacích procesov vrátane štatistických techník a postupov, a rozsahu ich používania.
8.2. Monitorovanie a meranie	Treba mať zdokumentované postupy pre meranie výkonnosti SMK vrátane monitorovania vnímania spokojnosti zákazníkov s mierou plnenia jeho požiadaviek. Treba mať zdokumentované postupy plánovania a vykonania interných auditov SMK (podľa EN ISO 19011).
8.3. Riadenie nezhodného produktu	Treba zabezpečiť, aby sa produkt, ktorý nezodpovedá naň kladeným požiadavkám, identifikoval a riadil, aby sa zabránilo jeho neželateľnému použitiu alebo dodaniu. Dokumentovaný postup musí zabezpečiť, aby sa určili riadenia a príslušná zodpovednosť a právomoc pri narábaní s nezhodným produktom.
8.4. Analýza údajov	Treba určiť, zhromažďovať a analyzovať príslušné údaje, aby sa prezentovala vhodnosť a efektívnosť systému manažérstva kvality a posúdilo sa, kde možno realizovať trvalé zlepšovania efektívnosti systému manažérstva kvality.
8.5. Zlepšovanie	Treba mať zdokumentované postupy pre trvalé zlepšovanie efektívnosti SMK, pre nápravné činnosti (aby sa odstránili príčiny nezhôd) a pre preventívne opatrenia (na odstránenie príčin potenciálnych nezhôd)

Obsah normy ISO 9001:2008

0 Úvod

0.1 Všeobecne

0.2 Procesný prístup

0.3 Vzťah k norme ISO 9004:2000

0.4 Kompatibilita s inými systémami manažérstva

1 Predmet normy

1.1 Všeobecne

1.2 Aplikácia normy

2 Odkazy na normy

3 Termíny a definície

4 Systém manažérstva kvality

4.1 Všeobecné požiadavky

4.2 Požiadavky na dokumentáciu SMK

4.2.1 Všeobecne

4.2.2 Príručka kvality

4.2.3 Riadenie dokumentov

4.2.4 Riadenie záznamov

- 5 Zodpovednosť manažmentu
 - 5.1 Závazok manažmentu
 - 5.2 Zameranie sa na zákazníka
 - 5.3 Politika kvality
 - 5.4 Plánovanie
 - 5.5 Zodpovednosť, právomoc a komunikácia
 - 5.6 Preskúvanie manažmentom
- 6 Manažérstvo zdrojov
 - 6.1 Zaistenie zdrojov
 - 6.2 Ľudské zdroje
 - 6.3 Infraštruktúra
 - 6.4 Pracovné prostredie
- 7 Realizácia produktu
 - 7.1 Plánovanie realizácie produktu
 - 7.2 Procesy týkajúce sa zákazníkov
 - 7.3 Návrh a vývoj
 - 7.4 Nakupovanie
 - 7.5 Výroba a poskytovanie služieb
 - 7.6 Riadenie zariadení na monitorovanie a meranie
- 8 Meranie, analýza a zlepšovanie
 - 8.1 Všeobecne
 - 8.2 Monitorovanie a meranie
 - 8.3 Riadenie nezhodného produktu
 - 8.4 Analýza údajov
 - 8.5 Zlepšovanie

Dôraz na kvalitnú dokumentáciu

Na kvalitu dokumentácie kladie ISO 9000 veľmi silné požiadavky. Napr. pri riadení dokumentácie a údajov (4.2) treba, aby dokumentácia spĺňala tieto body:

- *musí zodpovedať účelu*: dokument musí umožniť, aby riadne vyškolená osoba mohla primeraným spôsobom vykonať činnosti predpísané v dokumente
- *musí byť identifikovaný vlastníkom*: vlastníkom dokumentu môže byť osoba alebo oddelenie; nemusí to byť vždy jeho autor
- *riadne schválenie pred zverejnením*: kvalifikované osoby, ktoré schvaľujú dokument, treba identifikovať menom a názvom organizácie
- *riadená distribúcia*: distribúcia môže zodpovedať niektorej z týchto foriem:
 - referenčný výtlačok je uložený na jednom mieste a kópie sa distribuujú na požiadanie
 - distribúcia prebieha podľa udržiavaného zoznamu príjemcov dokumentu
 - dokument je sprístupnený v sieti všetkým autorizovaným príjemcom a je deklarované: „Referenčný dokument je dokument, ku ktorému je zaistený priamy prístup pomocou siete“.
- *identifikovaná verzia*: verzia sa musí identifikovať jasne na základe zvoleného druhu značenia (napr. aj dátum vzniku)
- *číslované strany*: všetky strany musia byť očíslované, aby bolo zrejmé, že nechýba žiadna časť dokumentu
- *označený celkový počet strán*: musí sa uviesť celkový počet strán, minimálne na titulnej strane dokumentu
- *riadne zničenie v prípade neplatnosti*: ak sa dokument nahradí iným, existujúce neplatné kópie treba vyžiadať späť a zabrániť ich používaniu.

Certifikácia ISO

Certifikácia: činnosť tretej strany, ktorou sa preukazuje dosiahnutie primeranej dôvery, že náležite identifikovaný výrobok, postup, služba alebo kvalifikácia personálu je v zhode s predpísaným alebo iným (napr. dohodnutým) normatívnym dokumentom.

Akreditácia: oficiálne uznanie, že laboratórium, skúšobňa alebo certifikačné miesto je spôsobilé vykonávať stanovené činnosti a spĺňať náležitosti ako je nezávislosť, celistvosť, spôsobilosť a nezaujatosť.

Audit: systematické, nezávislé šetrenie za účelom stanovenia, či činnosti vzťahujúce sa na kvalitu a v súvislosti s ňou dosahované výsledky, zodpovedajú plánovaným ustanoveniam, ako aj, či sú tieto ustanovenia vhodné a dostatočne účinné na dosiahnutie cieľov

- ohodnotenie má formu *certifikátu*, ktorý potvrdzuje, že proces, ktorý organizácia používa, spĺňa požiadavky ISO 9000
- certifikát sa získava na základe *audit*, ktorý vykonáva špecializovaná nezávislá organizácia splnomocnená na udeľovanie certifikátov (platnosť obmedzená, 3 roky)
- audit sa vykonáva podľa normy ISO 10011-1 a ISO 10111-3, pričom personál, ktorý vykonáva previerku (auditori), musí splniť požiadavky na spôsobilosť podľa normy ISO 10011-2
- náklady na audit sa prenášajú na dodávateľa (zákazník nemusí vykonávať vlastný audit; je v záujme organizácie nechať sa (úspešne) ohodnotiť a tak zvýšiť pravdepodobnosť, že zákazník si vyberie práve služby tejto organizácie)

Činnosti na dosiahnutie certifikátu ISO 9000

Čas, ktorý treba na zavedenie ISO 9000 bez predchádzajúcich krokov v tomto smere, sa odhaduje minimálne na 2 roky.

- Rozhodnutie
 - aký systém kvality certifikovať (ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003)
 - celá organizácia alebo len niektoré sekcie (oddelenia)

- Plánovanie (aj rozpočet)
- Analýza organizácie
- Posúdenie
 - určenie činností, ktoré treba vykonať, aby sa zabezpečili požiadavky na získanie certifikátu
- Zabezpečenie identifikovaných činností
- Implementácia
- Audit
 - externé ohodnotenie procesu na základe rozhovoru s manažmentom a pracovníkmi organizácie, prehliadok dokumentácie
 - celkový záver hodnotenia je „OK/ nepodstatné odchýlky/ podstatný nesúlad)
- Nikdy nekončiacie zlepšovanie (po získaní certifikátu)

Zhodnotenie ISO 9000

- ☺ dáva solídny základ dobre fungujúcej výroby, na ktorom možno ďalej stavať
 - ☺ zákazník dostáva predstavu o organizácii
 - ☺ zlepšuje konkurencieschopnosť a meno organizácie (dovtedy, dokedy nebudú mať certifikát všetci)
-
- ☹ ľahko podlieha byrokratickému prístupu
 - ☹ dôraz je na kontrolu a nie na kvalitu ako takú
 - ☹ zavedenie ISO 9000 je pomerne vysoká investícia, zatiaľ neexistuje prispôsobenie normy malým organizáciám
 - ☹ pomerne dlhé trvanie zavedenia ISO 9000
 - ☹ norma samotná nijako nestanovuje prioritu jednotlivých bodov a ani vhodný postup ich zavádzania

Zoznam noriem pre zabezpečenie kvality softvéru

Číslo	Titul
AQAP-13	Požiadavky na systém kontroly kvality softvéru NATO
AQAP-14	Systém vyhodnocovania pre kontrolný systém kvality softvéru podnikateľov v súlade s AQAP-13
CSA Q396	Program zabezpečenia kvality softvéru
ESA PSS-01-101	Plán zabezpečenia kvality softvéru
MIL-S-52779A	Požiadavky na program zabezpečenia kvality softvéru
MoD Stan 00-15	Sprivodca na vytváranie kvalitného softvéru
IEC-880	Softvér pre počítače v bezpečnostnom systéme nukleárných energetických staníc
IEEE 730	Plánovanie zabezpečenia softvéru
IEEE 983	Sprivodca k plánovaniu zabezpečenia kvality softvéru
ISO/IEC 90003	Návod na aplikáciu normy ISO 9001: 2000 na počítačový softvér
RTCA/DP-178A	Zohľadnenie softvéru v systéme leteckej dopravy a vybavenosť certifikátmi

AQAP	Publikácia zoskupenia na zabezpečenie kvality
ANSI	Americký národný inštitút noriem
CSA	Kanadské zoskupenie štandardov/ noriem
IEC	Medzinárodná elektrotechnická komisia
IEEE	Organizácia elektrotechnických a elektronických inžinierov (USA)
ISO	Medzinárodná organizácia noriem
MIL	Vojenské normy (USA)
MoD	Ministerstvo obrany (GB)
RTCA	Komisia pre aeronautickú rádiotechniku

Plánovanie kvality

Identifikácia noriem kvality, ktoré sa vzťahujú na projekt a určenie ako ich spĺňať, sledovať a riadiť.

Manažment kvality spravidla vyžaduje úpravy rozvrhu a rozpočtu.

►► Opíš čo robíš, a rob to tak, ako to opisuješ

Plán kvality

- jasne stanovuje, ktoré atribúty kvality sú najdôležitejšie pre vyvíjaný výrobok (resp. projekt)
- definuje proces zabezpečenia kvality (procedúry zabezpečenia kvality sa dokumentujú v tzv. **príručke kvality**, tieto treba vytvárať na základe postupov, ktoré sa skutočne používajú)
- definuje metriky, ktoré slúžia na hodnotenie stupňa dosiahnutej kvality
- pri tvorbe plánu kvality sa vychádza aj z definície rozsahu projektu a opisu výrobku

Metódy a techniky plánovania kvality

Analýza nákladov a prínosov

- základný prínos dodržania požiadaviek na kvalitu závisí od pohľadu zainteresovaných do projektu
- náklady na dodržanie kvality sú najmä tie, ktoré priamo súvisia s činnosťami na zabezpečenie kvality (tvorba plánu, sledovanie kvality, opravné akcie a samotné dodržiavanie stanovených procedúr zabezpečovania kvality)

Benchmarking

- porovnanie s inými projektami

Zabezpečenie kvality

Koordinácia a usmerňovanie vykonávania všetkých tých plánovaných a systematických činností, ktoré treba na to, aby sa vytvorila dostatočná dôvera, že výrobok alebo služba spĺňa určené požiadavky.

- kvalitu zabezpečujú všetci účastníci projektu
- zabezpečenie počítačovej podpory všade, kde sa dá

Metódy a techniky zabezpečenia kvality

Audity kvality

- cieľom je zistiť stav v zabezpečovaní kvality
- audity vykonávajú auditori organizácie alebo iné organizácie
- interné audity sa vykonávajú pravidelne (obyčajne raz za rok)
- preveruje sa, či:
 - sa vykonávajú činnosti v preverovanej oblasti
 - podľa dokumentovaných postupov
 - pomocou určených metód
 - použitím dohodnutých pomocných prostriedkov
 - výsledky potvrdzujú účinnosť metód.

Riadenie kvality

Sledovanie výsledkov projektu, určenie či vyhovujú príslušným normám kvality a identifikácia spôsobov eliminácie nevyhovujúcej kvality. Riadenie sa uskutočňuje na základe analýzy meraní (pozri kapitolu Meranie v softvérovom projekte).

- na zabezpečenie a riadenie sa často vytvára samostatná skupina na zabezpečenie kvality (angl. Software Quality Assurance group, SQA group)

Metódy a techniky riadenia kvality

Rôzne formy kontroly

- sledujú sa výsledky jednotlivých činností, úloh, etáp

Vzorkovanie

- výber určitej časti sledovanej entity (napr. náhodne) a jej dôkladná prehliadka
- zníženie nákladov na riadenie kvality

Grafické techniky

- graficky sa zobrazia určité charakteristiky procesu alebo výrobku
- použijú sa na zviditeľnenie kvality výrobku alebo procesu (určenie, či proces aj výrobok sú „pod kontrolou“)
- najpoužívanejšie techniky:
 - vývoj charakteristík v čase
 - zoradenie charakteristík do kategórií a znázornenie frekvencie výskytu - Pareto diagram (napr. typy chýb)
- sledované charakteristiky:
 - počet posudzovaní alebo testov v určitom časovom období (úspešnosť a neúspešnosť)
 - počet testov predtým, ako sa komponent považuje za stabilný
 - počet chýb nájdených v komponente
 - analýza typu chýb a frekvencie ich výskytu
 - pokrytie testov (funkcie, rozhodovacie bloky,...)
 - počet chýb v závislosti od celkového času testovania