4 PROCESNI MODELI

Programski inženiring je uporaba discipliniranega, merljivega in sistematičnega pristopa v razvoj, zagon in vzdrževanje programske opreme. Temelj programskega inženiringa predstavlja proces (Pressman in Maxim 2014, 15). V informacijskih sistemih je definiran kot pot, ki jo moramo upoštevati, da pridemo do produkta (Rolland 1998, 3). Proces je zbirka aktivnosti, del in nalog, ki se izvajajo ob ustvarjanju produkta. (Pressman in Maxim 2014, 16). Procesi so kompleksne aktivnosti, kateri lahko vsebujejo tudi sebi podrejene procese. (Sommerville 2010, 28). Vse te aktivnosti bivajo v okvirjih ali modelih, ki definirajo njihove povezave s procesom in drugimi aktivnostmi (Pressman in Maxim 2014, 31). Kot tudi ostali intelektualni in kreativni procesi tudi ti slonijo na odločitvah posameznikov. Procesi so se razvili, da bi izkoristili sposobnosti ljudi v organizaciji in karakteristike sistema katerega razvijajo. (Sommerville 2010, 28). Procesi iste narave so razdeljeni v procesne modele (Rolland 1998, 8). Procesni model je poenostavljena predstavitev procesa razvoja. Vsak model predstavlja proces z določene perspektive in tako podaja le delček informacije o dejanskem procesu (Sommerville 2010, 29). Procesni model je bolj ali manj grobo pričakovanje poteka procesa, ki ga dejansko vidimo šele ob uporabi v praksi (Rolland 1998, 8). Pri uporabi se modeli med seboj ne izključujejo. V velikih sistemih se jih pogosto uporablja več skupaj (Sommerville 2010, 30). Procesni model je primarni pristop, ki projekt organizira v aktivnosti (Lethbridge in Laganiere 2005, 428). Obstajajo standardni modeli procesov, ki ne predstavljajo končnega procesa razvoja ampak služijo kot abstraktne forme s katerimi lahko opišemo različne pristope razvoja programske opreme. (Sommerville 2010, 29).

4.1 AD HOC PROCESNI MODELI

Ti pristopi so povsem odvisni do znanj in izkušenj razvijalca ali razvojne ekipe. Inštitut programskega inženiringa je tak način razvoja označil za nepredvidljivega. Vsakršna izguba člana razvoja ima negativen učinek na proces razvoja (Muffatto 2006, 73).

4.1.1 SLAM DUNK MODEL

Slam dunk[[1]](#footnote-1) je model, ki je povsem enostaven predhodnik vsem procesnim modelom. Pri razvoju se vsi vpleteni zavedajo kaj je potrebno narediti. Posledično ne razvijejo nobenega procesa in ne izdelajo načrta. Tak pristop pogosto ne privede do izdaje programske opreme. Čeprav v določenih primerih na začetku kažejo veliko potenciala, so brez načrtov in definiranih ciljev, ki bi lahko spremljali napredek razvoja (Peters 2008, 109).

4.1.2 PRILOŽNOSTNI MODEL

Organizacije se velikokrat ne poslužujejo dobrim praksam razvoja programske opreme. Zaradi česar končajo pri uporabi modela, ki ga imenujemo priložnostni model (Lethbridge in Laganiere 2005, 428). V teoriji se uporablja tudi izraz ad hoc razvoj (Muffatto 2006, 73). Pri tem pristopu, ki je viden na sliki 4.1, razvijalci konstantno modificirajo svoj produkt dokler ta ne ustreza njim ali naročniku (Lethbridge in Laganiere 2005, 428). Ker se kodiranje smatra za osrednjo aktivnost tega procesa ga v praksi imenujejo tudi (code-and-fix) kodiraj in popravi (Tsui, Karam, in Bernal 2016, 58) ali (build and fix) gradi in popravi (Sabharwal 2009, 8).

Slika 4.1 priložnostni model

  
vir: (Lethbridge in Laganiere 2005, 428)

Slabost tega pristopa je, da pred začetkom implementacije ne predvideva pomembnosti zahtev in načrtovanja. Načrtovanje v tem modelu je ad hoc aktivnost. Ker ne vsebuje podrobnih načrtov ni jasnih ciljev, posledično ni jasne slike ali gre razvoj v pravo smer ali ne. Pristop eksplicitno ne predvideva sistematičnega testiranja ali drugih načinov zagotavljanja kakovosti kar pomeni, da lahko končen produkt vsebuje pomanjkljivosti. (Lethbridge in Laganiere 2005, 428).

4.2 SEKVENČNI PROCESNI MODELI

Modeli stremijo k vzpostavitvi strukture in ureditve razvoja programske opreme. Aktivnosti in naloge se izvajajo sekvenčno z definiranimi časovnimi mejniki. Spadajo tudi med predpisujoče, ker predpisujejo niz procesnih elementov; okvirnih aktivnosti, dejanj programskega inženiringa, nalog, zagotavljanja kvalitete in mehanizme sprememb. Vsak procesni model predpisuje določen delovni tok[[2]](#footnote-2) , ki odraža medsebojno povezanost procesnih elementov (Pressman in Maxim 2014, 41).

4.2.1 KASKADNI MODEL

Pomenljiv napredek priložnostnemu modelu predstavlja kaskadni model (waterfall model) (Lethbridge in Laganiere 2005, 428). Kaskadni model, imenovan tudi klasični življenjski cikel, narekuje sekvenčni, sistematski pristop k razvoju programske opreme. Začne se s specifikacijo potreb naročnika, nato se nadaljuje v načrtovanje, modeliranje, konstrukcijo in zagon, ki kulminira v nadaljnji podpori končanega projekta (gl. Sliko 4.2) (Pressman in Maxim 2014, 42).

Slika 4.2. kaskadni model po Pressman in Maxim

  
vir: (Pressman in Maxim 2014, 42)

Model predstavlja klasični pogled na inženiring programske opreme z upoštevanjem pomembnosti potreb, načrtovanja in zagotavljanja kakovosti. (Lethbridge in Laganiere 2005, 428). Model je primer načrtno-usmerjenih procesov, ker je v praksi vsako aktivnost potrebno načrtovati. (Sommerville 2010, 31). Sommerville (2010) bolj podrobno opiše posamezne korake modela. Osnovni koraki povsem opišejo temelje aktivnosti modela (gl. Sliko 4.3). Sistemske zahteve in cilji so vzpostavljeni preko komunikacije z uporabniki ali naročniki. Ti oblikujejo sistemsko specifikacijo. Proces načrtovanja vzpostavi sistemsko arhitekturo na podlagi zahtev po programski ali strojni opremi. Implementacija in testiranje enot služi za verifikacijo delovanja posameznih fragmentov sistema na podlagi sistemske specifikacije. Naslednji korak prestavlja testiranje in verifikacijo celotnega sistema in kasnejšo implementacijo ob ustreznosti delovanja na podlagi sistemske specifikacije (Sommerville 2010, 31).

Slika 4.3 kaskadni model po Sommerville

  
vir: (Sommerville 2010, 31)

Načeloma je rezultat vsakega koraka potrditev enega ali več dokumentov. (Sommerville 2010, 32). Validacija in zagotavljanje kakovosti pri vsakem koraku omogoča, da se naslednji korak prične na trdnih temeljih (Lethbridge in Laganiere 2005, 429). Čeprav se praviloma naslednji korak ne more pričeti dokler prejšnji ni zaključen se koraki v praksi deloma prekrivajo in prenašajo informacije eden do drugega. Dokumenti, ki so že bili potrjeni se morajo spremeniti, da ustrezajo spremembam v korakih. Zaradi ponovnega pregledovanja dokumentacije lahko te iteracije predstavljajo dodatne stroške in občutno več dela. Težave so velikokrat zamrznjene, prestavljene za kasnejšo obravnavo, prezrte ali zaobite. Za kakršenkoli poseg v sistem, ki je že v delovanju, bo razvoj najverjetneje potreboval ponoviti pretekle korake procesa (Sommerville 2010, 32). Naročnik je navadno prisoten pri podajanju zahtev, potem večinoma ponikne v fazi analiz, načrtovanja ali kodiranja. Pojavi se zopet pri testiranju in predaji produkta (Palmquist in dr. 2013, 5). Kasnejšim zahtevam naročnika je zato težko ugoditi (Sommerville 2010, 32). Ta okorelost je še posebej moteča ob dejstvu, da se zahteve naročnikov konstantno spreminjajo. Ob zaključku procesa model predvideva le vzdrževanje. Nadaljnji razvoj se razume kot manjši poseg, kjer ni potreb po ponovnem načrtovanju. Na žalost se velikokrat izkaže da temu ni tako, saj se sistem konstantno spreminja (Lethbridge in Laganiere 2005, 429).

Zaradi dokumentacije, ki je proizvedena na koncu vsakega koraka je ta model transparenten (Sommerville 2010, 32). Stroga kontrola nad ustreznostjo dokumentacije ima pozitiven vpliv na kvaliteto, zanesljivost in vzdržljivost programske opreme (CMS 2005, 2). Napredek razvoja je merljiv (CMS 2005, 2) in lažje primerljiv s časovnim načrtom (Sommerville 2010, 32). Model je idealen za manj izkušene projektne skupine in manj izkušeno vodstvo (CMS 2005, 2). V primeru dobro definiranih zahtev naročnika, nominalni verjetnosti sprememb (Sommerville 2010, 32), ob pričakovanju večje fluktuacije zaposlenih, večjem, časovno fleksibilnem projektu z daljšim razvojnim ciklom in potrebi po ohranitvi sredstev je ta model primeren za uporabo (CMS 2005, 2).

Slika 4.4 kaskadni model po Lethbride in Laganiere  
  
vir: (Lethbridge in Laganiere 2005, 429)

V literaturi se pojavljajo različne slike, ki ta model opisujejo z različnimi ali več koraki. Za primer so slike 4.2, 4.3 (gl. str. X) in sliko 4.4 (gl. str. X). Kot je razvidno vse slike ustrezajo klasičnemu pogledu inženiringa programske opreme. Kot tak se mora začeti s potrebami, nadaljevati v načrtovanju in končati z zagotavljanjem kakovosti. Takšen pogled ustreza kaskadnemu modelu. Proces specifikacije in pridobivanja informacij je vedno pred načrtovanjem, implementacijo in zagotavljanjem kakovosti. Načrtovanje in implementacija se vedno odvijata po pridobljenih informacijah in zagotavljanje kakovosti je v vseh primerih kaskadnega modela na zadnjem mestu.

4.2.2 V-MODEL

Variacija kaskadnega modela se imenuje V-model (Pressman in Maxim 2014, 43). Imenovan tudi kot variacijski in validacijski model (Tutorialspoint 2017). Verifikacija in validacija (V&V) sta namenjeni za potrditev ustreznosti programske opreme na podlagi specifikacije in pričakovanj naročnika. (Sommerville 2010, 41). Ta model prikazuje odnose med aktivnostmi zagotavljanja kvalitete in komunikacije (gl. Sliko 4.5). S pomikanjem razvijalcev po levi strani V-modela se osnovni problem preoblikuje v vedno bolj podrobno in tehnično reprezentativno rešitev. Ko je del kode generiran se ekipa pomika po drugi strani V-modela navzgor in opravi serijo preizkusov. V osnovi ni razlike med kaskadnim in v-modelom. Slednji le pripomore k vizualizaciji poteka verifikacije in validacije posameznih korakov v kaskadnem modelu (Pressman in Maxim 2014, 43).

Slika 4.5 v-model po Pressman in Maxim  
  
vir: (Pressman in Maxim 2014, 43)

Model predvideva, da se zahteve, njihove prioritete in red ne bodo spreminjale, kar je moteče če upoštevamo, da vsak korak skriva potencialne napake. Prvi testi so narejeni daleč v razvoju, kar je pozno in stane veliko. (Palmquist in dr. 2013, 9).

4.2.3 FAZNI MODEL

Fazni model (phase-release model) izvira iz proizvodnega sektorja. Ima veliko poimenovanj eden izmed njih je tudi stopenjski (stage gate) (Peters 2008, 115). V Cambridgskem slovarju najdemo razlago na stage-gate; opisuje točko v razvoju na kateri je mogoče preučiti napredek in narediti katerekoli spremembe, ki vplivajo na stroške, vire ali zaslužek („Cambridge English Dictionary: Meanings & Definitions“ 2017). Model izboljša nekaj težav kaskadnega modela. Najpomembnejša sprememba je, da predstavlja koncept inkrementalnega razvoja. Model predlaga delitev projekta na posamezne podprojekte ali faze takoj po definiranju zahtev in načrtovanju. Vsako fazo se ob končanju sprosti stranki. Tako so lahko nekateri deli sistema vidni prej kot bi bili z uporabo kaskadnega modela (Lethbridge in Laganiere 2005, 430).

Slika 4.6 fazni model po Lethbridge in Laganiere



Vir: (Lethbridge in Laganiere 2005, 430)

Model še vedno vsebuje glavne težave kaskadnega modela. Ob začetku razvoja morajo biti definirane vse zahteve. Ko razvoj pride do druge faze (Slika 4.6) je načrtovanje odvisno od originalne specifikacije (Lethbridge in Laganiere 2005, 430).

4.2.5 INKREMENTALNI MODEL

V modelu se združujejo elementi linearnega in paralelnega procesnega toka. V časovnem toku se odvijajo linearne sekvence na različnih stopnjah. Vsaka sekvenca predstavlja del sistema programa v razvoju. Posamezno sekvenco imenuje inkrement (Pressman in Maxim 2014, 44).

Sekvenca korakov predstavlja faze procesa. Ta pristop je v osnovi sestavljen iz prepleta specifikacije, razvoja in validacije, ki sestavljajo sosledje različic projekta. Tak pristop je inkrementalen pri čemer vsaka naslednja različica doda funkcionalnost prejšnji. (Sommerville 2010, 30). Iz slike 4.6 je razvidno, da inkrementalni model vsebuje sledi klasične paradigme inženiringa programske opreme, saj posamezni inkrement upošteva sosledje potreb, načrtovanja in zagotavljanja kakovosti. Primarni namen tega modela je zmanjšati tveganje razvoja s fragmentacijo projekta v manjše celote. (CMS 2005, 5).

Slika 4.6 inkrementalni model po Pressman in Maxim  
vir: (Pressman in Maxim 2014, 44)

Prvi inkrement je navadno jedro produkta (Pressman in Maxim 2014, 44). Vsebuje najpomembnejše funkcionalnosti (Sommerville 2010, 33) Ta je uporabljen za naročnikovo evaluacijo na podlagi katere se oblikuje načrt za nov inkrement. Proces se ponavlja z izdajanjem vedno novejšega in popolnejšega inkrementa do končnega produkta. Ker se produkt razvija po stopnjah je ceneje in lažje uveljavljati spremembe (Pressman in Maxim 2014, 44). Investitor lahko ob vsaki stopnji pridobi stvarno predstavo statusa projekta skozi razvoj. (CMS 2005, 5).

Tak pristop razvoja je danes najpogostejši. Model velja za temelj agilnim pristopom, kljub temu pa je lahko načrtno-usmerjen, agilen ali agregat obeh. V načrtno-usmerjenih so inkrementi definirani vnaprej. Ob asimilaciji agilne umeritve pa so zgodnji inkrementi izdelani, prihodnji pa so odvisni od prioritet naročnika (Sommerville 2010, 34). Postopne implementacije omogočajo spremljanje vpliva vgrajenih sprememb, zajezitev težav in prilagoditev preden bi lahko te ogrožale delovanje organizacije. Model potrebuje le zmeren poseg vodenja, ki se izvaja na podlagi dokumentacije in formalnih kritik po končanih večjih razvojnih mejnikih (CMS 2005, 5).

Uporaba tega modela je težavna pri velikih, kompleksnih in dolgoročnih projektih kjer različne delovne skupine posamično razvijajo dele programske opreme. (Sommerville 2010, 34). Pred začetkom novega inkrementa so tehnične zahteve splošnega, končnega sistema pogosto spregledane (CMS 2005, 5).

4.3 EVOLUCIJSKI PROCESNI MODELI

Med razvojem se zahteve pogosto spreminjajo kar onemogoča linearnost procesov. Tesni razvojni cikli onemogočajo dokončanje zapletenih programskih paketov. Zavoljo poslovnih in konkurenčnih pritiskov pa mora razvoj vseeno izdati omejeno različico paketa. Kadar imamo produkt, ki se konstantno razvija in spreminja, ko so temeljne zahteve programske opreme dobro poznane, razširitve slednjih pa še v načrtovanju so najprimernejši evolucijski procesni modeli. Ti modeli so ponavljajoči se, iterativni. Sem spadajo prototipiranje, spiralni in sočasni procesni model. (Pressman in Maxim 2014, 45).

4.3.1 PROTOTIPIRANJE

Paradigma se začne s komunikacijo in se nadaljuje v slogu, ki ga prikazuje slika 4.7 spodaj. Načrt in izvedba prve iteracije sta hitra. Investitor po iteraciji prototip pregleda in poda povratno informacijo. Takšen potek omogoča natančnejše definiranje zahtev. Iteracija se zaključi ob rektifikaciji protitipa in izpolnitvi želja investitorjev, sočasno pa pripomore k boljšemu razumevanju prihodnjih. Navadno ta model služi kot idealen mehanizem za prepoznavo programskih zahtev (Pressman in Maxim 2014, 45). Prototip lahko služi kor prva verzija sistema. Interimni so narejeni za čas razvoja in so kasneje zavrženi, medtem, ko se evolucijski iterativno razvijajo v dejanski sistem (Pressman in Maxim 2014, 46). Služi lahko tudi kot orodje za eksperimentiranje predlaganega načrta (Sommerville 2010, 45). Diagrami in slikovni opisi slabo izražajo potrebe uporabniškega vmesnika. Hitro prototipiranje v sodelovanju s končnim uporabnikom je edini razumen pristop k razvoju uporabniškega vmesnika. (Sommerville 2010, 45).

Slika 4.7 prototipiranje po Pressman in Maxim



vir: (Pressman in Maxim 2014, 46)

Prikaz delovanja programske opreme je lahko zavajajoče. Kar investitorju predstavlja delujoč program je lahko arbitrarno, v naglici sestavljen sistem, ki ne upošteva celovito kvaliteto in kasnejšega vzdrževanja. Lahko je bil uporabljen neprimeren programski jezik, operacijski sistem ali neefektiven algoritem. Programski inženirji pri implementacijah pogosto sprejemajo kompromise v želji po hitro delujočem prototipu (Pressman in Maxim 2014, 46). Čez čas ti kompromisi, čeprav slabši od idealnih postanejo del sistema. (Pressman in Maxim 2014, 47). Slabost sistema globalno prestavlja dokumentacija. Hitre spremembe med razvojem onemogočajo kreiranje dokumentacije. Specifikacija načrta je izražena samo z izvozno kodo kar ni dobro za dolgoročno vzdrževanje (Sommerville 2010, 46).

Čeprav lahko ta model uporabljamo samostojno je v praksi največkrat uporabljen znotraj konteksta drugih procesnih modelov (Pressman in Maxim 2014, 46). Uporaba tega modela kot samostojnega je lahko kritična in terja velik finančni zalogaj. Za brezhibno delovanje tega modela je potrebna nizka fluktuacija visoko usposobljenega razvojnega kadra pod vodstvom izkušenega projektnega vodje (CMS 2005, 4).

4.3.2 SPIRALNI MODEL

Model združuje iterativno naravo prototipiranja in kontroliran sistematični pogled kaskadnega modela. Omogoča hiter razvoj z izdajanjem vse bolj popolne različice programa. Zgodnje izdaje predstavljajo modele ali prototipe kasnejše iteracije pa popolnejše različice. Spiralni model definira razvojna ekipa z umestitvijo aktivnosti v model. Evolucijski proces se začne v središču (sl. 4.8). Nadaljuje se z aktivnostmi v smeri, ki jih implicira spiralni potek. Sidrne točke so doseženi mejniki in označujejo nov evolucijski prehod (Pressman in Maxim 2014, 48).

Slika 4.8 spiralni model po Pressman in Maxim

  
vir: (Pressman in Maxim 2014, 48)

Vsak prehod skozi aktivnost načrtovanja modificira projektni načrt. Na podlagi povratne informacije so posodobljeni časovni načrti, preračunani stroški in število potrebnih iteracij do izida končne različice programa.(Pressman in Maxim 2014, 49). Ta model pojmuje analizo tveganj procesnim modelom. Pred začetkom vsake iteracije je potrebno identificirati pomanjkljivosti, ki potrebujejo obravnavo. V skladu z njimi se oblikuje nadaljnji projektni načrt. (Lethbridge in Laganiere 2005, 431).

Medtem ko je mogoče spiralni model aplicirati v celotno življenjsko dobo programa se drugi modeli končajo z njegovo končno izdajo. Model lahko miruje in se po potrebi izboljšav programske opreme inicializira. Spiralni model lahko izpopolnjuje programsko opremo vse do njenega umika. Zato je model primeren za večje sisteme. Z evolucijo procesa se tako razvijalec kot investitor bolje zavedata tveganj, ki jih prinaša vsak evolucijski krog. Spiralni model zmanjšuje tveganje z uporabo prototipiranja, ki ga lahko aplicira v vsakem trenutku (Pressman in Maxim 2014, 49).

4.3.3 VZPOREDNI MODEL

Model omogoča uporabo iterativnih in vzporednih elementov v kombinaciji z vsemi spoznanimi modeli v tem poglavju. Vse razvojne aktivnosti se odvijajo vzporedno, vendar je lahko vsaka aktivnost na svoji stopnji razvoja. (Pressman in Maxim 2014, 50). Model prestavlja abstrakcijo dejanskega procesnega cikla. V njem se definira serijo sekvenčnih dogodkov vseh aktivnosti, dejanj in opravil. (Pressman in Maxim 2014, 50). Namesto, da bi te dogodke omejili v sekvence jih ta model organizira v procesno omrežje. Vsaka aktivnost, dejanje ali opravilo se odvijajo vzporedno z drugo aktivnostjo, dejanjem in opravilom (Pressman in Maxim 2014, 51).

Slika 4.9 vzporedni razvoj po Pressman in Maxim



Vir: (Pressman in Maxim 2014, 51)

Slika 4.9 prikazuje primer pristopa k vzporednemu modeliranju. Aktivnosti so lahko tudi druga opravila, naloge ali aktivnosti (npr.: komuniciranje ali izgradnja). Aktivnost[[3]](#footnote-3) je lahko na različnih stopnjah razvoja kot prikazuje slika 4.9 zgoraj. Primer; aktivnost komunikacije se je končala in naročnik je predal vse zahteve za izgradnjo programske opreme, sedaj se aktivnost komunikacije prestavi v stanje čakanja sprememb. V tem trenutku se začne nova aktivnost (npr.: kodiranja), ki je predhodno bivala na stopnji neaktivnost. Ta se sedaj prestavi v stopnjo izdelave. V kolikor se pokaže potreba po spremembah zahtev se aktivnost kodiranja prestavi v stanje čakanja sprememb, aktivnost komunikacije pa zopet postane aktivna (Pressman in Maxim 2014, 50).

Slika 4.10 vzporedni model po Lethbridge in Laganiere

  
vir: (Lethbridge in Laganiere 2005, 432)

Po Lethbrige in Laganiere (2005) gre pri tem modelu gre za princip fragmentiranja dela (sl. 4.10). Vsaka razvojna ekipa deluje na svojem fragmentu navadno po spiralnem ali evolucijskem modelu. Slika 4.10 prikazuje eno iteracijo, ki se začne z nujnim načrtovanjem in konča v periodičnih integracijah. (Lethbridge in Laganiere 2005, 432). Njuna razlaga vzporednega modela je povsem identična modelu rapidnega razvoja, ki sledi (gl. pog. 4.4.4. Rapidni razvoj).

4.4 SPECIALIZIRANI PROCESNI MODELI

Ti modeli povzemajo večina karakteristik enega ali več tradicionalnih modelov. Lahko jih definiramo tudi kot skupek posamičnih tehnik ali metodologij za doseganje specifičnih ciljev razvoja, ki kot sami tudi implicirajo proces (Pressman in Maxim 2014, 52).

4.4.1 KOMPONENTNI MODEL

Model nastavlja proces razvoja programske opreme z že prevedeno programsko opremo. Komercialne komponente (COTS[[4]](#footnote-4)) zagotavljajo namenske funkcionalnosti z dobro definiranimi vmesniki, ki omogočajo integracijo v programsko opremo v razvoju. Model vključuje veliko karakteristik spiralnega pristopa. Model je evolucijski, ki zahteva iterativni pristop k razvoju. Modeliranje in konstrukcija se prične z identifikacijo ključnih komponent (sl 4.11). Te so lahko v obliki konvencionalnih programskih modulov, objektno-orientiranih razredih ali njihovih paketov. Model vodi k ponovni rabi[[5]](#footnote-5) že uporabljene programske opreme (Pressman in Maxim 2014, 53).

Slika 4.11 komponenti model povzet po Sommerville

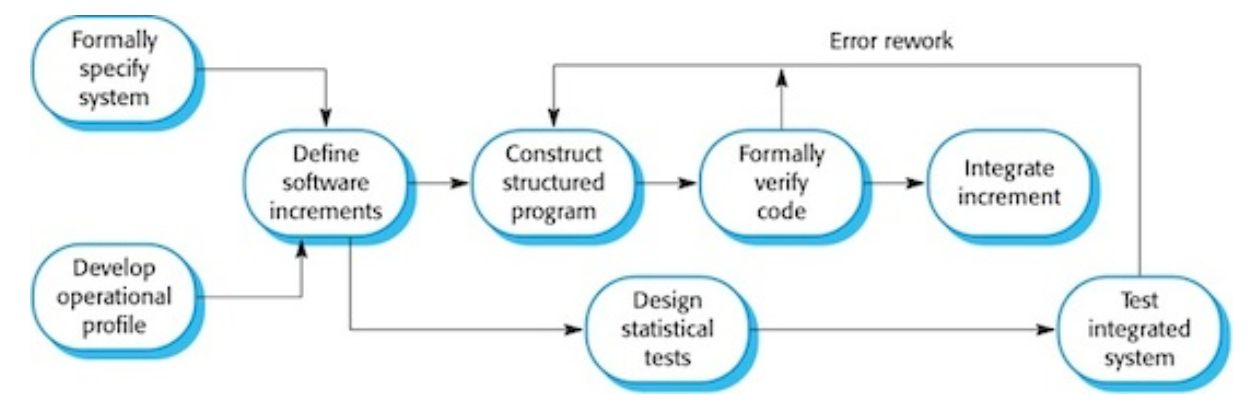
  
vir: (Sommerville 2010, 35)

Tako orientiran pristop zmanjšuje obseg potrebnega razvoja in pripomore k vzdrževanju tveganj in stroškov. Neizogibno je sprejemanje kompromisov kateri lahko vodijo v razvoj sistema, ki ne izpolnjuje pričakovanj naročnika (Sommerville 2010, 36).

4.4.2 FORMALNI MODEL

Formalni model zajema zbirko aktivnosti, ki vodijo v formalno, matematično specifikacijo programske opreme. Ta model omogoča specifikacijo, razvoj in verifikacijo sistemov z apliciranjem strogih matematičnih notacij (Pressman in Maxim 2014, 53). Primer formalnega razvojnega procesa je model čiste sobe[[6]](#footnote-6). Vsak inkrement v razvoju ima formalno specifikacijo na podlagi katere se izvede implementacija. Popravke programske opreme argumentirajo s formalnim pristopom. Model ne predvideva testiranja med procesom. Testiranje je fokusirano v preverjanje zanesljivosti sistema. Cilj modela čiste sobe je izdaja zanesljivejše programske opreme brez pomanjkljivosti. Ta model je navadno uporabljen na projektih kjer je veliko vprašanje tveganja in varnosti. Zaradi svoje kompleksnosti potrebuje specializiran in izkušen kader. Z vidika upravljanja z viri ta proces nima bistvenih prednosti pred drugimi procesnimi modeli (Sommerville 2010, 32).

Slika 4.12 formalni model čista soba po Pressman in Maxim



Vir: („Cleanroom development“ 2017)

Formalne metode vsebujejo posebne mehanizme, ki omogočajo eliminacijo problemov kateri so težko rešljivi z uporabo drugih razvojnih paradigem. Dvoumnosti, pomanjkljivosti in nekonsistentnosti je moč lažje odkriti in odpraviti vendar ne z ad hoc pregledom temveč z aplikacijo matematičnih analiz. Čeprav model ni pogosto v uporabi ponuja jamstvo programske opreme brez pomanjkljivosti. (Pressman in Maxim 2014, 54).

Uporaba tega modela je časovno in stroškovno potratna. Malo razvijalcev poseduje ustrezno strokovno znanje za upravljanje tega modela kateri zahteva obsežnejša izobraževanja. Za neizkušene naročnike predstavlja komunikacija skozi ta model težavna. Navkljub težavam pa uporaba modela prestavlja veliko prednost pri razvoju varnostno kritičnih sistemih in projektih z visoko stopnjo tveganja pri razvoju (Pressman in Maxim 2014, 54).

4.4.3 ASPEKTNO USMERJEN RAZVOJ

Inženirji kompleksnih rešitev vedno implementirajo določene lokalizirane funkcionalnosti ne glede na to kateri model izberejo. Lokalizirane karakteristike programske opreme se modelirajo kot komponente[[7]](#footnote-7) katere so implementirane v kontekst sistemske arhitekture. Z rastjo kompleksnosti in sofisticiranosti sistema določene uporabniške nastavitve ali področja zanimanja razširjajo celotno arhitekturo. Lahko gre za varnostne nastavitve, pravil delovanja, sinhronizacije opravil ali upravljanje pomnilnika. Ko se te pojavljajo v več sistemskih funkcijah ali informacijah za njih uporablja termin presečne zadeve[[8]](#footnote-8). Ta paradigma je relativno nova. Ponuja proces in metodološki pristop k definiranju, načrtovanju in izdelavi aspektov, mehanizmov za lokalizacijo presečnih zadev (Pressman in Maxim 2014, 55).

Ta model še ni dozorel. Ob uporabi največkrat povzame karakteristike evolucijskih ali vzporednih procesnih modelov. Pri evolucijskih so aspekti identificirani pred razvojem. Lastnost sočasnosti vzporednega razvoja pa pripomorejo k razvoju neodvisnih lokaliziranih programskih komponent čeprav imajo aspekti na njih neposreden vpliv. Zato je potrebo inicializirati asinhrono komunikacijo med procesnimi aktivnostmi in že vgrajenimi komponentami (Pressman in Maxim 2014, 55).

4.4.4 RAPIDNI RAZVOJ

Dobra lastnost rapidnega razvoja[[9]](#footnote-9) je povečana komunikacija med razvojem in naročnikom v vseh korakih razvoja s pomočjo zmogljivih razvojnih orodij (Sabharwal 2009, 19). Orodja lahko vključujejo gradnike grafičnih vmesnikov[[10]](#footnote-10), računalniško podprto programsko inženirstvo[[11]](#footnote-11), sisteme za upravljanje podatkovnih baz[[12]](#footnote-12), programske jezike četrte generacije[[13]](#footnote-13), generatorje kode ali objektno umerjeno paradigmo razvoja (CMS 2005, 8). Model predvideva fragmentacijo programskih zahtev v posamezne module. Ti se nato razvijajo in neodvisno integrirajo v produkt. Najpomembnejši atribut modela je hitrost poteka razvoja od analize zahtev do končnega sistema. Čas izdaje enega modula navadno traja 60 do 90 dni in ga imenujemo časovni okvir[[14]](#footnote-14) (Sabharwal 2009, 19). Modularna fragmentacija omogoča uporabo komponent na podlagi katerih se skrajša časovni okvir razvojnega cikla in stroške razvoja (Sabharwal 2009, 20).

Slika 4.13 rapidni razvoj po Sabharwal



Vir: (Sabharwal 2009, 19)

Model sestoji iz štirih faz (sl. 4.13); definiranja potreb in zahtev s pomočjo evokacijskih tehnik viharjenja možganov[[15]](#footnote-15), podrobno definiranje potreb in zahtev na podlagi povratne informacije eksploatacije prototipa, rektifikacije prototipa do končnega produkta in preseka testiranja in izobraževanja naročnika (Sabharwal 2009, 19). Pristop upošteva razvoj na način skupnega načrtovanja[[16]](#footnote-16) aplikacije (CMS 2005, 8). Predvideva prisotnost in vpliv povratne informacije na vseh stopnjah razvoja kar pripomore k zadovoljstvu naročnika. (Sabharwal 2009, 20). Model je primeren za uporabo pri modularnih posodobitvah že obstoječih sistemov, krajših razvojnih ciklih in dobro definiranih zahtevah. Slednje morajo imeti zmožnost fragmentacije v module in uporabne razvojne komponente (Sabharwal 2009, 21).

4.4.5 UNIFICIRAN MODEL

V knjigi *Unified Process[[17]](#footnote-17)* avtorji[[18]](#footnote-18) navajajo potrebo po iterativnem in inkrementalnem procesnem ciklu, ki temelji na uporabnosti in arhitekturi. Unificiran proces je poskus združitve najboljših značilnosti procesnih modelov z umestitvijo njihovih najboljših praks v agilne procese razvoja. Proces upošteva pomembnost komunikacije z naročnikom in poenostavlja naročnikov pogled na sistem na podlagi spisanega uporabniškega priročnika. Tega spiše naročnik in služi kot podlaga za oblikovanje celovitega modela analize. (Pressman in Maxim 2014, 56).

Procesni model je primer modernega procesnega modela, ki je bil izpeljan iz unificiranega jezika modeliranja[[19]](#footnote-19) in povezanega unificiranega razvojnega procesa programske opreme. V kontrastu s tem modelom drugi procesni modeli predstavljajo enojni pogled na proces. Ta proces navadno opisuje tri perspektive; dinamično, statično in praktično. Pri dinamični prikazuje faze modela skozi čas. Statična predstavlja sprejete procesne aktivnosti, praktična pa predlaga uporabo dobrih praks v času razvoja (Sommerville 2010, 50).

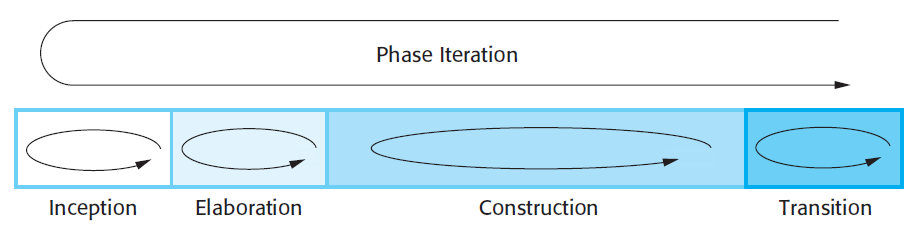
Slika 4.14 Unificiran procesni model po Pressman in Maxim



Vir: (Pressman in Maxim 2014, 57)

Unificiran model ima navadno pet faz (sl. 4.14). Začetna faza zajema komunikacijo in načrtovanje skupaj z naročnikom. V tej fazi se definirajo zahteve, postavi se osnova arhitekture sistema in izdela načrt iteracij. Temeljne zahteve so razložene v uporabniškem pripročniku, ki opisuje lastnosti in funkcije uporabe sistema. Faza elaboracije vključuje komunikacijo in modeliranje aktivnosti generičnih procesnih modelov (Pressman in Maxim 2014, 57). Cilj te faze je razviti razumevanje problema, definirati arhitekturo sistema, izdelati načrt projekta in identificirati ključne faktorje tveganja. Faza konstrukcije zajema načrtovanje sistema, programiranje in testiranje. Nekateri deli sistema se razvijajo in implementirajo vzporedno. Ob koncu te faze model pričakuje delujoč sistem s priloženo specifikacijo, ki je pripravljen za izdajo uporabniku. Faza prehoda je namenjena za prenos sistema iz razvojnega okolja v uporabniško okolje (Sommerville 2010, 51). Produkcijska faza prestavlja zadnjo fazo procesa. V tej fazi se spremlja delovanje sistema, omogoča se sistemsko podporo za samo delovanje, identifikacijo napak in njihovo reševanje. (Pressman in Maxim 2014, 58).

Slika 4.15 iterativni prikaz unificiranega procesa po Sommerville



Vir: (Sommerville 2010, 51)

Iteracija znotraj modela je podprta v obe smeri. Vsaka faza se lahko izvede iterativno z inkrementiranimi rezultati (sl. 4.15). Lahko pa se vse faze izvedejo kot en inkrement (sl. 4.14). Statičen vidik modela se osredotoča na aktivnosti procesa razvoja. Te imenuje potek dela. V kontekstu prepoznamo šest osnovnih delovnih tokov in tri podporne delovne tokove, ki jih razberemo iz slike 4.16 (Sommerville 2010, 51).

Slika 4.16 temeljni delovni tokovi in faze unificiranega modela po IBM

  
vir: („IBM developerWorks : rational“ 2017, 10)

Temeljni delovni tokovi so; tok poslovnega modeliranje, potrebe, analiza in oblikovanje, implementacija, testiranje, namestitev. Podporne delovne tokove pa sestavljajo; projektno upravljanje, konfiguracija in spremembe upravljanja in razvojna okolja („IBM developerWorks : rational“ 2017, 10).

Model ni primeren za vse tipe razvoja (Sommerville 2010, 53). Naloge, ki jih ta procesni model navaja ne veljajo za vsak projekt. Razvojna ekipa prilagodi proces, da ustreza njihovim potrebam (Pressman in Maxim 2014, 58). Pomemben napredek tega modela je ločitev projektnih faz in delovnih tokov. Faze so dinamične in definirane s cilji. Delovni tokovi so statični in predstavljajo tehnične aktivnosti, ki niso povezane s fazami vendar jih uporabljamo za doseganje ciljev posamezne faze (Sommerville 2010, 53).

4.4.6 OSEBNI MODEL

Vsak razvijalec uporablja nek proces za izgradnjo programske opreme. Proces je lahko nenavaden, ad hoc, lahko se spreminja dnevno, lahko je efektiven ali celo neefektiven. Vendar proces obstaja. Osebni programski proces[[20]](#footnote-20) poudarja tako produkt v delu kot njegovo končno kvaliteto. Razvijalec je odgovoren za načrtovanje projekta in nadzor kvalitete produkta. Osebni model združuje pet okvirnih aktivnosti; načrtovanje, abstraktno oblikovanje, pregled oblikovanja, razvoj in obdukcijsko[[21]](#footnote-21) poročilo (Pressman in Maxim 2014, 59) Ravno slednji je posebnost osebnega modela. Povratna informacija o poteku procesa se lahko pridobi iz pregleda poteka projekta, ki je zabeležen v obdukcijskem poročilu(Pressman in Maxim 2014, 267). Industrija programske opreme zagotavlja, da je izdelava teh poročil dobra praksa po vsakem končanem projektu (Collier, DeMarco, in Fearey 1996, 65). S temi poročili lahko statistično napovemo kvaliteto nadzora nad človeškimi napakami kot so podcenjevanje, prenapihnjenost in neusklajenost zahtev. Pomaga nam, da se učimo iz preteklih uspehov in napak. Cilj tega poročila je vpogled v metode in prakse, ki ovirajo proces in uporabiti analizo za njegovo izboljšavo (Collier, DeMarco, in Fearey 1996, 66).

Ta model ni pogosto v uporabi. Model je intelektualno zahteven in težko sprejemljiv s strani vodstva (Pressman in Maxim 2014, 60). Pomanjkanje analitičnega kadra, nestrinjanje kriterijev evaluacije in pritiski na delu so največkrat razlogi, da se obdukcijska analiza ne izvaja (Collier, DeMarco, in Fearey 1996, 66). Posledično pa se tudi ne poslužujejo tega modela. Usposabljanje za uporabo tega modela je dolgotrajno in drago (Pressman in Maxim 2014, 60).

4.4.7 EKIPNI MODEL

Ker je razvoj v organizacijah velikokrat situiran okoli ekip je Watts Humphrey razširil spoznanja iz vpeljave osebnega modela in predstavil ekipni[[22]](#footnote-22) procesni model. Cilj modela je sestava avtonomnih razvojnih ekip za proizvajanje visokokvalitetnih programskih rešitev. Naloge modela so; izgradnja ekipe, ki je zmožna samostojno vzpostaviti cilje projekta njegove procese in načrt, prikazati način kako motivirati ekipo za vzdrževanje učinkovitosti, pospešiti izboljšave procesov razvoja, zagotoviti usmeritve za implementacijo izboljšav in omogočiti izobraževanje. (Pressman in Maxim 2014, 61).

4.4.8 SINHRONIZACIJSKI IN STABILIZACIJSKI MODEL

Pristop je podoben inkrementalnemu. Začne se z zahtevami. Nato razvojna ekipa izdela specifikacijo, določi prioritete in razdeli razvoj na štiri večje izdaje. Izdaje[[23]](#footnote-23) so kandidat za javnost (RC) 1 do 3 in izdaja v proizvodnjo. Kandidat za javnost je prvi večji izid in predstavlja mejnik v razvojnem ciklu z možnostjo širše modifikacije kode in vsebine (sl. 4.17) (Peters 2008, 120).

Slika 4.17 odstotek dovoljenih sprememb glede na izdajo po Peters



Vir: (Peters 2008, 120)

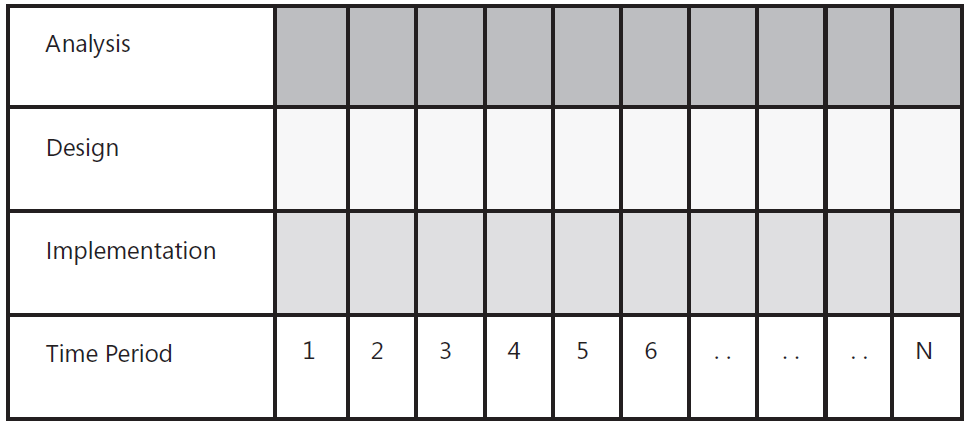
S časom vsak naslednji izid postane izhodišče. Odstotek dovoljenih sprememb v kodi, število novih funkcionalnosti in napake se zmanjšujejo. Največji ali celo najmanjši defekti so z izidom RC3 odpravljeni. Med izdajami se lahko aplicira tudi agilni ali katerikoli drugi pristop. Cilj tega pristopa je doseganje stabilnosti in zrelosti izdanega produkta (Peters 2008, 121).

4.5 AGILNI PROCESNI MODELI

Agilni procesi so družina razvojnih metodologij, ki proizvajajo programsko opremo s kratkimi iteracijami in dovoljujejo večje spremembe v načrtovanju. Na začetku opomnimo, da niso vse karakteristike agilnega procesa nove ali revolucionarne. Veliko jih izhaja iz leta izkušenj, ki sta jih prinesla uporaba iterativnih in inkrementalnih procesov. Ker proces razvoja programske opreme predstavlja intenzivno delo se ta model osredotoča tudi na poglede posameznikov in skupin na razvoj. Ne obstaja končna definicija kaj sestavlja Agilno metodo, vendar obstaja kar nekaj karakteristik, ki so metodam sorodne (Tsui, Karam, in Bernal 2013, 84).

Agilno programiranje je pravzaprav nabor najboljših praks zbranih iz drugih življenjskih ciklov in uspešnih praks kodiranja. Konstantna interakcija s klientom je vzpostavljena z integracijo njegovega predstavnika v razvojno ekipo. (Peters 2008, 116). Na sliki 4.17 lahko razberemo stolpce, ki imajo na dnu števila. En tak stolpec predstavlja 2-tedenski interval. Sicer lahko uporabljamo daljše vendar v praksi niso priporočljivi. Vsak ta interval predstavlja obseg dela, ki je sestavljen iz zbirke zgodb[[24]](#footnote-24). Vsaka zgodba je napisana na kartico indeksa ali drug medij, ki je dostopen celotni razvojni ekipi. Vsaki zgodbi se pripiše oceno[[25]](#footnote-25) indeksa, ki je relativna glede na njeno težavnost. (Peters 2008, 116). Ta teorija je bolje prikazana na sliki 4.18 (str. X).

Slika 4.18 generični prikaz agilnega življenjskega cikla[[26]](#footnote-26) po Peters



Vir: (Peters 2008, 116)

Slika 4.19 detajlni prikaz zgradbe pristopa po teoriji Petersa

Legenda:

• kartica indeksa

• ocena indeksa

• zgodba

Časovni intervali

(npr.: 2-tedenski)

1

Implementacija

Načrtovanje

Analiza

Vir: lasten

Razvojna ekipa določi število zgodb, ki jih lahko razvije v času prvega 2-tedenskega intervala. Po posvetovanju z naročnikom izberejo določeno število zgodb in seštejejo ocene težavnosti. Seštevek ocen težavnosti služi kot referenca za obseg dela enega 2-tedenskega intervala (Peters 2008, 117). Na primer;

**Seštevek vseh točk projekta = 4000**

**Pričakovano povprečno število točk na 2-tedenski interval = 50**

**Pričakovan čas razvoja (4000/50) = 80 intervalov**

Na koncu prvega intervala ekipa sešteje število doseženih točk in na podlagi rezultata prilagodi pričakovan čas izdaje programske opreme. Prvi intervali služijo za določitev predpostavljenega tempa dela. Ta proces se ponavlja po vsakem končanem intervalu. Ostanek točk je preračunan in popravi pričakovano povprečno število točk na 2-tedenski interval (sl 4.19). Ta tehnika je podobna inženirskemu principu načrtovanja[[27]](#footnote-27) glede na stroške. To pomeni, da lahko proizvedemo toliko, kolikor imamo na voljo časa in denarja. Poleg tega ima naročnik nadzor nad funkcionalnostmi katerim lahko dodeli prioritete glede na tržišče in strategijo organizacije.

Slika 4.20 primer preračuna povprečnega števila točk na 2-tedenski interval po Peters



Vir: (Peters 2008, 117)

Agilni pristop vpelje koncept konstantnega testiranja. Zaradi delujočih različic sistema katere se izdajajo ob intervalih je to mogoče. Posledično lahko naročnik poda oceno funkcionalnosti zelo zgodaj v razvoju.(Peters 2008, 118).

Agilni pristop zajema tri osnove: načine poslovanja z naročnikom, prakse razvoja in prakse zagotavljanja kvalitete. (Peters 2008, 118).

Pri agilnem tipu programiranja razvojni inženirji delajo v parih. En par dela na eni delovni postaji in si deli tipkovnico. Par navadno sestavljata izkušenejši in mladi razvijalec (Peters 2008, 116). Obstajajo določena mnenja, da mlajši zmanjšuje produktivnost z oviranjem izkušenega razvijalca. Čeprav se to zdi verjetno, se produktivnost celotne razvojne ekipe v razumno daljših projektih (6 mesecev) poveča (Peters 2008, 117).

Zaradi težnje po konstantnih spremembah pri tem pristopu je stabilnost sistema ena od težav. Čeprav se sistem stalno testira se prav tako dogajajo spremembe, kar je v nasprotju s priporočili Brooksa in drugih[[28]](#footnote-28). Po njihovih priporočilih naj bi se testiranje in spremembe sistema izvajalo ločeno. (Peters 2008, 117).

Skrb za stabilnost se rešuje z dnevno izdajo delujočih različic, njihovim testiranjem in apliciranjem spremenjenih standardov kodiranja(Peters 2008, 117).

Procesni model ni enostaven linearen model ampak vključuje potrebo po povratnih informacijah od koraka do koraka (Sommerville 2010, 31).

Parts of the system which are difficult to

specify in advance, such as the user interface, should always be developed using an

incremental approach.(Sommerville 2010, 30)

The waterfall model forms the foundation of many software development

methodologies in use today. However, it has some limitations and, if followed

too strictly, can lead to the following types of problems: (Lethbridge in Laganiere 2005, 429)

V uvod

Ne obstaja idealen proces in večina organizacij je razvila svoje procese razvoja (Sommerville 2010, 28). Čeprav ne obstaja idealen proces, velja, da v veliko organizacijah obstaja prostor za izboljšave. Procesi lahko uporabljajo zastarele tehnike ali pa ne izkoriščajo najnovejših in najboljših praks. Veliko organizacij še vedno ne uporablja najnovejših pristopov pri razvoju lastne programske opreme. Proces razvoja je lahko izboljšan s standardizacijo procesov. To vodi v izboljšano komunikacijo, manjšo porabo časa pri uvajanju in zmanjšanje stroškov avtomatiziranega vodenja. (Sommerville 2010, 29).

Pressman (2014) deli modele glede na njihovo strukturo in namembnost na predpisujoče, specializirane, enotne, osebne in ekipne.

Navadno je najdlje trajajoča aktivnost vzdrževanje programske opreme (Sommerville 2010, 31).

Življenjski cikel razvoja programske opreme predstavlja organizacijsko shemo procesa razvoja (Glass 2002).

Proces razvoja programske opreme je skupek aktivnosti, ki vodijo v produkcijo programske opreme. (Pressman in Maxim 2014, 15).

Inženiring procesa razvoja programske opreme omogoča racionalen in časovno sprejemljiv razvoj programske opreme (Pressman in Maxim 2014, 15).

Standardni procesni modeli definirajo pet osnovnih aktivnosti v modelu: komunikacija, načrtovanje, modeliranje, izdelava in uvajanje (Pressman in Maxim 2014, 31).

Also, the earlier admonitions regarding changes were based

on a Big Bang style of development. That is, work went on for months with no running code,

and then, at some point, a build happened. (Peters 2008, 117).

1. Ime modela izvira iz košarkarskega pojma, ki pomeni zabijanje žoge skozi obroč (Peters 2008, 109). [↑](#footnote-ref-1)
2. (angl.) Workflow. [↑](#footnote-ref-2)
3. Uporablja se tudi izraz modeliranje. [↑](#footnote-ref-3)
4. Commercial off-the-shelf. [↑](#footnote-ref-4)
5. Software reuse; je uporaba obstoječe programske opreme ali spoznanj v namen izgradnje nove programske opreme (Frakes in Kang 2005, 529). [↑](#footnote-ref-5)
6. Procesni model je vpeljalo in ga uporablja podjetje IBM. [↑](#footnote-ref-6)
7. (angl.) Object oriented paradigm – OOP. [↑](#footnote-ref-7)
8. Crosscutting concerns. [↑](#footnote-ref-8)
9. Uveljavi ga IBM leta 1980. Kasneje je bil predstavljen v knjigi Jamesa Martina Rapid Application Development. Skrajšano RAD. [↑](#footnote-ref-9)
10. (angl.) Graphical User Interface builders – GUI builders. [↑](#footnote-ref-10)
11. (angl.) Computer Aided Software Engineering – CASE. [↑](#footnote-ref-11)
12. (angl.) Database Management System – DBMS. [↑](#footnote-ref-12)
13. (angl.) forth-generation programing language – 4GL. Danes (2017) v uporabi že 5GL. [↑](#footnote-ref-13)
14. (angl.) Time box. [↑](#footnote-ref-14)
15. (angl.) Brainstorming. [↑](#footnote-ref-15)
16. (angl.) Joint Application Design – JAD. [↑](#footnote-ref-16)
17. Proces imenovan tudi Rational Unified Process (RUP) po podjetju Rational Corporation v lasti IBM. [↑](#footnote-ref-17)
18. Ivar Jacobson, Grady Booch in James Rumbaugh. [↑](#footnote-ref-18)
19. (angl.) Unified Modelling Language – UML; je rezultat dela Unified Process, ki vsebuje robustne usmeritve modeliranju in razvoju objektno-orientiranih sistemov. Do leta 1997 postane UML stanard za objektno-orientiran razvoj programske opreme. [↑](#footnote-ref-19)
20. (angl.) Personal Software Process – PSP. [↑](#footnote-ref-20)
21. (angl.) Postmortem. [↑](#footnote-ref-21)
22. (angl.) Team Software Process – TSP. [↑](#footnote-ref-22)
23. Release Candidate-RC, Release to Manufacturing (RTM). [↑](#footnote-ref-23)
24. Za zbiranje zgodbe se uporablja tehnika stimulacije dražljaja (angl.) Stimulus-Response scenario technique – SRS. [↑](#footnote-ref-24)
25. (angl.) Index score (story point). [↑](#footnote-ref-25)
26. IBM Rational Group, 2003. [↑](#footnote-ref-26)
27. (angl.) Design to cost. [↑](#footnote-ref-27)
28. Frederick P. Brooks, Jr. [*The Mythical Man-Month*](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mythical_Man-Month). 1995 [1975] [↑](#footnote-ref-28)