

DIGITALIZACIJA

– IZVAJANJE

BORUT JEREB

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
borut.jereb@um.si

Programska oprema je nematerialna, njeno ustvarjenje je še vedno povezano s posamezniki pri digitalizaciji procesov. Ker je programska oprema postala zelo kompleksna, se organizacije, ki jo razvijajo in uporabljajo, srečujejo z novimi priložnostmi in izzivi skozi njen celoten življenjski cikel. ISO/IEC 12207:2011 je standard, ki zagotavlja okvir za opis življenjskega cikla sistemov programske opreme, ki temelji na interdisciplinarnem pristopu. Življenjski cikel programske opreme obsega procese; od zamisli za razvoj ali nakup, njeno testiranje, uvedbo, vzdrževanje do njenega umika. Poznavanje življenjskega cikla pomaga vsem deležnikom ustvarjati sistematično in organizirano upravljanje dela, povezanega s programsko opremo, kar je ključno za izboljšanje kakovosti in zmanjševanje težav pri digitalizaciji poslovnih procesov. Kakovost programske opreme - ključna za zadovoljstvo uporabnikov, se odraža v funkcionalnosti, zanesljivosti, učinkovitosti, uporabnosti, vzdržljivosti, prenosljivosti, varnosti in razširljivosti. ISO/IEC 25010:2017 je standard, ki opredeljuje celovit model kakovosti, omogoča oceno in izboljšanje programske opreme.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.2.2025.2](https://doi.org/10.18690/um.fl.2.2025.2)

ISBN
978-961-286-971-7

Ključne besede:
digitalizacija,
življenjski cikel
programske opreme,
kakovost programske
opreme,
ISO/IEC 12207,
ISO/IEC 25010



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.2.2025.2](https://doi.org/10.18690/um.fl.2.2025.2)

ISBN
978-961-286-971-7

Keywords:
digitalization,
software lifecycle,
software quality,
ISO/IEC 12207,
ISO/IEC 25010

DIGITALIZATION – IMPLEMENTATION

BORUT JEREB

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
borut.jereb@um.si

Software is intangible, and its creation is still associated with individuals in the digitization of processes. As software has become highly complex, organizations developing and using it face new opportunities and challenges throughout its entire life cycle. ISO/IEC 12207:2011 is a standard that provides a framework for describing the life cycle of software systems based on an interdisciplinary approach. The software life cycle encompasses processes from conception to development or acquisition, through testing, deployment, maintenance, and eventual retirement. Understanding the life cycle helps all stakeholders establish systematic and organized management of software-related work, which is crucial for improving quality and reducing issues in the digitization of business processes. Software quality, crucial for user satisfaction, is reflected in functionality, reliability, performance, usability, maintainability, portability, security, and scalability. ISO/IEC 25010:2017 is a standard defining a comprehensive quality model, enabling the assessment and improvement of software.



1 Uvod

Programska oprema je sestavljena iz niza navodil, ki se uporabljajo za izvajanje določenih nalog na računalnikih. Programska oprema je ključna sestavina sodobnih računalniških sistemov. Je nematerialna, kar pomeni, da nima fizične prisotnosti, kot jo ima strojna oprema. V veliki večini primerov še vedno velja, da je njen nastanek povezan s posameznikom (človekom) ali posamezniki, ki delujejo pri izvedbi skupnega projekta digitalizacije nekega procesa.

Programska oprema izboljšuje naše vsakodnevno življenje in spodbuja tehnološki napredek. Pri tem lahko gre za delo, zabavo, komunikacijo ali iskanje informacij. Programska oprema igra osrednjo vlogo pri uporabnosti računalnikov in digitalnih naprav ter tako omogoča avtomatizacijo različnih procesov, povečuje učinkovitost in zmanjšuje ročno delo.

Kompleksnost programske opreme je dosegla zelo visok nivo. Posledično pridobivamo s tem nove priložnosti in po drugi strani večje izzive za organizacije, ki ustvarjajo in uporabljajo sisteme programske opreme. Ti izzivi obstajajo skozi celoten življenjski cikel sistema in na vseh ravneh. ISO/IEC 12207 je standard, ki zagotavlja skupni procesni okvir za opis življenjskega cikla sistemov, temelječih na interdisciplinarnem pristopu.

Življenjski cikel razvoja programske opreme sestavljajo različni procesi, kot so: proces razvoja, testiranja, uvedbe in ukinitve. Cikel se lahko ponavlja, kar pomeni, da faze niso vedno zaporedne. Na primer, razvijalci se lahko vrnejo v fazo načrtovanja, če med implementacijo naletijo na težave. Pomembno je, da se zavedamo in poznamo življenjski cikel programske opreme, ker nam to vedenje pomaga zagotoviti, da je programska oprema razvita na sistematičen in organiziran način. To je predpogoj za izboljševanje kakovosti programske opreme ter zmanjševanje števila težav v vseh procesih njenega cikla.

Kakovost programske opreme je ključen vidik vsakega procesa razvoja programske opreme. Nanaša se na raven odličnosti ali primernosti namena programskega izdelka. Kakovost programske opreme je ključna, saj neposredno vpliva na zadovoljstvo uporabnikov, zanesljivost in celotni uspeh tistega procesa, ki ga digitaliziramo. Z osredotočanjem na: funkcionalnost, zanesljivost, zmogljivost,

uporabnost, vzdržljivost, prenosljivost, varnost in razširljivost lahko razvijalci zagotovijo zanesljive programske izdelke, ki ustrezajo uporabniškim pričakovanjem in poslovnim zahtevam. Redno testiranje, povratne informacije uporabnikov in kakovostne metrike pomagajo zagotoviti nenehno izboljševanje ter vzdrževanje visokih standardov kakovosti programske opreme. Kakovostna programska oprema ima visoko vrednost.

Kakovost programske opreme je torej ključna pri izvajanju vseh (poslovnih) procesov, saj zagotavlja, da programski izdelki izpolnjujejo uporabniška pričakovanja in tako zagotavlja nove vrednosti z digitalizacijo poslovanja. Organizacije se zanašajo na uveljavljene standarde in okvirje za učinkovito doseganje in ocenjevanje kakovosti programske opreme.

Družina standardov ISO/IEC 25000, znana tudi kot serija SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation), zagotavlja celovit in mednarodno priznan nabor smernic za upravljanje kakovosti programske opreme. Serija ISO/IEC 25000 vključuje standarde in tehnična poročila, ki obravnavajo različne vidike značilnosti kakovosti programske opreme, vključno z modeli kakovosti, evalvacijskimi postopki in metodami merjenja.

ISO/IEC 25010 služi kot osnovni standard v seriji, ki opredeljuje celovit model kakovosti in nabor kakovostnih značilnosti. Značilnosti kakovosti zajemajo funkcionalnost, zanesljivost, uporabnost, učinkovitost, vzdržljivost in prenosljivost. S sledenjem tem značilnostim lahko organizacije ocenijo, merijo in izboljšajo kakovost svojih programskih izdelkov. Ta okvir prav tako zagotavlja sistematičen pristop, ki organizacijam omogoča določanje zahtev kakovosti, opredeljevanje meril evalvacije in izbiro ustrezne evalvacijske tehnike.

Ker tovrstni standardi spodbujajo doslednost in primerljivost pri ocenjevanju kakovosti programske opreme, omogočajo učinkovito komunikacijo med deležniki. Pomagajo izboljšati procese odločanja, omogočajo učinkovito upravljanje tveganj (vključno s stroški), krepijo zadovoljstvo strank in spodbujajo nenehno izboljševanje. Z njimi lahko organizacije dosežejo večjo preglednost, zanesljivost in interoperabilnost v svojih digitaliziranih poslovnih procesih.

Kakovost je tako vključena v vse življenjske cikle programske opreme. Med ostalim tudi v fazah, kot so:

- **načrtovanje:** kvalitetni vidiki naj bodo vključeni v načrtovanje projekta, da je zagotovljeno izpolnjevanje ciljev kakovosti.
- **Testiranje:** temeljito testiranje v različnih fazah življenjskega cikla zagotavlja, da se ohranjajo standardi kakovosti.
- **Povratne zanke:** redno prejemanje povratnih informacij od uporabnikov in deležnikov pomaga prepoznati ter obravnavati težave s kakovostjo.
- **Neprekinjeno izboljševanje:** življenjski cikel programske opreme vsebuje ukrepe za nenehno izboljševanje, ki zagotavljajo, da se standardi kakovosti razvijajo skladno s spremenjenimi potrebami in tehnologijami.

Obe; življenjski cikel programske opreme in kakovost programske opreme, sta povezani področji, kjer so prakse zagotavljanja kakovosti vgrajene v celoten življenjski cikel, da bi zagotovili zanesljivost, funkcionalnost in visoko kakovost programske opreme.

2 Življenjski cikel programske opreme in ISO/IEC 12207:2017

ISO/IEC 12207:2017 je standard, ki ga uporabljamo za celoten življenjski cikel sistemov programske opreme, izdelkov in storitev, vključno s konceptualizacijo, razvojem, proizvodnjo, uporabo, podporo in ukinitvijo ter za njihovo dobavo, bodisi znotraj organizacije bodisi zunaj nje (ISO/IEC, 2017). Procesi življenjskega cikla iz tega dokumenta se lahko uporabljajo sočasno, ponavljajoče in rekurzivno za njegove sestavne dele.

Obstaja široka raznolikost programske opreme glede na njen namen, področje uporabe, kompleksnost, velikost, inovativnost, prilagodljivost, količine, lokacije, življenjsko dobo in razvoj. Standard to raznolikost podpira in je ne omejuje. Uporablja se pri enkratnih sistemih programske opreme, ki so napisani za posamezno in enkratno rešitev, za sisteme programske opreme za široko komercialno ali javno distribucijo ter za prilagodljive sisteme programske opreme. Prav tako se uporablja pri popolnoma samostojnih sistemih programske opreme in

pri sistemih programske opreme, ki so vgrajeni in integrirani v druge, večje, bolj kompleksne in celovite sisteme.

Sistemi programske opreme, obravnavani v tem standardu, so človeškega izvora, ustvarjeni in uporabljeni za zagotavljanje izdelkov ali storitev v določenih okoljih v korist uporabnikov in drugih deležnikov. Sistemi programske opreme lahko vključujejo naslednje elemente sistema: strojna oprema, programska oprema, podatki, ljudje, procesi (npr. postopki za zagotavljanje storitev uporabnikom), postopki (npr. navodila za operaterje), objekti, storitve, materiali in naravno nastale entitete. Glede na uporabnika so obravnavani sistemi programske opreme izdelki ali storitve.

Percepcija in definicija določenega sistema programske opreme, njegove arhitekture in elementov sistema sta odvisni od interesov in odgovornosti deležnikov. Sistem interesa enega deležnika se lahko obravnava kot element sistema v sistemu interesa drugega deležnika. Poleg tega se lahko sistem interesa obravnava kot del okolja za sistem interesa drugega deležnika.

Standard ISO/IEC 12207:2017 se uporablja v številnih organizacijah in panogah po vsem svetu, ki se ukvarjajo z razvojem, vzdrževanjem in upravljanjem programske opreme. Glavne skupine, ki uporabljajo ta standard, so:

- **informatika in informacijska tehnologija:** ta standard se najpogosteje uporablja v IT-industriji, kjer organizacije razvijajo programske rešitve, aplikacije, sisteme in storitve. To vključuje tako velika podjetja, ki razvijajo programske rešitve za široko javnost kot tudi specializirana IT-podjetja.
- **Telekomunikacije:** področje telekomunikacij pogosto uporablja standard ISO/IEC 12207 za razvoj programske opreme, ki se uporablja v omrežjih in komunikacijskih napravah.
- **Avtomobilska industrija:** avtomobilska industrija uporablja ta standard za razvoj vgrajene programske opreme v avtomobilih, kar vključuje nadzor motorja, varnostne sisteme in infotainment rešitve.
- **Zdravstvo:** v zdravstveni industriji se standard uporablja za razvoj programske opreme za medicinske naprave, elektronske zdravstvene kartoteke in druge informacijske sisteme.

- **Vojska:** vojaške organizacije uporabljajo ta standard za razvoj in vzdrževanje programske opreme za vojaške sisteme, vključno z obveščevalnimi, komunikacijskimi in nadzornimi sistemi.
- **Finančna industrija:** v finančni industriji se standard uporablja za razvoj programske opreme za finančne transakcije, bančne sisteme in upravljanje premoženja.
- **Letalstvo:** industrija letalske in vesoljske tehnologije uporablja ta standard za razvoj programske opreme za letalske naprave, satelite in vesoljske misije.
- **Energetika in drugi industrijski sektorji:** ta standard se lahko uporablja tudi v industrijskih sektorjih, kot so: proizvodnja, energetika in drugi; za razvoj programske opreme za nadzor in avtomatizacijo procesov.

ISO/IEC 12207:2017 se uporablja na vseh področjih, kjer je razvoj programske opreme ključnega pomena za delovanje organizacij in kjer je potrebno zagotoviti kakovostno upravljanje celotnega življenjskega cikla programske opreme; od koncepta do njene ukinitve. Tako med ostalim vključuje (ISO/IEC, 2017):

- **razvoj:** obravnava procese in dejavnosti, ki so vključeni v razvoj programske opreme; od začetne zasnove in opredelitve zahtev do oblikovanja, kodiranja, testiranja in implementacije.
- **Vzdrževanje:** naslavlja procese in dejavnosti, povezane z vzdrževanjem in izboljševanjem obstoječih sistemov programske opreme.
- **Dobavo:** vključuje procese za pridobivanje programske opreme od zunanjih dobaviteljev ali zagotavljanje programske opreme zunanjim strankam.
- **Zagotavljanje kakovosti:** določa procese za zagotavljanje kakovosti programske opreme skozi celoten življenjski cikel.
- **Izboljšave procesov:** omogoča osnovo za ocenjevanje in izboljšanje procesov, ki pomagata organizacijam izboljšati svoje procese razvoja in vzdrževanja programske opreme skozi celoten življenjski cikel.
- **Vodilo za dogovarjanje:** ponuja vodila za oblikovanje sporazumov med naročniki in dobavitelji v zvezi s procesi in dejavnostmi programske opreme.

- **Različne modele življenjskega cikla:** podpira različne modele življenjskega cikla programske opreme, vključno z iterativnimi, postopnimi in klasičnimi pristopi.

Prav tako se standard lahko uporablja v enem ali več načinih. Če je merilo področje uporabe, ga lahko uporabimo na strani (ISO/IEC, 2017):

- **organizacije** - za pomoč pri vzpostavitvi okolja zelenih procesov.
- **Projekta** - za pomoč pri izbiri, strukturiranju in uporabi elementov vzpostavljenega okolja za zagotavljanje izdelkov in storitev.
- **Naročnika in dobavitelja** - za pomoč pri razvoju sporazuma glede procesov in dejavnosti.
- **Presojevalcev procesov** - kot model referenčnih procesov za uporabo pri izvajanju presoj procesov, ki se lahko uporabljajo za podporo izboljšavam organizacijskih procesov.

Njegov namen je zagotoviti standardiziran okvir za procese življenjskega cikla programske opreme in kot tak služi več ključnim namenom (ISO/IEC, 2017):

- **standardizacija procesov:** ISO/IEC 12207 si prizadeva za standardizacijo procesov razvoja programske opreme; da bi jih naredil dosledne in ponovljive v različnih organizacijah in projektih. Ta standard pomaga vzpostaviti skupni jezik in nabor praks za inženiring programske opreme.
- **Zagotavljanje kakovosti:** spodbuja kakovost programske opreme in storitev z določitvijo procesov in dejavnosti, ki zagotavljajo, da programska oprema izpolnjuje določene zahteve in standarde. S sledenjem smernicam v ISO/IEC 12207 lahko organizacije izboljšajo kakovost svoje programske opreme.
- **Zmanjšanje tveganj:** standard pomaga zmanjšati tveganja, povezana z razvojem in vzdrževanjem programske opreme, saj zagotavlja strukturiran pristop. Pomaga pri prepoznavanju in omilitvi potencialnih težav že v zgodnjih fazah življenjskega cikla programske opreme.
- **Upravljanje življenjskega cikla:** ISO/IEC 12207 zajema celoten življenjski cikel programske opreme; od koncepta in zahtev preko oblikovanja, razvoja, testiranja, implementacije in vzdrževanja do umika.

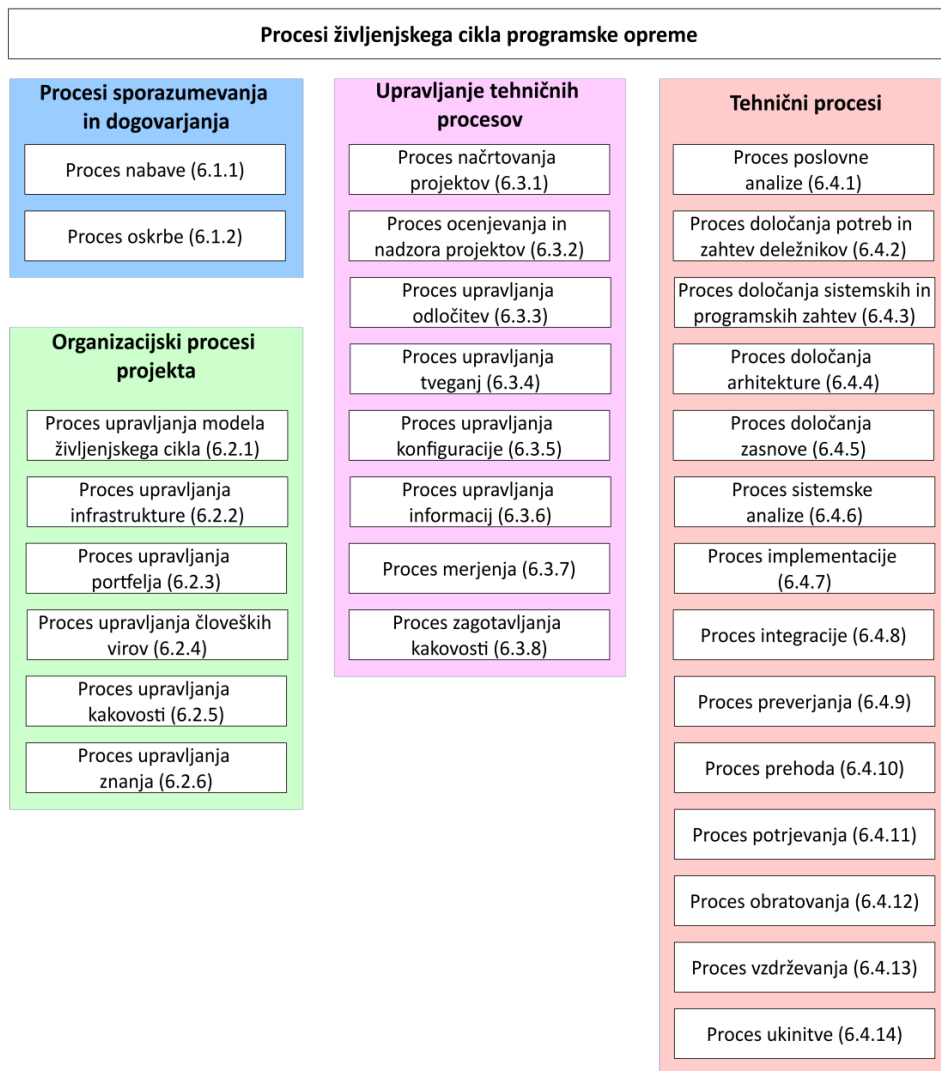
Zagotavlja celovit pristop k upravljanju programske opreme skozi celotno življenje.

- **Interoperabilnost:** z zagotavljanjem skupnega okvirja standard olajšuje interoperabilnost med različnimi komponentami programske opreme in sistemi, ki jih razvijajo različne organizacije. Poskrbi, da lahko programska oprema brez težav deluje skupaj.
- **Usklajenost z zahtevami deležnikov:** ISO/IEC 12207 poudarja pomen razumevanja in usklajevanja razvoja programske opreme z zahtevami deležnikov. To pomaga zagotoviti, da bodo izdelki programske opreme izpolnjevali pričakovanja in zahteve uporabnikov ter drugih relevantnih strani.
- **Izboljšanje procesov:** standard se lahko uporablja kot osnova za presojo in izboljševanje procesov. Organizacije ga lahko uporabijo za identifikacijo področij, kjer lahko izboljšajo svoje procese razvoja programske opreme.
- **Mednarodna združljivost:** ISO/IEC 12207 je mednarodni standard, kar ga naredi uporabnega in priznanega po vsem svetu. Ta globalna prepoznavnost je lahko še posebej koristna za organizacije, ki sodelujejo v mednarodnih sodelovanjih ali ponujajo programsko opremo na globalnem trgu.

2.1 **Procesi standarda ISO/IEC 12207:2017**

Vsak proces v tem dokumentu je opisan glede na naslednje lastnosti:

- **imenovanje** procesa predstavlja obseg celotnega procesa,
- **namen** opisuje cilje izvajanja procesa,
- **rezultati** izražajo otipljive rezultate, ki se pričakujejo ob uspešnem izvajanju procesa,
- **aktivnosti** so skupine povezanih nalog v procesu,
- **naloge** so zahteve, priporočila ali dovoljena dejanja, namenjena podpori doseganja izidov.



Slika 2.1: Procesi in skupine procesov po ISO/IOC 12207:2017

Vir: (povzeto in prevedeno po ISO/IEC, 2017)

Standard združuje procese, ki se lahko izvajajo med življenjskim ciklom programskega sistema, in sicer v štiri skupine procesov. Vsak proces življenjskega cikla v teh skupinah je opisan glede na namen in želene izide s sklopom sorodnih dejavnosti in nalog, ki se lahko izvajajo za dosego teh izidov. Štiri skupine procesov in procesi, vključeni v vsako skupino, so prikazani na Sliki 2.1.

Skupine procesov so naslednje (ISO/IEC, 2017):

- **procesi sporazumevanja/dogovarjanja.** Organizacije so proizvajalci in uporabniki sistemov programske opreme. Ena organizacija (kot naročnik) lahko razporedi drugo organizacijo (kot dobavitelja) za izdelke ali storitve. To se doseže z uporabo sporazumov (ali pogodb). Sporazumi omogočajo tako naročnikom kot dobaviteljem, da uresničijo vrednost in podprejo poslovne strategije svojih organizacij. Procesi sporazumevanja so organizacijski procesi, ki se uporabljajo izven obsega življenjske dobe projekta, pa tudi med življenjsko dobo projekta. Praviloma organizacije delujejo sočasno ali zaporedoma tako naročniki kot dobavitelji sistemov programske opreme. Procesi sporazumevanja se lahko uporabljajo manj formalno, ko sta naročnik in dobavitelj v isti organizaciji. Prav tako se lahko uporabljajo znotraj organizacije za dogovor o odgovornostih organizacije, projekta in tehničnih funkcij. Glej Sliko 1.
- **Organizacijski procesi projekta.** Ti procesi se nanašajo na zagotavljanje virov, ki uredijo, da projekt izpolni potrebe in pričakovanja deležnikov organizacije. Običajno so usmerjeni na strateško raven upravljanja in izboljševanja poslovanja ali izvajanja dejavnosti organizacije. To realizirajo z zagotavljanjem in razporejanjem virov in z upravljanjem tveganj v konkurenčnih ali negotovih situacijah. Običajno se uporabljajo izven obsega življenjske dobe projekta, vendar lahko tudi med življenjsko dobo projekta. Vzpostavijo okolje, v katerem se izvajajo projekti. Organizacija določi procese in modele življenjskega cikla, ki jih uporabljajo projekti; ustanovi, preusmeri ali prekliče projekte, zagotovi potrebne vire, vključno z ljudmi in finančnimi sredstvi in določi ter spremlja merila kakovosti za sisteme programske opreme in drugih izdelkov, ki so plod razvoja za notranje in zunanje stranke. Organizacijski procesi projektov ustvarjajo poslovno podobo za številne organizacije in implicirajo komercialne in dobičkonosne motive. Enako so pomembni tudi za neprofitne organizacije, saj so tudi te odgovorne. Odgovorne so za vire in se srečujejo s tveganji pri svojih dejavnostih. Navedeni so tudi na Sliki 1.
- **Upravljanje tehničnih procesov.** Pri tem upravljanju se ukvarjamo z upravljanjem virov in sredstev za izvajanje tehničnih procesov, ki so nam na voljo in jih običajno dodeljuje upravljavski sloj organizacije. Z njihovo

uporabo dosegamo izpolnitev sporazumov, v katere je organizacija ali so organizacije vstopile. Procesni tehničnega upravljanja se nanašajo na tehnično izvajanje projektov, zlasti na načrtovanje v smislu stroškov, časovnih okvirjev in ciljev, na preverjanje dejanj za zagotavljanje skladnosti s plani in merili za uspešnost ter na identifikacijo in izbor ukrepov za odpravo pomanjkljivosti ali zakasnitev. Ti procesi se uporabljajo za vzpostavitev in izvajanje tehničnih planov za projekt, upravljanje informacij v timu tehničnega osebja, ocenjevanje tehničnega napredka glede na načrte za sistem programske opreme, izdelke ali storitve, nadzor tehničnih nalog do zaključka in za pomoč pri odločanju. Običajno bo v vsaki organizaciji soobstajalo več projektov. Procesni tehničnega upravljanja se lahko uporabljajo in izvajajo na korporativni ravni, da se izpolnijo zahteve in potrebe na nivoju celotne organizacije. Te procese prikazuje Slika 1.

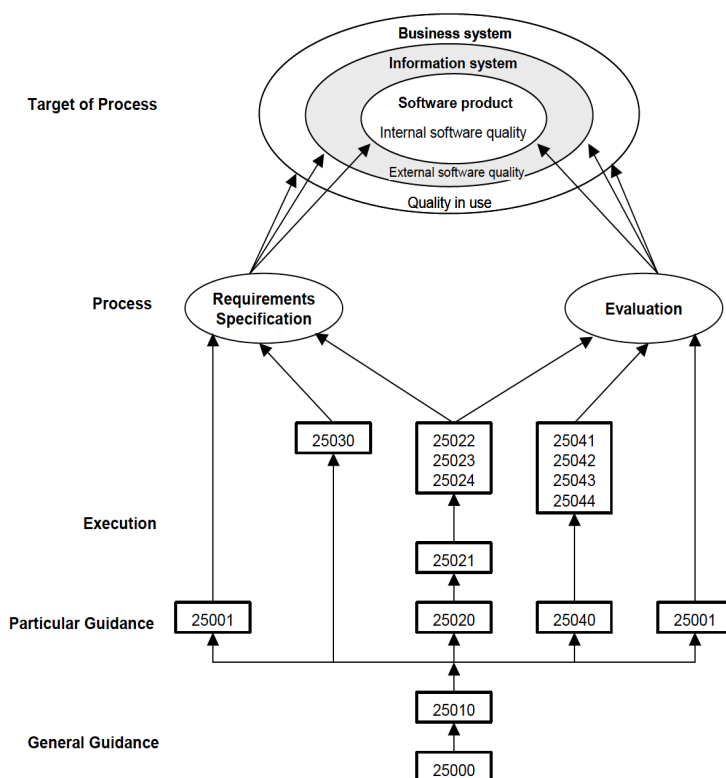
- **Tehnični procesi.** Ti procesi preoblikujejo potrebe deležnikov v izdelke ali storitve. Z uporabo izdelka ali upravljanjem storitve tehnični procesi zagotavljajo zmogljivosti; kadarkoli in kjerkoli je to potrebno, da izpolnijo zahteve (in zadovoljstvo) deležnikov. Tehnični procesi se uporabljajo za ustvarjanje in uporabo sistema programske opreme bodisi v obliki modela bodisi kot izdelka, ki je operativno uporaben. Tehnični procesi se uporabljajo na katerikoli ravni v hierarhiji strukture sistema programske opreme in na katerikoli stopnji v življenjskem ciklu. Na Sliki 1 so navedeni procesi, ki jih vsebuje ta skupina procesov.

Poleg predvidenih procesov si lahko definiramo dodatne procese, ki se za neko organizacijo izkažejo za potrebne in koristne. Vrstni red podpoglavij, v katerih so procesi opredeljeni v standardu, ne določa vrstnega reda, v katerem se procesi izvajajo med življenjskim ciklom sistema ali katerokoli od njegovih faz.

3 Model za zahteve in ocenjevanje kakovosti programske opreme ISO/IEC 25010:2011

ISO/IEC 25010 sodi v družino standardov ISO/IEC 250xx, ki je znana tudi pod imenom SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation) (ISO/IEC, 2011). Pri tem je ISO/IEC 25000 temeljni standard, ki predstavlja celovit okvir za ocenjevanje in upravljanje kakovosti programske opreme. SQuaRE sta razvila Mednarodni standardizacijski organ (ISO) in Mednarodna elektrotehniška komisija

(IEC) z namenom zagotoviti strukturiran in dosleden pristop k ocenjevanju kakovosti programske opreme. Ta pristop pomaga organizacijam razumeti, opredeliti in oceniti kakovost svojih programskih izdelkov ter sprejemati odločitve o izboljšavah in optimizacijah le-teh. Celotna družina standardov vzpostavlja modele kakovosti, določa lastnosti kakovosti in opredeljuje zahteve kakovosti za programske izdelke. Ti modeli in lastnosti služijo kot orodja za ocenjevanje in merjenje različnih vidikov kakovosti programske opreme. Uporabljajo ga organizacije za razvoj programske opreme, drugi deležniki z namenom ocenjevanja, komuniciranja in izboljševanja kakovosti programskih izdelkov. Z upoštevanjem smernic in načel, določenih v teh standardih, lahko organizacije izboljšajo kakovost svojih programskih izdelkov, kar navsezadnje privede do povečanja zadovoljstva strank in uspešnih implementacij programske opreme. Osnovni referenčni model SQuaRE prikazuje Slika 2.2.



Slika 2.2: Referenčni model družine standardov za kakovost programske opreme SQuaRE

Vir: (ISO/IEC, 2011)

ISO/IEC 25010 zagotavlja podroben model kakovosti z določenimi značilnostmi in podznačilnostmi za ocenjevanje kakovosti programskega izdelka. ISO/IEC 25000 in ISO/IEC 25010 sta povezana standarda, vendar opravljata različne naloge znotraj širše serije SQuaRE. Tako je ISO/IEC 25000 informativni standard, ki uvaja širše koncepte in strukture za ocenjevanje kakovosti programske opreme. Hkrati je ISO/IEC 25010 normativni standard, ki jasno opredeljuje model kakovosti in merila za ocenjevanje kakovosti programskega izdelka. Ključne razlike med ISO/IEC 25000 in ISO/IEC 25010 predstavlja Tabela 1 (ISO/IEC, 2011).

Tabela 2.1: Ključne razlike med ISO/IEC 25000 in ISO/IEC 25010

	ISO/IEC 25000	ISO/IEC 25010
Obseg in namen	<ul style="list-style-type: none"> – osrednji standard v seriji SQuaRE, – zagotavlja okvir za zahteve in evalvacijo kakovosti programskega izdelka, – opredeljuje splošne koncepte, izraze in načela, povezana z upravljanjem kakovosti programske opreme, – uvaja modele kakovosti in metrike, uporabljene za ocenjevanje kakovosti programske opreme ter uporabnike vodi do drugih posebnih standardov v seriji, vključno z ISO/IEC 25010. 	<ul style="list-style-type: none"> – specifičen standard znotraj serije SQuaRE, ki opredeljuje celovit model kakovosti, – poudarja kakovostne značilnosti in podznačilnosti, ki se lahko uporabljajo za ocenjevanje in merjenje kakovosti programskega izdelka, – se poglobi v različne vidike programske kakovosti, zagotavlja specifične kriterije za ocenjevanje programske opreme.
Vsebina	<ul style="list-style-type: none"> – gre za informativni standard, ki uvaja okvir kakovosti programskega izdelka, celotno strukturo kakovostnih značilnosti in podznačilnosti, – deluje kot usmerjalni dokument za razumevanje ocenjevanja kakovosti programske opreme v okviru serije SQuaRE. 	<ul style="list-style-type: none"> – normativni standard z določenimi zahtevami, namenjen neposredni uporabi pri ocenjevanju kakovosti programske opreme, – opredeljuje osem osnovnih kakovostnih značilnosti in njihove podznačilnosti (natančnost, skladnost, učinkovitost).
Uporaba	<ul style="list-style-type: none"> – uporablja se predvsem za zagotavljanje pregleda upravljanja kakovosti programske opreme in usmerjanje uporabnikov k drugim relevantnim standardom v seriji SQuaRE, – postavlja kontekst in terminologijo za modele kakovosti in metrike za ocenjevanje kakovosti programske opreme. 	<ul style="list-style-type: none"> – se uporablja neposredno za ocenjevanje kakovosti programskega izdelka, – služi kot referenca za prakse, ki želijo oceniti in meriti kakovostne lastnosti programskega izdelka, – vodi izbiro relevantnih kakovostnih značilnosti in podznačilnosti za ocenjevanje glede na specifične potrebe in cilje ocenjevanja.

Vir: (ISO/IEC, 2011)

Model, ki ga opisuje ISO 25010:2011 predvideva (ISO/IEC, 2011):

- **model kakovosti**, ki zajema osem glavnih kakovostnih značilnosti, pri čemer vsaka predstavlja ključni vidik kakovosti programske opreme.
 - Funkcionalna primernost: vse sposobnosti v katerih programska oprema zagotavlja potrebne funkcije za izpolnjevanje določenih potreb.
 - Učinkovitost delovanja: sposobnost programske opreme, da se obnaša v pričakovanih časovnih okvirjih in s pričakovano uporabo ostalih IT virov, odzivnim časom in prenosom podatkov.
 - Združljivost: sposobnost programske opreme za delovanje z drugimi sistemi, programsko opremo ali strojno opremo.
 - Uporabnost: enostavnost uporabe programske opreme in uporabniška izkušnja.
 - Zanesljivost: sposobnost programske opreme, da ohrani svojo raven delovanja v določenih pogojih v določenem obdobju.
 - Varnost: sposobnost programske opreme, da ščiti podatke in funkcionalnosti pred neavtoriziranim dostopom in škodo.
 - Vzdržljivost: napor, potreben za izvedbo sprememb, odpravo napak ali prilagajanje programske opreme spremembam.
 - Prenosljivost: enostavnost, s katero je mogoče programsko opremo prenesti iz enega okolja v drugo.
- **Podznačilnosti**: vsaka, zgoraj naštetá značilnost, je razčlenjena na specifične podznačilnosti, kar olajša ocenjevanje in osredotočanje na določena področja ocenjevanja kakovosti.
- **Zahteve kakovosti**: vključuje niz zahtev kakovosti, ki lahko določijo želeno raven vsake kakovostne značilnosti in podznačilnosti za določen izdelek programske opreme.
- **Kakovost pri uporabi**: poudarja pomembnost ocenjevanja kakovosti na strani končnih uporabnikov, ki dojemajo kakovost programske opreme med dejansko uporabo.

(Sub)Characteristic	Reliability
Functional suitability	Maturity
Functional completeness	Availability
Functional correctness	Fault tolerance
Functional appropriateness	Recoverability
Performance efficiency	Security
Time behaviour	Confidentiality
Resource utilization	Integrity
Capacity	Non-repudiation
Compatibility	Accountability
Co-existence	Authenticity
Interoperability	Maintainability
Usability	Modularity
Appropriateness recognizability	Reusability
Learnability	Analysability
Operability	Modifiability
User error protection	Testability
User interface aesthetics	Portability
Accessibility	Adaptability
	Installability
	Replaceability

Slika 2.3: Značilnosti in podznačilnosti kakovosti programske opreme po ISO/IEC 25010:2011

Vir: (ISO/IEC, 2011)

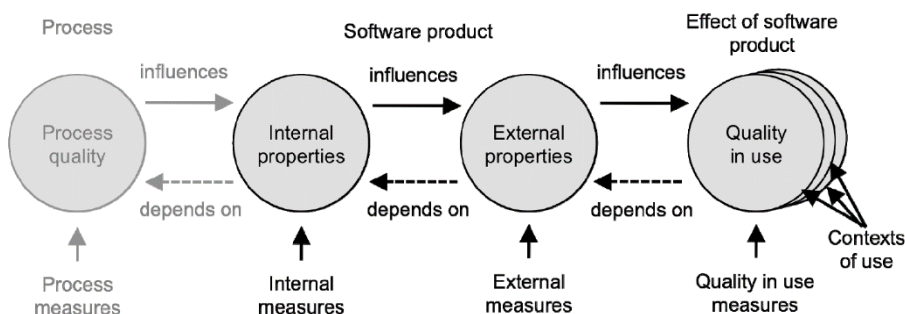
Effectiveness
Efficiency
Satisfaction
Usefulness
Trust
Pleasure
Comfort
Freedom from risk
Economic risk mitigation
Health and safety risk mitigation
Environmental risk mitigation
Context coverage
Context completeness
Flexibility

Slika 2.4: Značilnosti in podznačilnosti kakovosti pri uporabi programske opreme po ISO/IEC 25010:2011

Vir: (ISO/IEC, 2011)

Slika 2.3 in 2.4 prikazujeta množico značilnosti in podznačilnosti kakovosti programske opreme, kot jo definira model za ocenjevanje kakovosti ISO/IEC 25010:2011.

Kakovost programskega izdelka se lahko oceni z merjenjem internih lastnosti (običajno statične meritve vmesnih izdelkov), z merjenjem eksternih lastnosti (običajno z merjenjem obnašanja kode med izvajanjem) ali z merjenjem lastnosti kakovosti pri uporabi (ko je izdelek v dejanski ali simulirani uporabi). Glej Sliko 2 in Sliko 2.5.



Slika 2.5: Življenjski cikel kakovosti programske opreme

Vir: (ISO/IEC, 2011)

4 Komentar uporabnosti obeh standardov

Standarda ISO/IEC 12207 in ISO/IEC 25010 imata ključno vlogo pri digitalizaciji logističnih procesov, saj zagotavljata strukturo in smernice za učinkovito upravljanje razvoja programske opreme in zagotavljanja njene kakovosti. V nadaljevanju je kratko kritično ovrednotenje njunega pomena v kontekstu digitalizacije logističnih procesov.

ISO/IEC 12207 določa standardne procese za upravljanje življenjskega cikla programske opreme. Ta standard je pomemben za digitalizacijo logističnih procesov iz naslednjih razlogov:

- **strukturiran pristop k razvoju programske opreme:** ISO/IEC 12207 ponuja strukturiran okvir za načrtovanje, razvoj, vzdrževanje in upravljanje programske opreme. V kontekstu digitalizacije logistike to pomeni, da podjetja lahko učinkovito načrtujejo in izvajajo digitalne rešitve, ki so zanesljive in skladne z najboljšimi praksami.

- **Obvladovanje kompleksnosti:** logistični procesi so kompleksni in vključujejo številne udeležence ter tehnologije. ISO/IEC 12207 pomaga pri obvladovanju te kompleksnosti z jasnimi definicijami procesov, odgovornosti in aktivnosti v celotnem življenjskem ciklu programske opreme.
- **Zmanjšanje tveganj:** zaradi jasnih smernic za razvoj in vzdrževanje programske opreme, standard pomaga zmanjšati tveganja, povezana z napakami v programski opremi, kar je še posebej pomembno pri logistiki, kjer lahko napake povzročijo velike finančne izgube in motnje v oskrbovalni verigi.
- **Povečanje skladnosti in standardizacije:** uporaba ISO/IEC 12207 zagotavlja, da so procesi razvoja programske opreme skladni in standardizirani. To je ključnega pomena za interoperabilnost različnih sistemov in tehnologij, ki se uporabljajo v digitaliziranih logističnih procesih.

ISO/IEC 25010 določa model kakovosti programske opreme, ki vključuje različne značilnosti kakovosti, kot so: funkcionalnost, učinkovitost, zanesljivost, uporabnost in ostali kazalniki. Njegov pomen v digitalizaciji logističnih procesov je predvsem naslednji:

- **merjenje kakovosti:** ISO/IEC 25010 omogoča natančno merjenje in vrednotenje kakovosti programske opreme. V logistiki, kjer je natančnost in zanesljivost ključnega pomena, lahko podjetja uporabijo ta standard za zagotovitev, da digitalne rešitve ustrezajo visokim standardom kakovosti.
- **Izboljšanje uporabniške izkušnje:** kakovost programske opreme močno vpliva na uporabniško izkušnjo. ISO/IEC 25010 pomaga pri oblikovanju programske opreme, ki je enostavna za uporabo, učinkovita in prilagojena potrebam uporabnikov v logističnih procesih.
- **Zanesljivost in vzdržljivost:** zanesljivost in vzdržljivost sta ključni značilnosti kakovosti v logistiki, kjer okvare ali izpadi sistemov lahko povzročijo resne motnje. ISO/IEC 25010 pomaga zagotoviti, da so programske rešitve zanesljive in enostavne za vzdrževanje.
- **Podpora za odločanje:** standard ponuja jasna merila za ocenjevanje kakovosti programske opreme, kar lahko pomaga vodstvu pri odločanju o uvedbi novih digitalnih rešitev ali izboljšav obstoječih sistemov.

Ena izmed kritik obeh standardov je, da povzročata dodatne stroške in zahteve po virih. Mala in srednja podjetja v logistiki morda nimajo dovolj virov za popolno implementacijo teh standardov. Poleg tega sta lahko za neko sredino preveč kompleksna in zahtevna za razumevanje in implementacijo, kar lahko predstavlja oviro za podjetja, ki nimajo specializiranega znanja in izkušenj na področju systemskega inženiringa in kakovosti programske opreme.

Standarda ISO/IEC 12207 in ISO/IEC 25010 predstavljata pomembno pomoč pri digitalizaciji logističnih procesov, saj zagotavljata strukturiran pristop k razvoju in zagotavljanju kakovosti programske opreme. Njuna uporaba lahko izboljša učinkovitost, zanesljivost in kakovost digitalnih rešitev v logistiki. Vendar pa morajo biti podjetja pozorna na stroške, vire in prilagodljivost, povezano z implementacijo teh standardov ter se zavedati potencialnih izzivov in omejitev, ki jih lahko prineseta.

Literatura

- ISO/IEC. (2011). ISO/IEC 25010:2011 – Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. International Organization for Standardization (ISO) and International Electrotechnical Commission (IEC).
- ISO/IEC. (2017). ISO/IEC/IEEE 12207:2017 - Systems and software engineering — Software life cycle processes. International Organization for Standardization (ISO) and International Electrotechnical Commission (IEC).

