

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI

(Študijsko gradivo)

1 Pomen kakovosti

Kakovost predstavlja pomemben pristop v vsakem poslu in ima tako zunanji (kupci) kot notranji vpliv (stroški). Zgodovinsko se je koncept kakovosti spreminjal skladno s spremembami produkcijskih odnosov od obrtniškega dela do masovne proizvodnje in splošne globalizacije trgovine. Zavzemanje za kakovost se je po vsem svetu povečalo v osemdesetih letih, ko so razvite zahodne države ugotovile, da se je nekaj izjemnega zgodilo na Japonskem, ki se je na področju kakovosti izdelkov v relativno kratkem času prebila na vodilno mesto. Izgledalo je, da japonski proizvajalci lahko zavzamejo katero koli svetovno tržišče. To je bilo še posebno očitno na področju avtomobilske in elektronske industrije, vendar tudi na področju tekstilstva, jeklarstva in strojogradnje. Mnogi svetovni proizvajalci so v teh letih začeli posnemati zelo specifične japonske pristope na področju kakovosti kot so na primer 'krožki kakovosti', pristop 'just-in-time' in podobno, ki pa niso dali dobrih rezultatov ali pa so imeli popolnoma negativen učinek. Počasi je dozorelo spoznanje, da je potrebno razviti lastne filozofije in strategije za ustvarjanje kulture kakovosti.

Danes je jasno, da mora podjetje, ki želi vstopiti ali obstati v igri, ki jo vodi svetovna konkurenca, nujno sprejeti izziv, ki ga ponuja kakovost v najširšem pomenu besede. Podjetja, ki ne bodo sprejela politike stalne izboljšave kakovosti bodo omejena pri svoji konkurenčni sposobnosti, dobičkonosnosti in rasti. Višja raven kakovosti vodi do zniževanja odpadka v proizvodnji, boljše izkoriščenosti potenciala zaposlenih in strojev ter, boljšega zadovoljstva kupcev, kar ima neprecenljiv vpliv na zadrževanje že osvojenih tržišč in pridobivanje novih.

Preglednica 1: Nekatera dejstva, ki pogojujejo svetovno konkurenco na področju kakovosti

- razširitev prostih tržišč v države Vzhodne Evrope
- nova regionalna in mednarodna področja prostega trga
- pocenitev transporta
- firme in njihov vodilni kader je bolj mobilni
- razvoj telekomunikacij
- zasičenost mnogih glavnih tržišč
- višji kakovostni standardi ob splošni ekonomski recesiji
- vse bolj zahtevni odjemalci in industrijski kupci

Preglednica 2: Nekatere značilnosti vodenja kakovosti v najpomembnejših razvitih državah

- Tisti, ki so prevzeli prakso vodenja kakovosti v svoje firme so bolj uspešni in so postali vodilni na posameznem industrijskem področju.
- Uspešne industrijske države, so skladno s svojo lastno tradicijo kakovosti razvile takšno prakso, ki je primerna okolju, priložnostim in razmeram v določeni državi.
- Kjer vlada igra vodilno in vzpodbujevalno vlogo in ne diktatorsko, je večja možnost, da se razvije učinkovito zagotavljanje kakovosti.
- Kjer vodstvo podjetja porazdeli prizadevanja in odgovornost za kakovost na vse zaposlene, postane zagotavljanje kakovosti temeljni element vsakega delovnega mesta.
- Standardi, predpisi za zagotavljanje kakovosti in certifikacija sami po sebi še ne omogočajo učinkovitega zagotavljanja kakovosti.
- Privzemanje in primerna prilagoditev mednarodnih standardov s področja kakovost omogoča, da države postanejo bolj konkurenčne.
- Splošna gospodarska kriza in recesija zahteva večji napor za zagotavljanje kakovosti v posamezni državi.
- Učinkovito in konsistentno zagotavljanje kakovosti odpira nova delovna mesta in omogoča visoko zaposlenost.
- Države z učinkovitim zagotavljanjem kakovosti se usmerijo na izboljšanje procesov in usposabljanje delavcev.
- Poudarek na kakovosti v splošnem in poklicnem izobraževanju ter usposabljanju omogoča odločilno premoč in prednost posameznim podjetjem, skupnostim in državi v celoti.
- Mednarodna primerjava omogoča državam, da spoznajo in premagajo svoje šibkosti.
- Izolirane primerjave pri uvajanju zagotavljanja kakovosti znotraj podjetja ali države so drage in neučinkovite; potrebno je sodelovanje in koordiniranje.
- Tesno sodelovanje, vzajemno spoštovanje vlade, izobraževalnih in znanstvenih ustanov ter industrije povečuje splošno in specifično zagotavljanje kakovosti.
- Pri zagotavljanju kakovosti imajo dolgoročne usmeritve odločilno prednost pred kratkoročnimi in kampanjskimi akcijami države.
- Ustrezno zagotavljanje kakovosti se odraža v socialnoekonomski moči in kulturi države.
- Zagotavljanje kakovosti ne sme diktirati, ampak mora biti vgrajeno v ljudi.
- Življenski standard države je tesno povezan s splošno prakso zagotavljanja kakovosti in hoteli ali ne zagotavljanje kakovosti lahko smatramo za temeljno človekovo pravico in odgovornost.
- Ne obstoji noben recept za razvijanje zagotavljanja kakovosti, ki bi veljal za vsako državo in v vseh okoliščinah, toda je nekaj splošnih značilnosti, ki jih je mogoče opisati v standardih in priročnikih.
- Zagotavljanje kakovosti je primerno tako za majhne kot velike države.
- Majhne države imajo enkratne priložnosti, kot je gospodarska specializacija ali politična homogenost, ki jo je mogoče izkoristiti; primeri so: Švica, Liechtenstein ali Singapur, po drugi strani pa velike države prevzemajo vodilno vlogo.
- Države imajo korist z aktivno vključenostjo v svetovno vodenje zagotavljanja kakovosti, posebno na področju standardizacije, raziskav in razvoja.
- Odprte demokratične družbe s prostim podjetništvom so bolj energične in sposobne pri ustvarjanju in izboljševanju zagotavljanja kakovosti in se bolj trudijo.

2 Definicije kakovosti

Beseda kakovost ima za različne ljudi različen pomen in se uporablja za različne namene in v različnih kontekstih. Zaradi tega poskušajo postaviti enoznačne definicije kakovosti za določeno perspektivo. Te definicije segajo od *filozofskih*, ki so osredotočene na svojstvene karakteristike ali odlike; *ekonomskih*, ki temelje na donosnosti; *tehničnih*, osredotočene na standarde in kontrolo; *tržnih*, ki vključujejo potrošnikovo odločanje za nakup do *vrednostnih*, ki so osredotočene na možnost nakupa.

Preglednica 3:

<i>vir</i>	<i>definicija</i>
SSKJ	Kar opredeljuje kaj glede na pozitivne lastnosti.
ISO 8402	Kakovost je doseganje vseh lastnosti izdelka ali storitve, ki jih kupec pričakuje.
Juran	Kakovost je ustreznost za uporabo
Deming	Kakovost je ustreznost za namen
Crosby	Kakovost je skladnost z zahtevami
Feigenbaum	Zadovoljstvo potrošnika pri najnižjih stroških
Pirsing	Kakovost ni ne misel ne materija, ampak tretja bitnost ... ne moremo je definirati, ampak vemo kaj je.

Garvin je prepoznal pet različnih temeljev pri definiranju kakovosti, vsak je razvit iz specifičnega **pogleda**. Njihova pravilna uporaba nam lahko služi kot pomoč pri organizaciji in osredotočenju svojih virov na takšen način, ki povečuje našo konkurenčno pozicijo. Ti pogledi so:

- a) Abstrakten pogled. Abstrakten pogled obravnava kakovost kot sinonim za odličnost in večvrednost. To je zelo star pogled, znan še iz antičnih časov in pomeni, da je kakovost absolutna in univerzalno prepoznavna. Predpostavlja, da četudi resnične kakovosti ni mogoče precizno določiti jo lahko prepoznamo na podlagi izkušenj. Reklamiranje izdelkov danes temelji predvsem na tem pogledu na kakovost, brez dvoma tudi na področju tekstilstva, kar še posebej velja za oblačila. Tudi nekatere surovine in izdelki vključujejo ta pogled, na primer 'egiptovski bombaž', in miselno delujejo kot primerjalni standard za druge izdelke.
- b) Na izdelku temelječ pogled. Ta pogled ima popolnoma drugačno izhodišče. Predpostavlja, da je kakovost precizna in merljiva količina. Razlike v kakovosti so tako posledica razlik v vrednosti posameznih karakteristik izdelka in jih na podlagi tega lahko hirarhično razvrščamo. Pri tekstilnih izdelkih se pogosto srečamo s tem pogledom: finoča uporabljene preje, gostota tkanine, število vozlov v preprogah in podobno. Te karakteristike pogosto vključujejo boljšo trpežnost in življensko dobo in zaradi tega bolj ekonomično izbiro. Tu se torej srečamo s kvantitavno obravnavo kakovosti in povezavo z ekonomiko in je zaradi tega zelo atraktiven pogled. Tu seveda velja opozoriti, da je en od možnih zaključkov, ki izhaja iz tega, da je višjo kakovost možno doseči samo z višjimi stroški. Vedeti je potrebno, da v praksi kakovosti ne moremo obravnavati samo na podlagi enega odnosa ali posamezne kakovostne karakteristike, posebno v primerih, kjer je pomembna tudi obravnava estetskih kriterijev.
- c) Na proizvodnji temelječ pogled. Ta pogled predpostavlja, da je kakovost »ujemanje s specifikacijami« in izhaja iz inženirske in proizvodnje prakse. Razvojniki določijo idealne ciljne vrednosti in praktične tolerance za izdelek, ki jih potem inženir tehnolog pretvori v ciljne vrednosti in tolerance proizvodnega procesa. Kakovost se sedaj meri z natančnostjo doseganja specifikacij, vsako odstopanje pomeni znižanje kakovosti. V tej strategiji izhajamo iz poznavanja pravih ciljnih vrednosti in toleranc izdelkov ter procesov. V tej smeri so potrebni intenzivni napor znanosti in prakse za povečanje našega vedenja o medsebojnem vplivu surovin, strojne opreme in tehnoloških postopkov.
- d) Na uporabniku temelječ pogled. Ta pogled temelji na predpostavki, da le kupec sam lahko določa zahteve za kakovost. Pri tem je potrebno upoštevati, da ima vsak kupec različne zahteve in potrebe, ki jih izraža s kakovostnimi standardi katere je pripravljen plačati. Ta pristop je izredno subjektiven pristop h kakovosti in vodi do prepletanja določenih karakteristik izdelka in sprejemljivih cen posameznih ciljnih skupin kupcev s podobnimi zahtevami in potrebami. Značilnost trženja in konkurenčnosti na področju tekstilnih izdelkov so vzrok, da imamo pogosto opravka s to idejo kakovosti. Nikakor ni lahko določiti optimalne cene za določeno tržišče in potem poiskati še način s katerimi damo izdelku boljše karakteristike kot naša konkurenca. V zvezi s tem pogledom na kakovost sta bila razvita dva koncepta: ideja »zadovoljstvo kupca«, ki je povezana s »primernostjo za nameravano uporabo«. Tu sedaj predpostavljamo, da

bo kakovost določena s tem kako dobro zagotovimo sposobnost za nameravano uporabo in s tem dosežemo zadovoljstvo kupca. V tem pomenu na primer mnogo dražja obleka, ki je narejena iz volnene česanke 70's z uporabo najboljših tehnoloških postopkov ni boljše kakovosti kot mnogo cenejša obleka iz acetatne filamentne preje. Obe obleki sta primerni za uporabo, vendar izpolnujeta potrebe in pričakovanja popolnoma različnih skupin uporabnikov. To pomeni, da, če hočemo povečati zadovoljstvo kupca, moramo določiti in poznati njihova pričakovanja (»pričakovanja kupcev«). Na ta način se nam odprejo pomebna praktična vprašanja: kdo so moji kupci, kakšna so njihova pričakovanja in kako naj določim njihovo zadovoljstvo?

- e) Na vrednosti temelječ pogled. Ta pogled definira kakovost na podlagi stroškov in cene. Kakovosten izdelek se izkazuje s sprejemljivo ceno in sprejemljivimi stroški. Ta pogled združuje dva bistveno različna koncepta, vrednost in odličnost. Čeprav se o donosnosti, ki je v ozadju tega pogleda danes največkrat pogovarjamo je s stališča kakovosti še zelo malo raziskan, ker je tu potrebno upoštevati zelo različne vidike, ki so včasih tudi težko določljivi.

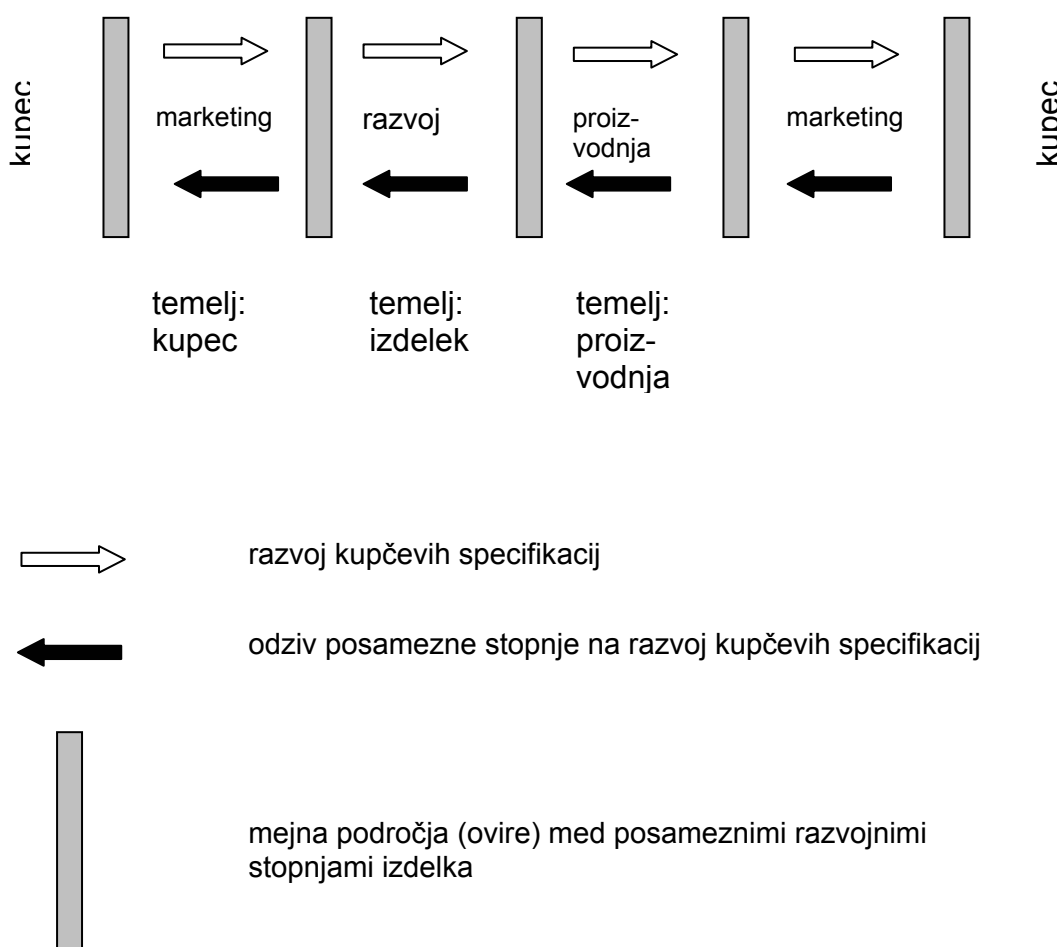
Sodobno razumevanje kakovosti postavlja v osprednje kupca oziroma zadovoljevanje kupčevih zahtev. Če hočemo razumeti kupčeve zahteve, je potrebno najprej razumeti njegovo dožemanje kakovosti, kjer nam je v pomoč osem dimenzij kakovosti kot jih definiral Garvin. Po Garvinu so te dimenzije na splošno medsebojno neodvisne. Njihova relativna pomebnost pa je seveda odvisna od vrste izdelka; pri nekem izdelku je določena dimenzija lahko kritična za njegov uspeh, pri drugem pa ne bo tako pomembna. Dimenzije kakovosti predstavljajo osnovo za ocenjevanje karakterističnih elementov izdelka in jih je potrebno obravnavati široko.

Dimenzije kakovosti so:

1. Učinkovitost. Ta vključuje primarne funkcionalne karakteristike izdelka.
2. Značilnost. To so sekundarne karakteristike izdelka in določajo dodatne attribute, ki prispevajo k celotnemu videzu izdelka, ki ga kupec kupuje.
3. Zanesljivost. Zanesljivost je funkcija izdelka v določenem časovnem obdobju. Običajno se meri kot povprečni čas do prve poškodbe in kot povprečni čas med poškodbami.
4. Skladnost. Predstavlja stopnjo do katere izdelek ustreza postavljenim specifikacijam in je centralna tema vodenja kakovosti.
5. Trpežnost. Za trpežnost lahko rečemo, da predstavlja merilo življenjske dobe izdelka.
6. Uporabnost. Je sposobnost ponuditi povrnjeno delovanje pri normalnih pogojih. To pomeni uporabo hitrega servisa in učinkovit razvoj profesionalnih odnosov med dobaviteljem in kupcem.
7. Estetika. Ta opisuje kupčev odziv ali reakcije na karakteristike izdelka povezane z otipom, okusom, vonjem, izgledom ali zvokom. Po naravi je individualna in reflektira osebno vrednotenje.
8. Dojeta kakovost. Reflektira idejo, da potrošniki kupujejo izdelke na podlagi nepopolnih informacij glede skupnih karakteristik izdelka. Potrošnik

kombinira informacije, ki jih pridobi direktno od proizvajalca ali jih ima o podobnih izdelkih, s svojimi predstavami kaj želi od določenega izdelka. Dojeta kakovost je tako zelo osebna. Značilno je tudi, da vsaj začetno, premaga vse ostale elemente v procesu nakupovanja.

Razumevanje kakovosti ima velik pomen pri spremembi kupčevih zahtev, ki jih opredelimo s tržnimi raziskavami, preko specifikacij izdelka in proizvodnih specifikacij, kjer je bistveno, da ima končni izdelek takšne karakteristike, ki povsem ustrežajo kupčevim zahtevom. Model pretvorbe specifikacij je prikazan na sliki 1.



Slika 1: Model pretvorbe specifikacij

3 Razvoj vodenja kakovosti

Vse do industrijske revolucije so večino izdelkov naredili izvežbani mojstri, ki so obvladovali vse ključne faze nastajanja izdelka od zamisli do izvedbe, vključno z izbiro primerne materiala in kontakta s kupcem. Cehovska organiziranost je uvedla dokaj ostre zahteve glede potrebnega znanja obrtnikov in uvedbo določenih kakovostnih standardov. Posamezni obrtniki so dosegali svoj ugled na podlagi kakovosti svojih izdelkov ali storitev.

S stališča kakovosti pomeni industrijska revolucija zasuk v negativno smer. Masovna industrijska proizvodnja, ki je temeljila na zahtevi po visoki produktivnosti, je zahtevala, da se vsako delo razdeli na posamezne elemente. Rezultat drobitve so bile posamezne naloge, ki jih je lahko obvladoval vsak posameznik z majhno količino usposabljanja. Obrtniki so zato na mnogih področjih postali nepotrebni in odvečni. Problem, ki je zato nastal je bila ločena odgovornost za rezultat opravljenega dela. Posledica takšnega stanja je bila nizka raven kakovosti izdelkov.

Tako se je pokazala potreba, da se organizirano pristopi k obvladovanju oziroma vodenju kakovosti. Razvoj vodenja kakovosti je potekal v zadnjih 100 letih. Tega razvoja ni mogoče pripisati eni osebi ali skupini, ampak je posledica praktičnih strategij v različnih državah in različnih industrijskih panogah kar je pripeljalo do današnjega razumevanja kakovosti.

Razvoj vodenja kakovosti je bil postopen, vendar je mogoče izpostaviti štiri značilne pristope, ki se seveda medsebojno prepletajo in nadgrajujejo:

- a) Vodenje kakovosti s pregledovanjem. Pri tem pristopu, s katerim so želeli znižati število neustreznih izdelkov, ki jih je dobil kupec, so se osredotočili na pregledovanje končnih izdelkov. Izdelek so tako ali sprejeli ali zavrnil. Stroški zaradi napak in zato odpadka so šli na račun višje cene izdelka ali znižanega dobička.
- b) Vodenje kakovosti s kontrolo kakovosti. Vodenje kakovosti s pomočjo kontrole kakovosti pomeni upravljati s podatki, ki jih pridobimo med izvajanjem posameznega procesa izdelave izdelka ali izvajanja storitve. Stoodstotno pregledovanje ne pomeni nujno najboljše garancije za izdelke ali storitve da so brez napak. Poleg tega porabljamo veliko časa, je nepraktično in predvsem nesprejemljivo drago. Pri tem načinu vodenja torej žarišče zanimanja iz končnega izdelka prenesemo na proces. Že v 20. letih tega stoletja so spoznali, da je mogoče principe verjetnostne analize in statistike uporabiti pri reševanju problemov kakovosti in proizvodnje. Spoznali so, da je proizvodni proces variabilen po svoji naravi, tako vzdolž procesa kot po času. to seveda pomeni, da ni dveh procesov, ki bi bila enaka in so zato tudi izdelki, ki jih izdelamo v teh dveh procesih podvrženi odstopanjem. Sedaj je bilo potrebno pri vodenju določiti kakšna odstopanja so sprejemljiva in kakšna ne. Kontrolne karte, ki so jih uvedli so omogučale odkrivati in ločiti naključne od nenaključnih

odstopanj. Poleg tega so v tem obdobju razvili tudi vzorčenje, ki je temeljilo na zakonitostih statistične analize.

- c) Zagotavljanje kakovosti. Pomeni evolucijsko obdobje, ki je premaknilo kakovost iz ozke perspektive, ki je bila popolnoma v domeni specialistov, v širšo perspektivo v katero se v veliko večji meri vključuje vodstvo podjetja. Kakovost je torej postala več kot specializacija. Izboljšave kakovosti ni mogoče doseči brez vključitve vseh zaposlenih, kar je zelo pomembna sprememba.

ISO 9000 določa, da zagotavljanje kakovosti pomeni vse planirane in sistematične aktivnosti, ki so nujne, da se zagotovi ustrezno zaupanje, da izdelki ali storitve izpolnijo dane zahteve za kakovost.

Zagotavljanje kakovosti razvije takšen notranji sistem, ki tekom časa razvija podatke, ki lahko dokažejo, da je bil izdelek izdelan po določenih specifikacijah in da so bile katere koli napake v sistemu odkrite in odpravljene. Sistem zagotavljanja kakovosti obenem ustvarja temelje za stalne izboljšave proizvodnega sistema.

- d) Vodenje celovite kakovosti – TQM. Je filozofija vodenja, ki se generira na način praktične orientacije; je proces, ki vidno ilustrira zavezo po stalnem razvoju podjetja (lahko tudi preživetju). Pomeni osredotočene akcije, ki vodijo do napredka kakovosti dela in napredka podjetja kot celote. Podjetju omogoča, da s pomočjo koordiniranih strategij timskega dela in inovacij zadovoljuje kupčeva pričakovanja, potrebe in zahteve.

TQM seveda ni zdravilo za vse bolezni produktivnosti, ki jih podjetje lahko ima, toda ponuja način za bistveno spremembo vzorcev poslovanja, ki lahko zagotove možnosti, ki jih brez vizije kakovosti nikoli ne bi bilo mogoče ugotoviti.

Preglednica 4: Obdobja vodenja kakovosti

obdobje	žariščna točka
pregledovanje	izdelek
kontrola kakovosti	proces
zagotavljanje kakovosti	sistem
vodenje celovite kakovosti - TQM	ljudje

4 Najpomembnejši teoretiki na področju kakovosti

<i>avtor</i>	<i>definicija kakovosti</i>	<i>orientacija</i>	<i>razvil</i>
<i>Juran</i>	ustreznost za uporabo	kupec	Trilogija kakovosti Pet karakteristik kakovosti Notranji kupec Šest faz reševanja problema Svet za kakovost Kakovostna spirala
<i>Deming</i>	ustreznost za namen	kupec	Štirinajst točk kakovosti Demingov PDCA cikel Sedem usodnih bolezni Sistem temeljnih znanj
<i>Garvin</i>	nič specifičnega	kupec in dobavitelj	Pet temeljnih pogledov na kakovost Osem dimenzij kakovosti
<i>Crosby</i>	skladnost z zahtevami	dobavitelj	Pet pogojev kakovosti Štirinajst členski plan kakovosti
<i>Ishikawa</i>	nič specifičnega	dobavitelj	Diagram ribje kosti Klasifikacija statističnih orodij kakovosti Kontrola kakovosti v firmi Kakovostni krogi
<i>Feigenbaum</i>	zadovoljstvo potrošnika pri najnižjih stroških	dobavitelj	Industrijski cikel Koriščenje svetovalcev za kakovost
<i>Taguchi</i>	nič specifičnega	dobavitelj	Kakovost metod načrtovanja

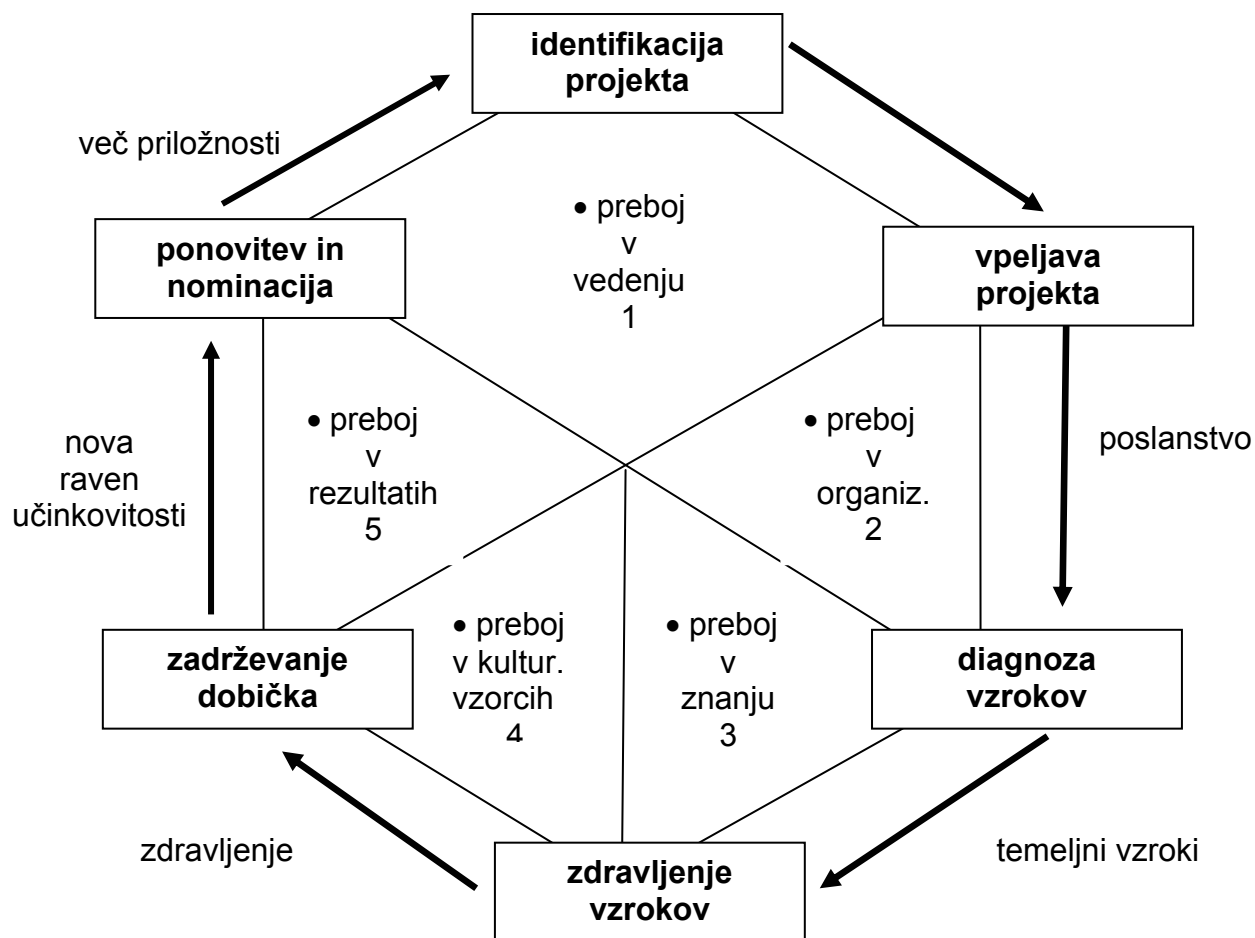
4.1 Juran

Juran definira kakovost kot: **spodobnost za uporabo**, ki jo deli na štiri elemente: kakovost načrtovanja, kakovost izdelave, uporabnost in servis.

ustreznost _ za uporabo	⇒kakovost načrtovanja –	⇒kakovost raziskave tržišča ⇒kakovost koncepta ⇒kakovost specifikacij
	⇒kakovost izdelave ———	⇒tehnologija ⇒vodenje ⇒delovna sila
	⇒uporabnost —————	⇒zanesljivost ⇒vzdržljivost ⇒logistična podpora
	⇒servis —————	⇒točnost ⇒konkurenčnost ⇒popolnost

Juranovih šest stopenj pri reševanju problema

stopnja	aktivnost
1. Identifikacija projekta	<ul style="list-style-type: none"> • predlaganje projektov • vrednotenje projektov • izbor projekta • vprašanje 'Je to izboljšanje kakovosti?'
2. Vpeljava projekta	<ul style="list-style-type: none"> • priprava izjave o poslanstvu • izbira sodelavcev • preverjanje poslanstva
3. Diagnoza vzrokov	<ul style="list-style-type: none"> • analiza simptomov • potrditev/sprememba poslanstva • formuliranje idej • testiranje idej • identifikacija temeljnih vzrokov
4. Zdravljenje vzrokov	<ul style="list-style-type: none"> • identifikacija alternativ • načrtovanje zdravljenja • načrtovanje kontrol • načrtovanje kulture • dokazovanje učinkovitosti • izvajanje
5. Zadrževanje dobička	<ul style="list-style-type: none"> • načrtovanje učinkovite kontrole • enostavno zdravljenje • presoja kontrole
6. Ponovitev in nominacija	<ul style="list-style-type: none"> • ponovitev rezultatov • nominacija novih projektov



- 1,2 svet za kakovost
 3,4 projektne skupine za napredek kakovosti
 5 proizvodni oddelki

4.2 Deming

Postavil je 14 točk – tzv. Demingov cikel
za izboljšanje kakovosti

1. Ustvarjanje stalnosti namena
2. Privzem nove filozofije
3. Prenehanje odvisnosti od množičnega pregledovanja
4. Prenehanje s prakso sprejemanja poslov le na podlagi cene
5. Stalno izboljševanje sistema proizvodnje in storitev
6. Vzpostavitev usposabljanja in prešolanja
7. Imenovanje vodij
8. Premagovanje strahu
9. Rušenje preprek med posameznimi oddelki
10. Odstranitev parol, pričakovanj in ciljev
11. Ukinitve številskih norm
12. Odpraviti prepreke za razcvet strokovnosti
13. Uvedba programov izobraževanja in prešolanja
14. Uvedba postopkov za izvršitev transformacij

Slaba praksa managerjev, ki po Demingu preprečujejo učinkovito vodenje:

1. Pomanjkanje konstantnega cilja
2. Prevelik poudarek kratkoročnim ciljem
3. Vrednotenje učinkovitosti ali letni pregled
4. Mobilnost vodstva podjetja
5. Vodenje firme samo na podlagi števil
6. Prekomerni stroški zdravljenj
7. Prekomerni stroški garancij

Nekatere prepreke, ki po Demingu ovirajo razvijanje učinkovitega vodenja kakovosti:

1. Naši problemi so različni
2. Zanašanje na oddelke za kontrolo kakovosti
3. Kakovost s pregledovanjem
4. Prevalitev krivde na delavce
5. Neprimerno testiranje prototipov

Deming svojo filozofijo opisuje kot:

1. *Dvig vrednosti sistema* – vsakdo mora razumeti, da je sestavni del sistema in da lahko pride do različnih odnosov
2. *Poznavanje statistične teorije* – Deming zahteva, da celotno osebje obvlada splošne metode statistike in da jih je sposobno učinkovito uporabiti
3. *Uporaba spoznanj* – To se nanaša na učinkovito planiranje in vodenje o tem kaj je izvedljivo in kaj ne

4. *Znanje psihologije* – razvoj kakovosti zahteva spremembe človekovega vedenja, vrednot in obnašanja

4.3 Crosby

Osnovna filozofija, ki jo zagovarja Crosby je mentaliteta **skladnosti**, tako je tudi njegov slogan za kakovost:

skladnost z zahtevami

Crosbyevih pet predpogojev za kakovost:

1. *Składnost z zahtevami*. Ideja, ki je v ozadju pravi, da, ko so zahteve enkrat določene, je proizvodni proces kakovosten, če izdelek ali storitev, ki je rezultat tega procesa ustreza tem zahtevam.
2. Ni takšnih stvari kot je problem kakovosti.
3. Ni takšnih stvari kot je ekonomičnost kakovosti, vedno je ceneje narediti delo pravilno že prvič.
4. Edino merilo učinkovitosti je cena kakovosti.
5. Edina norma kakovosti je nič napak.

Crosbyev plan izboljšanja kakovosti:

1. Obveznost vodstva
2. Tim za napredek kakovosti
3. Merjenje kakovosti
4. Stroški kakovosti
5. Zavest kakovosti
6. Korektivne akcije
7. Planiranje akcije nič napak
8. Izobraževanje vodij
9. Dan NN (nič napak)
10. Določitev ciljev
11. Odstranjevanje vzrokov napak
12. Identificiranje
13. Svet za kakovost
14. Naredi to še enkrat

4.4 Ishikawa

Ishikawa je na področju vodenja kakovosti najbolj znan po svojem prispevku k statistični kontroli kakovosti.

Postavil je enostavno klasifikacijo statističnih orodij kakovosti, ki je hirarhična glede na potrebna statistična znanja:

1. Na najnižji stopnji – sedem orodij – so orodja, ki se jih lahko priučijo in uporabljajo vsi v organizaciji. To pomeni, da ima proizvodno osebje

možnost, da s statističnimi metodami obravnava probleme kakovosti. Ta orodja so:

- diagram vzroka in učinka,
- Pareto analiza,
- slojevitost,
- histogrami,
- procesne kontrolne karte,
- točkovni diagrami,
- kontrolni sezname.

2. Naslednja so orodja, ki jih lahko uporabljajo menedžerji in specialisti za kakovost - vključujejo hipotetično testiranje, vzorčenje itd.
3. Zadnjo skupino se uporablja le za dodatno statistično reševanje problemov in jih uporabljajo specialisti za kakovost in svetovalci – vključujejo načrtovanje eksperimentov (Taguchi metode) in operacijske raziskovalne tehnike. Ta orodja so po naravi močno matematično orientirana in le nekaj ljudi v organizaciji ima potrebne osnove, za njihovo učinkovito uporabo, kar seveda omejuje njihovo uporabo v organizaciji.

4.4 Feigenbaum

Feigenbaum je že v 50'tih definiral celovito kakovost kot 'učinkovit sistem za integriranje naporov razvoja kakovosti, vzdrževanja kakovosti in napredek kakovosti različnih skupin v organizaciji, ki omogočajo bolj ekonomično proizvodnjo in storitve in zadovoljstvo kupcev'

Kasneje je razvil tzv. industrijski cikel – razvoj izdelka po konceptu zahtev in potreb tržišča. Ta cikel vključuje elemente marketinga, načrtovanja, izdelovanja, vgrajevanja in servisiranja, ki jih danes obravnavamo kot bistvene elemente pri vodenju kakovosti v organizaciji, kakor tudi pri vodenju sistema kakovosti po ISO 9000.

4.6 Taguchi

Taguchijev glavni prispevek je na področju učinkovite kakovosti načrtovanja.

Taguchijeve metode so osredotočene na določanje stroškov nedoseganja specifičnih ciljnih vrednosti. Vpeljal je funkcijo izgube.

Taguchi pri izvedbi svojih idej uporablja parametrsko načrtovanje in tehnike obvladovanja eksperimentov. Veliko pozornost namenja kontroli kakovosti preko učinkovitega načrtovanja in razvoja.

5 Ekonomski vidiki kakovosti

Postavlja se vprašanje kako spremljati učinke kakovosti z ekonomskimi kategorijami. Pristopov je na vsak način več; ti se tudi spreminjajo in razvijajo, skladno s spreminjanjem in razvijanjem splošne doktrine kakovosti.

Lahko rečemo, da se tudi iz pristopa, ki ga ima podjetje na tem področju, da razbrati, kako razvita in kako globoko je zasidrana zavest o kakovosti v nekem podjetju.

Že davno preživet način, ki pa je žal še vedno pogosto prisoten, je vrednotenje izmeta in reklamacij, kar pa je premalo za oblikovanje uporabne slike o stanju ekonomskih kategorij na področju kakovosti. Če tega ne storimo lahko spregledamo številne varčevalne priložnosti in težko določimo ustrezne ukrepe za izboljšanje.

5.1 Stroški kakovosti

Za začetek si pogledjmo klasični model ali pristop na tem področju, to je spremljanje stroškov kakovosti. Ta model je vsekakor primeren na začetni stopnji resnih prizadevanj za dvig kakovosti, predvsem zaradi tega ker ponuja dobro priložnost za ojačenje zavesti za probleme kakovosti, ker uporablja merilo, ki ga vsi dobro razumejo, to je: denar.

Klasični model vključuje stroške:

- | | |
|-----------------------------|--------|
| - neustreznosti | (50 %) |
| - ocenjevanja (preverjanja) | (40 %) |
| - preventive | (10 %) |

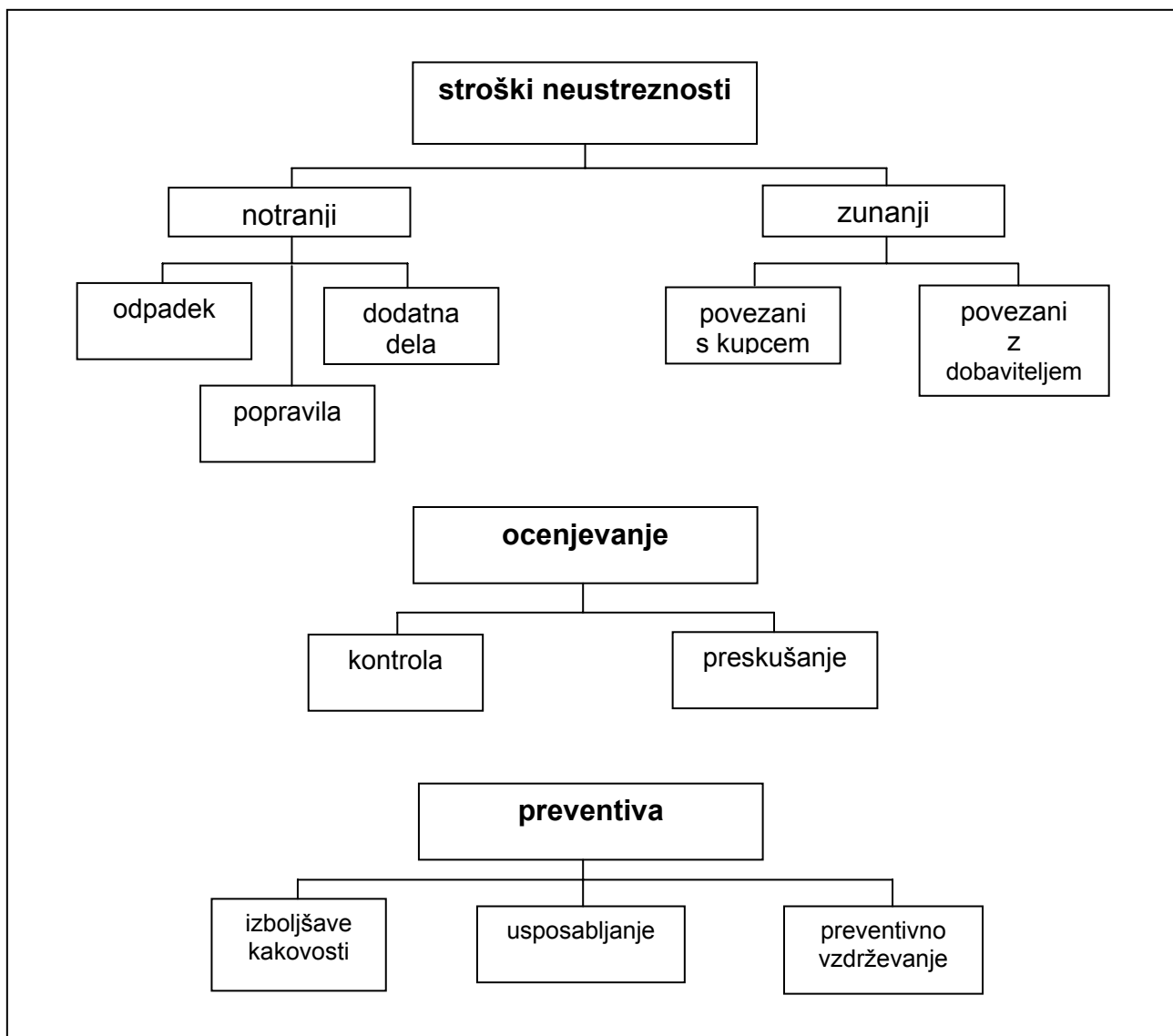
Odstotki, ki so zapisani v oklepajih se nanašajo na splošno situacijo v podjetjih pred uvedbo organiziranih prizadevanj za dvig kakovosti.

Klasični model se pogosto predstavlja z grafom (slika 5.2), ki podajo točko pri kateri so stroški na enoto izdelka najnižji.

Pri razlagi ali pojasnjevanju tega grafa včasih srečamo tudi neplodne razprave o tem ali imajo skupni stroški kakovosti v točki kjer teoretično dosežemo vrednost neustreznosti nič končno ali neskončno vrednost.

Gre pa za nekatera bolj resna vprašanja, ki so jih nekateri avtorji ob tem modelu začeli izpostavljati, namreč:

ali je optimalna točka res v točki minimalnih stroškov, ki jo dobimo zgolj z obravnavo stroškov, kjer gre tudi za vprašanje ali je sploh mogoče upoštevati vse stroške, ki jih imamo zaradi nekakakovosti (glej sliko 5.3)?



Slika 5.1: Vrste stroškov kakovosti

Tu velja opozoriti tudi na naslednja razmišljanja:

- večja kakovost pomeni povečanje prodaje (večji dohodek); krivulja dohodka, ki se povečuje z naraščajočo kakovostjo, premakne minimum na desno,
- minimum se premakne še bolj na desno če upoštevamo še kupca, ki ga ta klasični model ne vključuje,
- tehnološki napredek povečuje procesni know-how, ki bistveno znižuje stroške preprečevanja in ocenjevanja; to ravno tako premakne optimalno točko bolj na desno.

Slika 5.2: Klasični model stroškov kakovosti



Slika 5.3: "Vidni" in "nevidni" stroški kakovosti

Po klasičnem modelu, bi se osredotočili na iskanje optimalne stopnje napak, kar ni nujno produktivno početje. To seveda ne pomeni, da se odrekamo stanju, ki je blizu nič napak. Vendar se moramo zavedati, da optimalna točka ni statična in se lahko vedno spreminja.

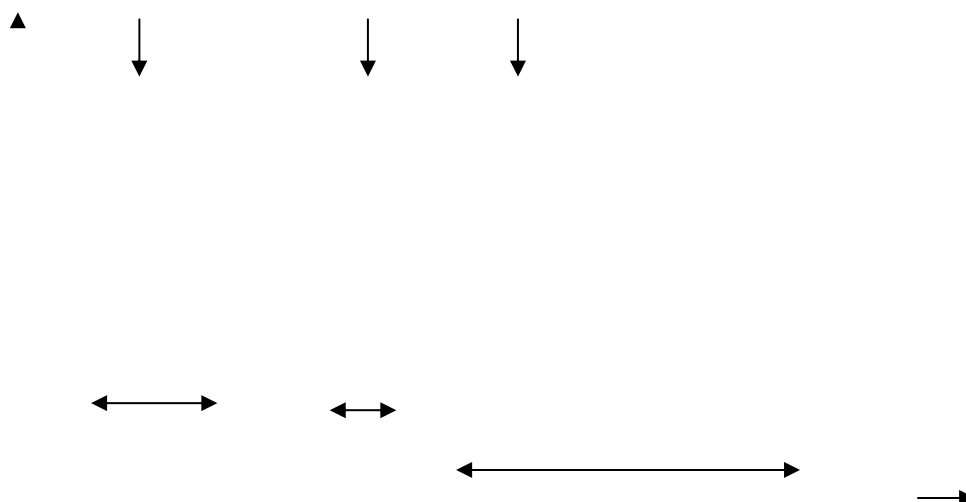
Do optimalnega rezultata je potrebno prihajati po postopku izboljšav pri čemer je potrebno vsako situacijo oziroma izboljšavo stalno tehtati.

Pri izboljšavah je potrebno poleg znižanja stroškov ne-kakovosti (slika 5.4), ki gre:

od S_0 do S_1 ,
od S_1 do S_2 ,
od S_2 do S_3 ;

upoštevati tudi povrnitev, ki jo izrazimo s časom, pri tem sta na primer povrnitvi t_1 in t_2 ustrezni, povrnitev t_3 pa je lahko glede na življenski cikel izdelka predolga.

Optimalna točka eksistira kadar je hipoteza formulirana, toda stalno iskanje izboljšav, analize procesov in tehnologije bo stalno sugeriralo nove hipoteze, tako se bo optimalna točka premaknila nadalje k ničelni ne-kakovosti. Boljše je torej porabiti čas za izboljšave kot pa iskati optimalno točko (ta se premakne takoj ko jo identificiramo).



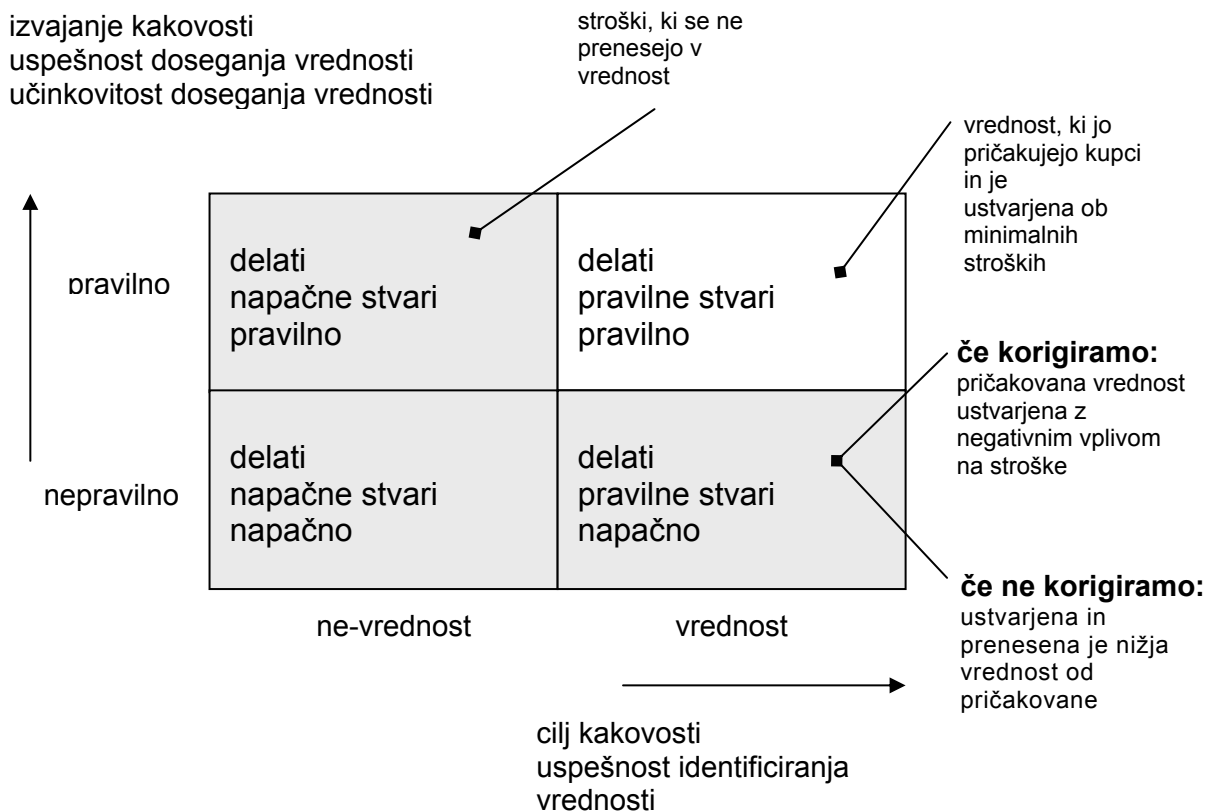
Slika 5.4: Ocenjevanje povrnitve izboljšav na krivulji stroški ne-kakovosti

5.2 Ekonomika kakovosti in celovita kakovost

Na ekonomiko kakovosti je potrebno gledati v relaciji **vrednost – stroški**, v povezavi s kupcem (odjemalcem), pri čemer je naš cilj maksimizirati vrednost in minimalizirati stroške.

Temeljna matrika kakovosti (slika 5.5) gre v srčiko ekonomike kakovosti, ki je predvsem vprašanje **vrednosti** in vključuje vse vrednosti, ki se generirajo s procesi podjetja; tu ločimo:

- vrednost za kupca in
- vrednost za podjetje.



Slika 5.5 Temeljna matrika ekonomike kakovosti

Eno najpomembnejših vprašanj, ki se nanaša na generiranje vrednosti z izboljšavami procesne kakovosti, je koliko vrednosti prenesemo na kupca brez takojšnje povrnitve za podjetje in koliko ob dodatnih stroških za kupca. To je tržno vprašanje, ki se nanaša na konkurenčnost na ravni kakovosti. Tu velja opozoriti na eno glavnih karakteristik japonskega konkurenčnega pristopa, kjer gre za prenos visoke vrednosti ob enakih cenah. To je strateška politika,

ki daje večjo prioriteto povečanemu tržnemu deležu v primerjavi z visokimi profiti ali povedano drugače: prednost daje dolgoročnim ciljem v primerjavi s kratkoročnimi.

Na sliki (5.5) je klasični pogled na kakovost pokrit z vertikalno osjo (kakovost izvajanja): to je **delati stvari pravilno ali napačno** (ekonomika kakovosti se tu ukvarja s stroški ne-kakovosti in stroški preprečevanja in nadziranja).

Pristop celovite kakovosti uvaja in daje prednost **ciljem kakovosti**, kar pomeni **delati prave ali neprave stvari**, to razlikovanje prikazuje horizontalna os, ki je v bistvu vrednostna os.

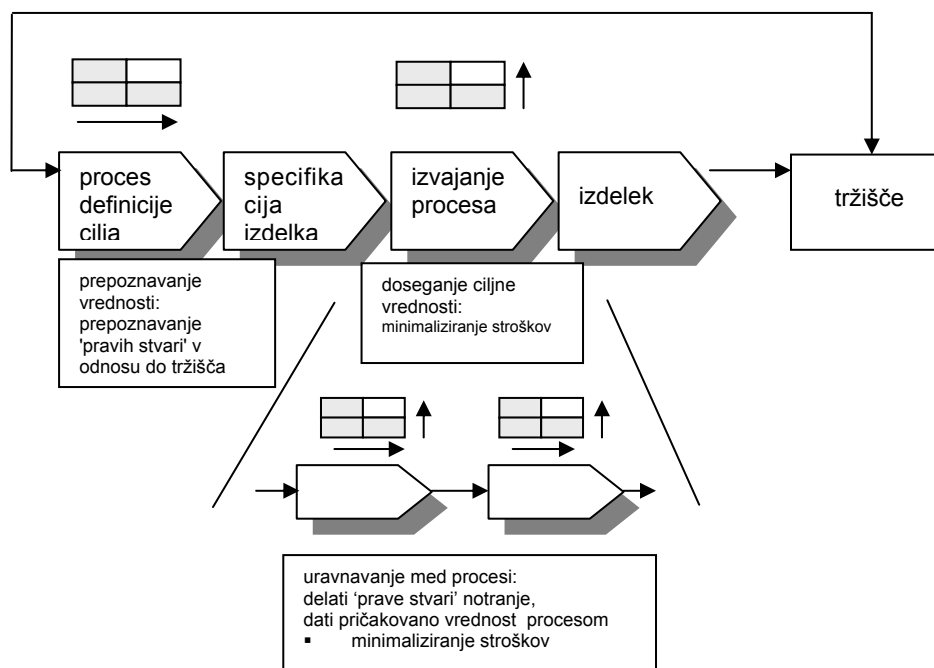
Vertikalna os sedaj ne prikazuje zgolj stroškov, ampak tudi učinkovitost pri ohranjanju vrednosti.

Razprava o ekonomiki kakovosti se mora zato pričeti s ciljnimi vrednostmi, ki jih namerava podjetje doseči, in ne zgolj s stroški kakovosti.

Uporaba temeljne matrike ekonomike kakovosti (slika 5.6)

Tu sedaj opazujemo dva ključna procesa:

- proces definicije ciljev novega izdelka in
- proces izvajanja.



Slika 5.6: Uporaba temeljne matrike ekonomike kakovosti

Matriko iz prejšnje slike lahko uporabimo za oba procesa (in seveda za vsak integriran proces, ki ga vsebujeta).

Pri **procesu definicije ciljev** je pomembna horizontalna os; gre za zagotavljanje, da cilji padejo na desno stran matrike, oziroma za prepoznavanje pravih stvari za tržišče in vrednosti za kupca. Pri tem uporabljamo različne tehnike kot je na primer razvijanje funkcije kakovosti (QFD).

S **procesom izvajanja** pa je potrebno zagotoviti, da dosežemo ciljno vrednost z minimaliziranjem stroškov ne-kakovosti (vertikalna os).

Podobno učinkovitost in zmogljivost naj ima tudi vsak integriran proces v makro izvajalskem procesu. Pogosto se zgodi, da se v podjetniških verigah zgubi pregled nad končnimi cilji. Ker je komunikacija med sosednjimi procesi pogosto ovirana, je 'izravnava' vzdolž procesov najpomembnejši cilj tako z ekonomskega kot s funkcionalnega vidika. 'Izravnava' tukaj pomeni 'delati prave stvari' v posameznih procesih in prenašati v smeri procesnega toka **vso vrednost, ki se pričakuje (vendar ne več)**. Zakaj? Glavne izgube, ki jih prinese ne-kakovost, običajno niso povzročene le z 'delanjem stvari napačno ali slabo', ampak tudi z delanjem nekoristnih in napačnih stvari, ki generirajo ne-vrednost tako za kupca kot za podjetje.

Členitev vrednosti in stroškov procesa (slika 5.7)

Prvi trije pravokotniki predstavljajo dodano vrednost procesa:

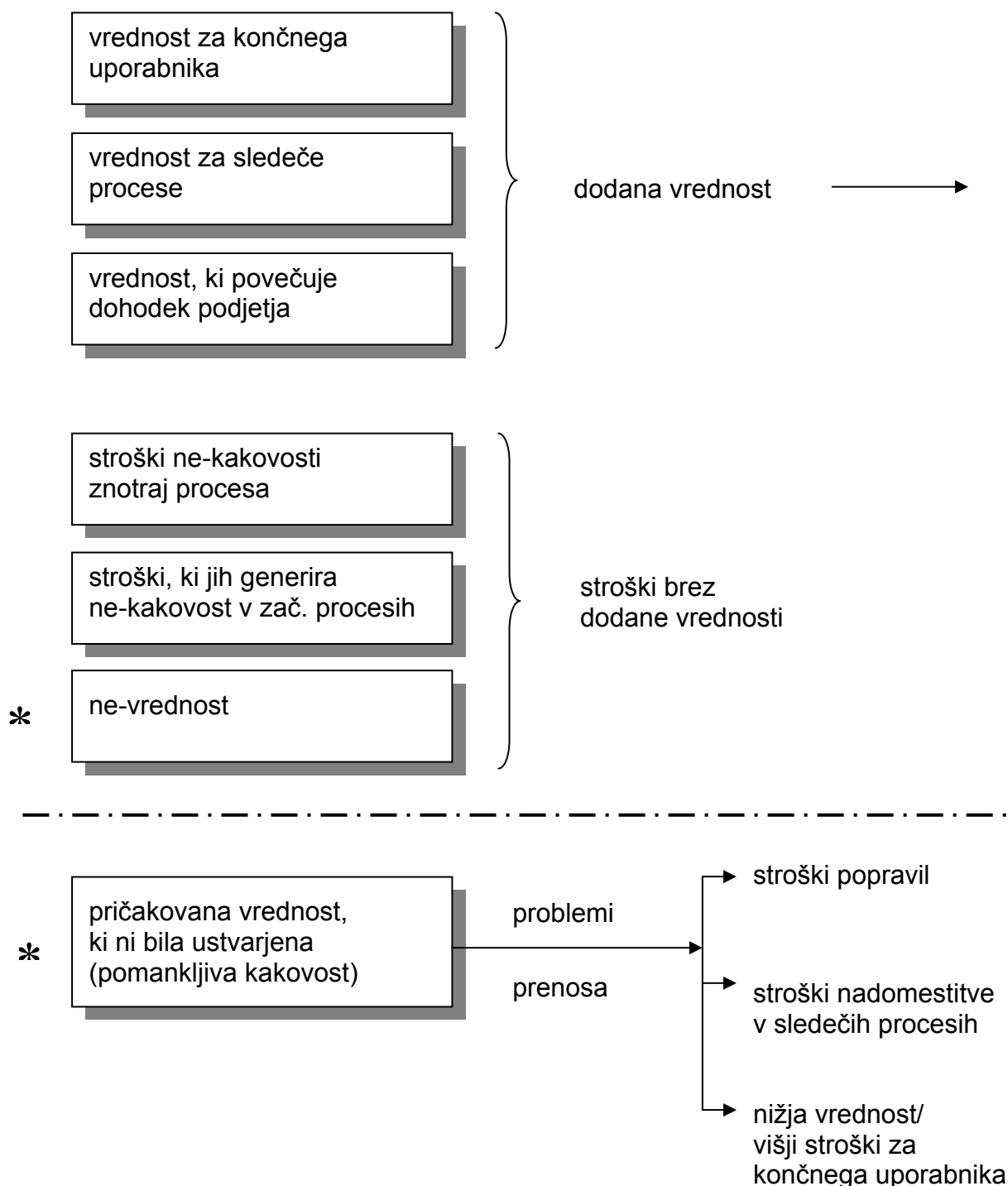
- vrednost za končnega uporabnika, ki je daleč najpomembnejša in ima povratni pomen za podjetje,
- vrednost za naslednje procese in
- vrednost, ki povečuje dohodek podjetja.

Četri pravokotnik pokriva stroške ne-kakovosti znotraj procesov. Ti vključujejo stroške napak in stroške ocenjevanja/pregledovanja ali vsaj del tistih stroškov, ki lahko izginejo, če bi bil proces resnično sposoben generirati zahtevano kakovost.

Peti pravokotnik predstavlja stroške, ki jih generira ne-kakovost v predhodnih procesih.

Šesti pravokotnik (ne-vrednost) predstavlja aktivnosti, ki ne dodajajo vrednosti in tudi ne povzročajo napak ali pomankljivosti. Učinek teh aktivnosti je neuporaben tako za končne uporabnike kot za sam procesni tok. Na primer neuporabne ali odvečne informacije ali dokumentacija. Te aktivnosti lahko hitro odkrijemo s pomočjo povezane analize dobavitelj-odjemalec. Sem spadajo tudi aktivnosti, ki smo jih kreirali v izjemnih okoliščinah in jih potem nismo preklicali.

Sedmi pravokotnik (vrednost, ki jo pričakujemo pa ni bila ustvarjena) je ravno tako izjemno kritičen. Ta ne pripada niti kategoriji dodane vrednosti, niti kategoriji stroškov brez dodane vrednosti, ampak kategoriji dela, ki **ni bilo opravljeno, je bilo opravljeno slabo ali pa ni bilo dokončano**.

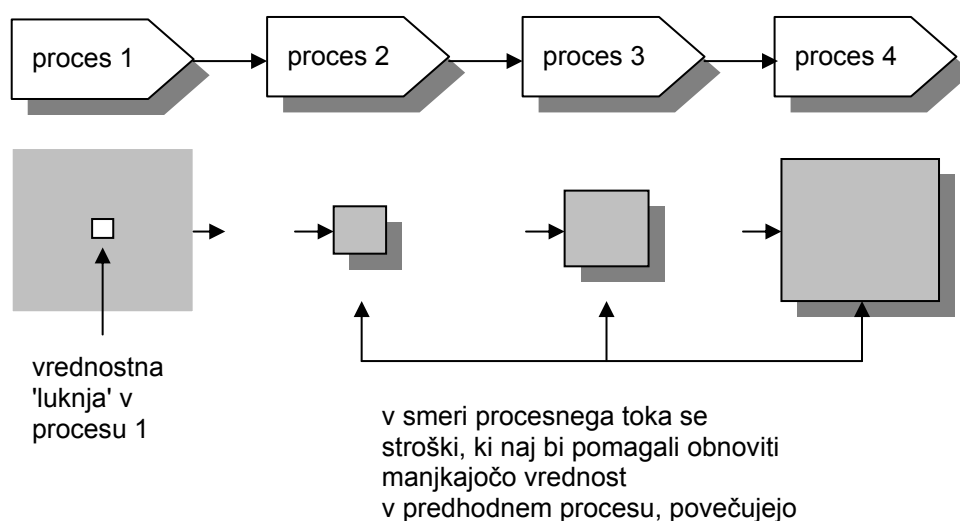


Slika 5. 7: Elementi ekonomike procesa

Delo, ki je bilo opravljeno slabo, bo po možnosti korigirano v nadaljevanju procesnega toka. Za izvršitev del, ki ni bilo izvedeno ali ni bilo do konca izvedeno, je potrebno izvršiti dodatne aktivnosti v nadaljevanju procesa. V

obeh primerih imamo korekcijske ali nadomestne stroške. Alternativa procesne korekcije ali nadomestitve je prenos nižje vrednosti ali višjih stroškov na kupca.

Vendar je težko vedno odpraviti '**vrednostno luknjo**' (slika 5.8) v procesnem toku (ni ustreznih mest, pogosto v naslednjih procesih tudi ne potrebnega znanja in virov) tako, da je končni rezultat, kljub višjim stroškom, nižja vrednost za kupca. Tu sedaj pridemo do pravega pomena preventive in njene vloge, ki v tem primeru pomeni ustvarjanje pričakovane vrednosti na pravem mestu, ob pravem času in, če sem vključimo še šesti pravoktnik s slike 5.7, le vrednosti, ki se pričakuje. Če ne bomo imeli ustreznih preventivnih aktivnosti, lahko stroški ne-kakovosti hitro dosežejo dvomestno odstotno vrednost.



Slika 5.8: Odpravljanje vrednostne luknje v procesnem toku

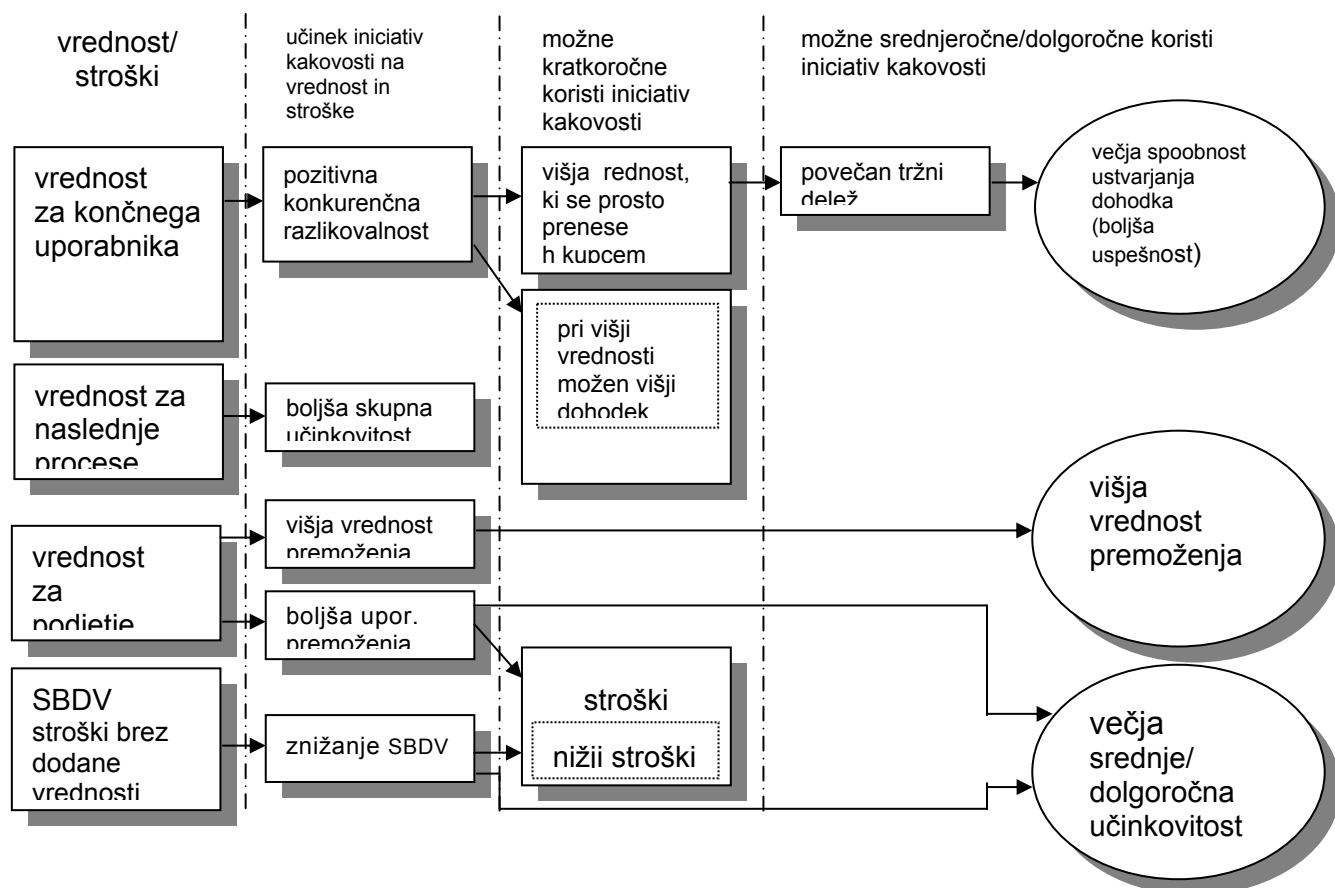
Korelacija med merljivi rezultati iniciativ kakovosti in kratkoročnimi in dolgoročnimi rezultati podjetja (slika 5.9)

Prva kolona predstavlja poenostavljeno verzijo kategorij s slike 5.7.

Druga kolona prikazuje pričakovane učinke iniciativ kakovosti: pozitivna konkurenčna razlikovalnost na ravni pričakovane vrednosti, rast premoženja podjetja (na primer izboljšave sistema kakovosti), boljša uporaba premoženja (na primer boljše obračanje kapitala), znižanje stroškov, ki ne povečujejo dodane vrednosti. V tej koloni so izboljšave učinkovitosti in še posebej znižanje stroškov najbolj enostavno merljivi elementi. Ocenjevanje dodane vrednosti za kupca je večji problem. Podobno je z odvisnostjo med kakovostjo in povečanjem vrednosti premoženja, ki je še dokaj neraziskano področje.

Tretja kolona prikazuje ekonomske koristi, ki so možne kratkoročno. Najbolj hitri učinki iniciativ kakovosti izhajajo iz znižanja stroškov in boljše uporabe

premoženja. Večjo generirano vrednost ponudbe (pozitivna konkurenčna razlikovalnost) lahko v enem delu uporabimo za povečanje dohodka, drugi del pa prenesemo na kupca.



Slika 5.9: Koristi, ki jih pričakujemo od iniciativ kakovosti

Četrta kolona je najpomembnejša, ker se koristi najbolj pomembnih iniciativ kakovosti pojavijo v srednjeročnem in dolgoročnem obdobju. Sposobnost generiranja konkurenčne razlikovalnosti se pretvori v višji tržni delež, kar seveda pomeni večjo sposobnost generiranja dohodka.

temeljna skupnost

elementi:

- vsi zaposleni v veliki firmi,
- vse telefonske linije,
- vsi izdelki ene pošiljke,
- vsi izdelki v proizvodni liniji,
- ...

vzorec

- elementi vzorca naključno izbrani iz temeljne skupnosti
- so predstavniki temeljne skupnosti
- na podlagi študija vzorca pridobimo informacijo o temeljni skupnosti
- postopek sklepanja o lastnostih temeljne skupnosti na podlagi vzorca se imenuje *statistično sklepanje*
- število elementov vzorca: *velikost vzorca*
- elemente vzorca opisuje *naključna spremenljivka*, ki je lahko:
 - diskretna ali
 - zvezna

6.1 Merjenje središčne lege in razpršitve

Merila središčne lege:

- *najpogostejša vrednost* (mode): vrednost, ki se največkrat ponovi (v temeljni skupnosti je lahko več kot ena najpogostejša vrednost)
- *razpolivišče* (mid-range): je srednja točka med največjo in najmanjšo opazovano vrednostjo
- *srednja vrednost* (median): je srednja opazovana vrednost kadar vse vrednosti uredimo po velikosti
- *povprečna vrednost* (mean): aritmetično povprečje vseh opazovanj

x_1, x_2, \dots, x_n

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

Primer 1

Spodnji podatki predstavljajo svetilnost (v μA) 11 žarnic naključno izbranih iz proizvodnje linije:

9,1 9,8 9,5 10,4 10,7 10,2 9,8 10,0 10,3 10,1 9,6

Tu je:

velikost vzorca	= 11
najpogostejša vred.	= 9,8
razpolovišče	= $(x_{\text{maks}} + x_{\text{min}})/2 = (10,7 + 9,1)/2 = 9,9$
srednja vrednost	= 10,0
povprečna vrednost	= $(9,1 + 9,8 + \dots + 9,6)/11 = 109,5/11 = 9,95$

Merila razpršitve:

- *standardni odklon*: najbolj uporabno merilo razpršitve, kjer uporabljamo koncept stopnje svobode in variance.
- *stopnja svobode*: število opazovanj, ki se lahko spreminjajo neodvisno ena od druge,
- *varianca*: vsota kvadratov odklonov od povprečne vrednosti deljena s stopnjo svobode

$$\text{sipanje vzorca} = s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2)$$

Varianca vzorca, s^2 , omogoča dobro oceno variance temeljne skupnosti, ki jo običajno označimo z σ^2 .

Števec v enačbi (2) lahko enostavno izračunamo po enačbi:

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - n(\bar{x})^2 \quad (3)$$

ali

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \quad (4)$$

Standardni odklon je kvadratni koren iz variance:

$$\text{standardno odstopanje vzorca} = s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (5)$$

Če uporabimo podatke iz primera 1, dobimo:

$$s = \sqrt{\frac{(9,1^2 + 9,8^2 + \dots + 9,6^2) - 11(9,95)^2}{10}} = 0,455$$

- *standardna napaka:*

$$SN(\bar{x}) = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

kjer je:

n	velikost vzorca in
s	standardni odklon vzorca.

- *razpon:* razlika med največjo in najmanjšo opazovano vrednostjo.

Za primer 1:

$$\text{razpon } (R) = 10,7 - 9,1 = 1,6$$

6.2 Interval zaupanja

če Θ predstavlja parameter temeljne skupnosti (ali kombinacijo parametrov) in θ predstavlja oceno Θ , potem ima $(100 - \alpha)\%$ interval zaupanja za (realni) Θ na splošno naslednjo obliko:

$$IZ(\Theta): [\theta \pm t(ss; \alpha) SN(\theta)] \quad (7)$$

kjer je:

$SN(\theta)$ standardna napaka ocene θ in
 $t(ss; \alpha)$ je vrednost (t-vrednost), ki jo dobimo iz
t-preglednic

t-vrednosti so odvisne od stopnje svobode vzorca in od *verjetnosti napake (testni nivo)*, ki je vnaprej določena konstanta povezana z zahtevano stopnjo zaupanja (ali dopustnega tveganja); tipične vrednosti za α so 1%, 5% ali 10%.

Preglednica 6.1: Kritične vrednosti (meje zaupanja) za t-test

stopnja svobode	verjetnost napake					
	dvostranski test			enostranski test		
	10 %	5 %	1 %	10 %	5 %	1 %
1	6,31	12,71	63,66	3,08	6,31	31,82
2	2,92	4,30	9,92	1,89	2,92	6,97
3	2,35	3,18	5,84	1,64	2,35	4,54
4	2,13	2,78	4,60	1,53	2,13	3,75
5	2,02	2,57	4,03	1,48	2,02	3,36
6	1,94	2,45	3,71	1,44	1,94	3,14
7	1,89	2,36	3,50	1,42	1,89	3,00
8	1,86	2,31	3,36	1,40	1,86	2,90
9	1,83	2,26	3,25	1,38	1,83	2,82
10	1,81	2,23	3,17	1,37	1,81	2,76
11	1,80	2,20	3,11	1,36	1,80	2,72
12	1,78	2,18	3,06	1,36	1,78	2,68
13	1,77	2,16	3,01	1,35	1,77	2,65
14	1,76	2,15	2,98	1,35	1,76	2,62
15	1,75	2,13	2,95	1,34	1,75	2,60
16	1,75	2,12	2,92	1,34	1,75	2,58
17	1,74	2,11	2,90	1,33	1,74	2,57
18	1,73	2,10	2,88	1,33	1,73	2,55
19	1,73	2,09	2,86	1,33	1,73	2,54
20	1,72	2,08	2,85	1,32	1,72	2,53
25	1,71	2,06	2,78	1,32	1,71	2,49
30	1,70	2,04	2,75	1,31	1,70	2,46
40	1,68	2,02	2,70	1,30	1,68	2,42
60	1,67	2,00	2,66	1,30	1,67	2,39
120	1,66	1,98	2,62	1,29	1,66	2,36
neskončno	1,64	1,96	2,58	1,28	1,64	2,33

6.2.1 Intervali zaupanja enega vzorca

Določimo 95% interval zaupanja ($\alpha = 5\%$) za povprečno vrednost, μ temeljne skupnosti.

$$\begin{aligned}n &= 11 \\ \bar{x} &= 9,95 \\ s &= 0,455\end{aligned}$$

Z uporabo enačbe (6) izračunamo standardno napako:

$$SN(\bar{y}) = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0,455}{\sqrt{11}} = 0,137$$

in poiščemo t-vrednost za obojestranski interval pri $ss = 10$ in $\alpha = 5\%$:

$$t(ss; \alpha) = t(10; 5\%) = 2,23$$

Potem tako kot pravi enačba (7):

$$IZ(\mu): \left[\bar{x} \pm t(ss; \alpha) \frac{s}{\sqrt{n}} \right] \quad (8)$$

in zato:

$$IZ(\mu): [9,95 \pm 2,23 \times 0,137] = [9,95 \pm 0,306]$$

95% smo prepričani, da je realna povprečna vrednost svetilnosti, μ , vseh žarnic v produkcijski liniji (iz katere je bil vzorec odvzet) pripada intervalu:

$$\{9,95 \pm 0,306\}.$$

Znižanje širine intervala zaupanja

- čim manjši je *interval zaupanja*, toliko natančnejša je naša ocena za μ , oziroma toliko bolj zanesljiva je
- iz enačbe (8) je razvidno, da pri dani velikosti vzorca, lahko pričakujemo zanesljivo oceno povprečne vrednosti, kadar je standardna deviacija vzorca primerno nizka
- zanesljivost ocene naraste, če se velikost vzorca, n poveča;

Približna velikost vzorca, ki je potrebna, da je povprečna vrednost temeljne skupnosti znotraj intervala zaupanja $\pm k$ je podan z:

$$n = [t(ss;\alpha)s/k]^2$$

Za obravnavani primer 1:

- če želimo znižati sedanjo širino intervala zaupanja v meje $\pm 0,2 \mu A$, potrebujemo naslednjo velikost vzorca:

$$n = (2,23 \times 0,455/0,2)^2 = 25,7$$

to je približno 26 žarnic (namesto le 11)

Na interval zaupanja vpliva seveda tudi stopnja zaupanja.

Naprimen, če želimo 99% IZ za povprečno vrednost v obravnavanem primeru 1, imamo z uporabo enačbe (8):

$$[9,95 \pm t(10;1\%) \times 0,455 / \sqrt{11}] = [9,95 \pm 3,17 \times 0,137] = [9,95 \pm 0,43]$$

kar da interval:

$$\{9,52 \mu A, 10,38 \mu A\}$$

6.2.2 Interval zaupanja dveh vzorcev

vzorec 1 (x_1, \dots, x_n) in

vzorec 2 (y_1, \dots, y_n)

odvzeta iz dveh neodvisnih temeljnih skupnosti, ki imata

povprečni vrednosti \bar{x}, \bar{y}

standardni deviaciji s_x, s_y

μ_x in μ_y ustrezni povprečni vrednosti (neznani) temeljne skupnosti.

Zanima nas določitev intervala zaupanja za razliko $\mu_x - \mu_y$.

Najboljša ocena razlike povprečnih vrednosti temeljne skupnosti je podana z razliko povprečnih vrednosti vzorcev to je $\bar{x} - \bar{y}$.

Standardna napaka te ocene je podana z:

$$SN(\bar{x} - \bar{y}) = s_p \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n}}$$

(9)

kjer je s_p skupni standardni odklon

$$s_p = \sqrt{\frac{\Sigma(ss)s^2}{\Sigma(ss)}} = \sqrt{\frac{(m-1)s_x^2 + (n-1)s_y^2}{(m-1) + (n-1)}} \quad (10)$$

in na podlagi enačbe (7) dobimo:

$$|Z(\mu_x - \mu_y)| : \left[(\bar{x} - \bar{y}) \pm t(ss; \alpha) s_p \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n}} \right] \quad (11)$$

v tem primeru je, $ss = (m - 1) + (n - 1) = m + n - 2$.

Primer 2

Po nekaterih modifikacijah v proizvodnem procesu žarnic, nas zanima ali se je modifikacija odrazila na zaznavni spremembi svetilnosti izdelanih žarnic. Vzorec 10 žarnic, ki so bile naključno izbrane iz novega procesa je dalo naslednje rezultate v (μA):

9,4 9,3 9,8 10,3 9,9 10,5 10,7 10,4 9,7 10,6

Na podlagi teh rezultatov in rezultatov iz primera 1 preverjamo ali je kakšen dokaz, ki bi potrjeval, da je sprememba procesa vplivala na povprečno učinkovitost procesa, kar zadeva merjeno karakteristiko.

V primeru 1 smo imeli naslednje statistične podatke za vzorec:

$$m = 11, \bar{x} = 9,95, s_x = 0,455$$

Za modificirani proces lahko na podlagi vzorca določimo:

$$n = 10, \bar{y} = 10,06, s_y = 0,506$$

Za obravnavani primer dobimo na podlagi enačbe (10):

$$s_p = \sqrt{\frac{10 \times (0,455)^2 + 9 \times (0,506)^2}{11 + 10 - 2}} = 0,48$$

In na podlagi enačbe (11):

$$IZ(\mu_x - \mu_y) : \left[(9,95 - 10,06) \pm t(19;5\%) \times 0,48 \times \sqrt{\frac{1}{11} + \frac{1}{10}} \right]$$

ali :

$$[-0,11 \pm 2,09 \times 0,48 \times 0,437] = [-0,11 \pm 0,438]$$

To pomeni, da je 95% interval zaupanja povprečne učinkovitosti med začetnim in modificiranim procesom podan z:

$$IZ(\mu_x - \mu_y) : \{-0,548, 0,328\}$$

glede na to, da je v tem intervalu vključena tudi ničla, ni dokaza, z 5% verjetnostjo napake, da je sprememba učinkovitosti procesa (pred in po modifikaciji) značilno različna od nič.

6.3 Hipotetično testiranje

- postavljanje hipotez in preverjanje njihove veljavnosti je temelj statističnega postopka
- lahko zmotno zavržemo pravilno hipotezo (napaka 1. reda) ali
- zmotno sprejmemo napačno hipotezo (napaka 2. reda)

Postopek hipotetičnega testiranja:

1. stopnja: Postavljanje hipotez

Niželna hipoteza, H_0

o posamezni karakteristiki temeljne skupnosti:

$H_0: \mu = k$ (k je katerokoli realno število)

ali

$H_0: \sigma^2 = m$ ($m > 0$) itd.

o dveh ali več karakteristikah temeljnih skupnosti; na primer pri dveh temeljnih skupnosti lahko trdimo:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ (to je : $\mu_1 - \mu_2 = 0$) ali celo : $\mu_1 - \mu_2 = k$ ($k \neq 0$)

ali

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

itd.

Alternativna hipoteza (H_1)

- trditev o karakteristiki temeljne skupnosti, ki je večja (ali manjša) od specifične vrednosti – enostranski test
- ali bolj splošno: različna od specifične vrednosti (dvostranski test)

$H_1: \mu > k$ ali $\mu < k$ (eno-stranska)

ali

$H_1: \mu \neq k$ ali $\sigma \neq m$ (dvo-stranska)

- ali trditev o dveh ali več karakteristikah temeljne skupnosti

$H_1: \mu_1 > \mu_2$ ali $\mu_1 < \mu_2$ (eno-stranski test)

ali

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ ali $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (dvo-stranski test)

2. stopnja: Izračun testne statistike (TS)

- merilo izračunano na osnovi karakteristik vzorca
- izbira testne statistike je odvisna od hipoteze
- na primer, če se hipoteza nanaša na povprečno vrednost temeljne skupnosti je splošna oblika TS:

$$TS = \frac{|\theta - \Theta|}{SN(\theta)} \quad (12)$$

3. stopnja: Sprejemanje odločitve

- izračunano vrednost TS primerjamo s kritično vrednostjo (k_v), ki jo dobimo v primernih statističnih preglednicah
- če se hipoteza nanaša na povprečno vrednost, se poslužimo t-preglednice
- če obravnavamo varianco uporabimo F-preglednico
- vrednost TS je pomenljiva, če je večja od kritične vrednosti $k_v = k_v(ss; \alpha)$. V takem primeru pravimo, da ne moremo sprejeti ničelne hipoteze na α -stopnji zaupanja

6.3.1 Enovzorčni t-test

Za primer 1 testirajmo hipotezo, da bo, v daljšem obdobju, povprečna svetilnost žarnic (originalnega) procesa 10 μA .

1. stopnja

Ničelna hipoteza (H_0): $\mu = 10 \mu A$

Alternativna hipoteza (H_1): $\mu < 10 \mu A$ (enostranski test)

2. stopnja

Z uporabo enačbe (12) in z upoštevanjem enačbe (6) imamo :

$$TS = \frac{|\bar{x} - \mu|}{SN(\bar{x})} = \frac{|\bar{x} - \mu|}{(s/\sqrt{n})} \quad (13)$$

Za postavljeno ničelno hipotezo (kjer predpostavljamo da je $\mu = 10 \mu\text{A}$) imamo:

$$TS = \frac{|9,95 - 10,0|}{(0,455 / \sqrt{11})} = 0,36$$

3. stopnja

- da lahko ali sprejmemo ali zavržemo H_0 , moramo presoditi ali je TS dovolj majhna ali dovolj velika v primerjavi s kritično vrednostjo
- kritična vrednost je t-vrednost iz preglednice (enostranski test)

$$kv = t(ss; \alpha) = t(10; 5) = 1,81$$

- ker je $TS < kv$ ne moremo zavreči ničelne hipoteze, da je $\mu = 10 \mu\text{A}$ pri 5% verjetnosti napake.

-
- v tem primeru bi bil dvostranski test hipoteza:

$$(H_0): \mu = 10 \mu\text{A} \text{ proti}$$

$$(H_1): \mu \neq 10 \mu\text{A}$$

- postopek testiranja bi bil skoraj enak; razlika se odraža le v kritični vrednosti, kv ,
- v drugem primeru imamo $kv = 2,23$ ($=t(10; 5\%$ za dvostranski test)
- ker je tudi tu $TS < kv$ ponovno ne moremo zavreči ničelne hipoteze
- velja: če ne moremo zavreči H_0 za enostranski test, jo ne moremo zavreči tudi za dvostranski test (nasprotna trditev ne drži).
- velja tudi: če ne moremo zavreči H_0 pri 5% stopnji, je tudi ne moremo zavreči pri 1%, ker je:

$$kv(ss; 5\%) < kv(ss; 1\%).$$

6.3.2 Dvovzorčni t-test

- predhodno smo predstavili uporabo intervala zaupanja dveh vzorcev kot zelo koristno orodje pri primerjanju učinkovitosti dveh različnih procesov.
- Boljši pristop je verjetnostni test primerjave to je t-test dveh vzorcev.

Uporabimo podatke iz primerov 1 in 2

	(μA)						povpr	st.d.	št.m.
x	9,1	9,8	9,5	10,4	10,7	10,2	9,95	0,455	11
	9,8	10,0	10,3	10,1	9,6				
y	9,4	9,3	9,8	10,3	9,9	10,5	10,06	0,506	10
	10,7	10,4	9,7	10,6					

- x podatki označujejo rezultate, ki so bili pridobljeni pred modifikacijo procesa
- y podatki ustrezajo rezultatom po modifikaciji

Da bi ugotovili ali procesna modifikacija vpliva na svetilnost izdelanih žarnic, lahko testiramo naslednje hipoteze:

$$H_0: \mu_x - \mu_y = 0$$

proti:

$$H_1: \mu_x - \mu_y \neq 0 \text{ (dvostranski test)}$$

Po enačbi (12) in z uporabo enačbe (9) imamo:

$$TS = \frac{|\bar{x} - \bar{y}| - (\mu_x - \mu_y)}{s_p \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n}}} \quad (14)$$

z s_p definiranim po enačbi (10).

Kot smo pokazali (str. 32) je za obravnavani primer $s_p = 0,48$ in tako je:

$$TS = \frac{|(9,95 - 10,06) - 0|}{0,48 \sqrt{\frac{1}{11} + \frac{1}{10}}} = 0,52$$

- že na prvi pogled izgleda, da tu ni razloga za zavrnitev ničelne hipoteze, ker je vrednost TS zelo majhna
- vendar pa pravilen postopek zahteva primerjavo TS s kritično vrednostjo, ki je v tem primeru odvisna od $m + n - 2$ stopenj svobode in od verjetnosti napake α , ki je tveganje, da se odločimo napačno, če se eventualno odločimo zavreči H_0 .

$$kv = t(s; \alpha) = t(19; 5\%) = 2,09$$

- Ker je $TS < kv$ ne moremo zavreči ničelne hipoteze o enakosti povprečnih vrednosti temeljnih skupnosti pri 5% verjetnosti napake.
- z drugimi besedami: ni nobenega dokaza, ki bi kazal na to, da ima modifikacija procesa kakšen učinek na učinkovitost pri izdelovanju žarnic.

Enačba za določitev potrebne velikosti vzorca pri zaznavanju značilnih sprememb povprečnih vrednosti temeljnih skupnosti

$$n = m = 2 [2t(ss; \alpha) s_p / k]^2$$

Za obravnavani primer, kjer imamo $s_p = 0,48$ želimo zaznati značilno spremembo povprečne vrednosti $0,5 \mu A$ (med originalnim in modificiranim procesom) potrebujemo velikost vzorca vsaj:

$$n = m = 2 \times (2 \times 2,09 \times 0,48 / 0,5)^2 = 32,2$$

torej iz vsakega procesa je potrebno testirati 32 žarnic.

Teorija na kateri temelje t-testi in konstrukcija intervalov zaupanja, kjer uporabljamo t-vrednosti, je uporabna le če se primerno upoštevajo določeni statistični približki, ki se uporabljajo pri računanju, in sicer:

1. Izbira vzorcev mora biti naključna.
2. Temeljna skupnost je v obliki *normalne porazdelitve*.
3. Kadar primerjamo temeljne skupnosti (naprimer s pomočjo t-testa dveh vzorcev) mora biti variabilnost členov enaka v vseh temeljnih skupnostih.

Primerjava varianc

Predno opravimo t-test dveh vzorcev se moramo vprašati o veljavnosti predpostavke 3, to je ali je $\sigma_x = \sigma_y$.

Tu lahko uporabimo naslednjo postopek:

$$H_0: \sigma_x^2 = \sigma_y^2$$

alternativna hipoteza je:

$$H_1: \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2 = (\text{obojestransko})$$

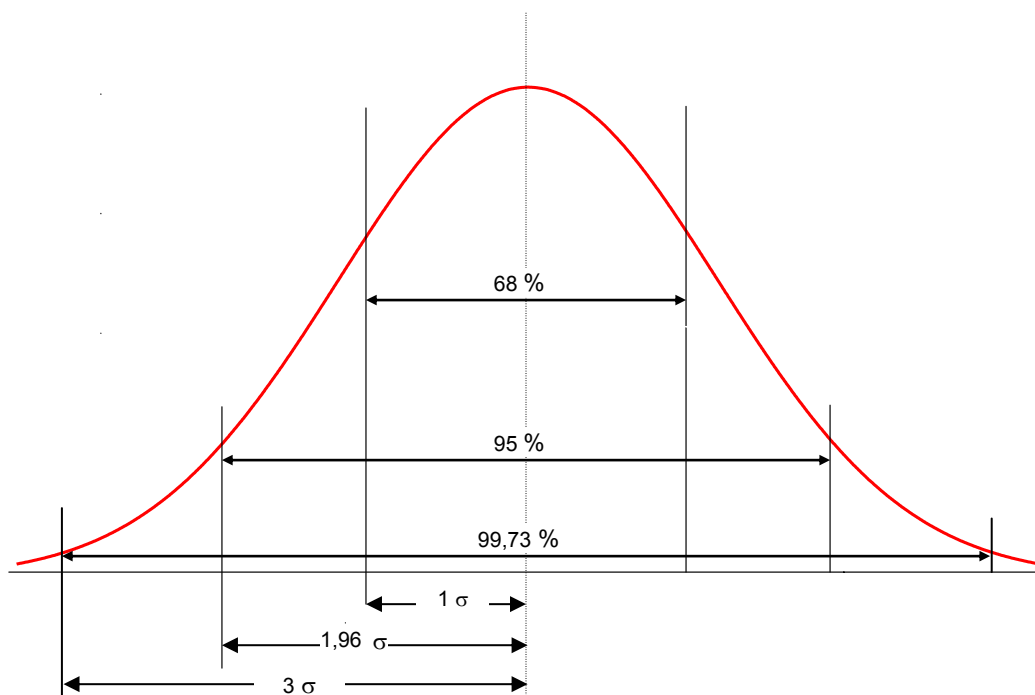
Testna statistika za obravnavani primer (nemodificiran in modificiran postopek izdelovanja žarnic) je razmerje varianc vzorcev:

$$TS = \frac{\text{večje sipanje vzorca}}{\text{manjše sipanje vzorca}} = \frac{s_y^2}{s_x^2} = \frac{(0,506)^2}{(0,455)^2} = 1,24$$

Kritično vrednost za varianco dobimo v F -preglednici.

$$kv = F(ss_1, ss_2; 5\%) = 3,78.$$

Ker je $TS < kv$ ne moremo zavreči ničelne hipoteze o enakosti varianc temeljne skupnosti na 5% stopnji. Zaradi tega je predpostavka 3 o homogenosti variance med obravnavanima temeljnima skupnostima potrjena.

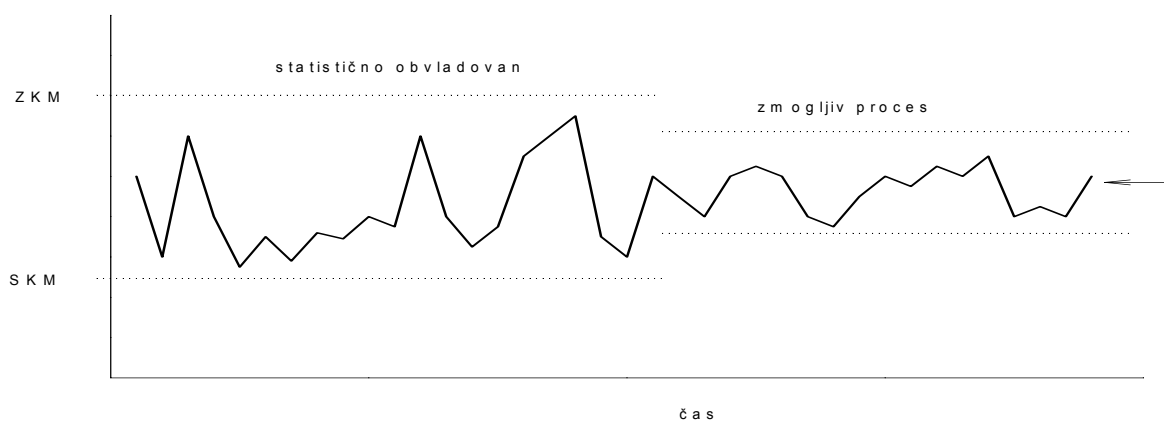


Slika 7.1: Razpršitev vrednosti normalne porazdelitve

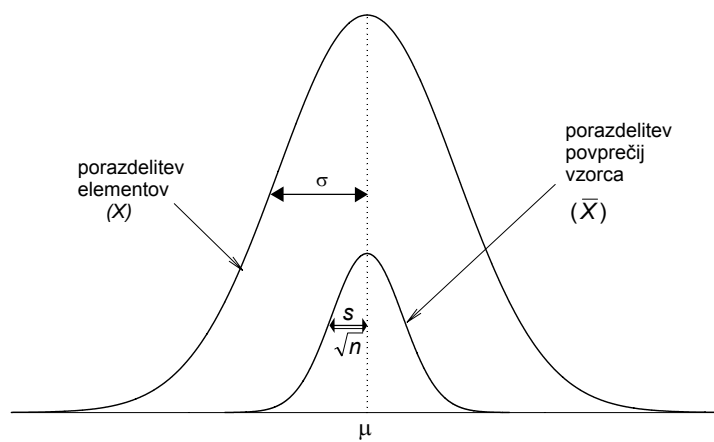
1. Približno 68% vrednosti leži znotraj 1 standardnega odklona na vsaki strani povprečne vrednosti.
2. 95% vrednosti leži znotraj 1,96 standardnega ododklona na vsaki strani povprečne vrednosti.
3. 99% (ali 99,73%) vseh vrednosti leži znotraj 2,58 (ali 3) standardnega odklona na obeh straneh povprečne vrednosti.

Pri pregledovanju na podlagi vzorca se vedno srečamo z določeno negotovostjo:

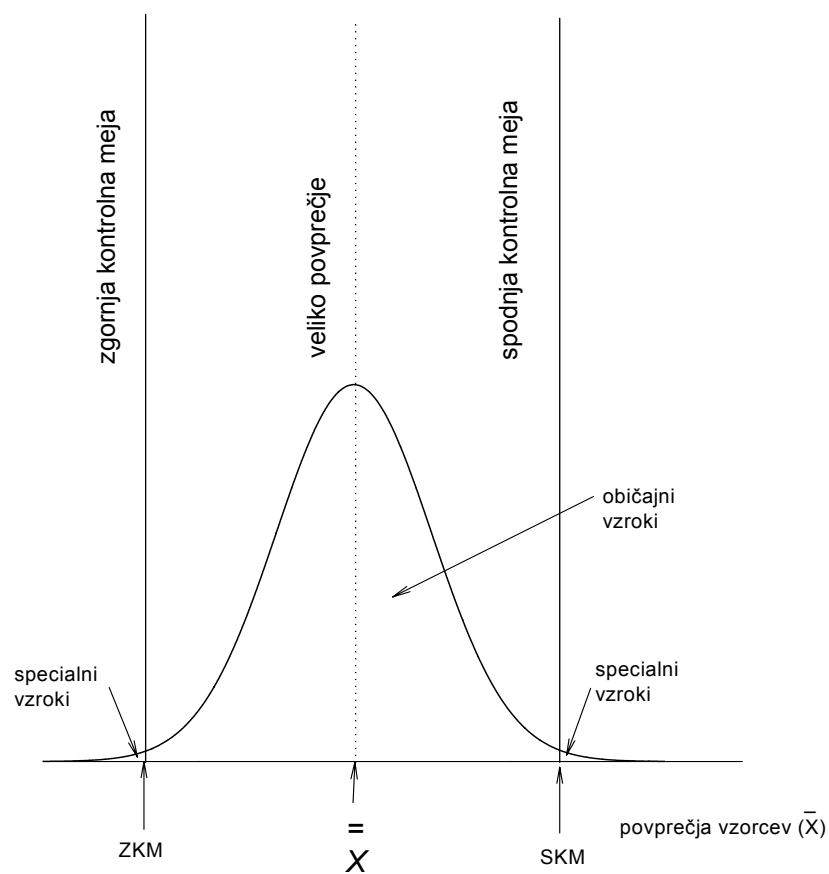
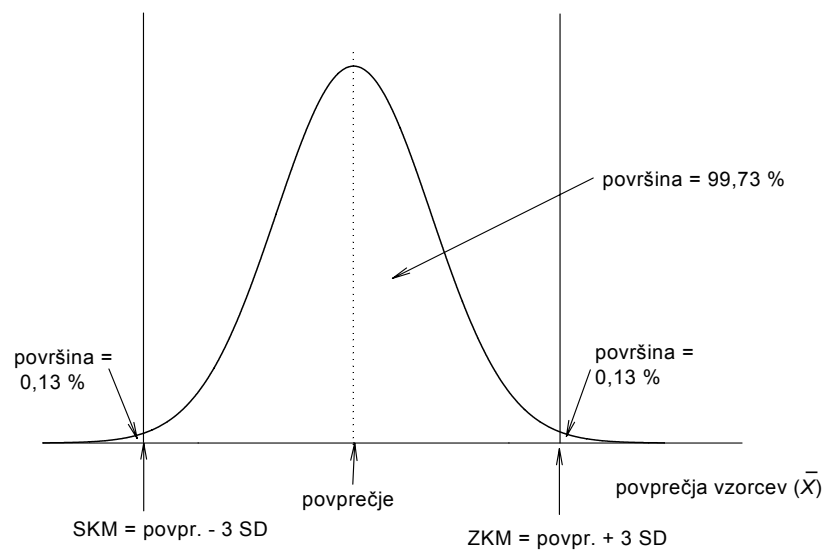
1. Obstaja verjetnost, da zavrnemo pošiljko, ki ni bila tako slaba kot je izgledalo na podlagi vzorca.
2. Obstoji verjetnost, da sprejmemo pošiljko, čeprav je slabša kot je izgledalo na podlagi vzorca.



Slika 7.2: Običajni in specialni vzroki; statistično obvladovan in zmogljiv proces



Slika 7.3 Porazdelitev elementov in porazdelitev povprečij vzorca



Slika 7.4: Princip kontrolne karte

Plan zbiranja podatkov

1. **Karakteristika kakovosti;** biti mora enostavno merljiva in značilna za operacijo, katera vpliva na proizvodnjo in poslovno zmogljivost.
2. **Tip zbiranih podatkov;** zvezne ali diskretne spremenljivke.
3. **Velikost vzorca (podskupina) in pogostost zbiranja podatkov;**
 - edina smernica, ki jo je potrebno upoštevati, je ta, da morajo podatki odražati odstopanja, ki prapadajo procesu,
 - v nekaterih panogah se je uveljavila velikost vzorca 5 in pogostost vsako uro,
 - za diskretne spremenljivke je potrebna večja velikost vzorca.
4. **Število uporabljenih podskupin;** za konstrukcijo kontrolnih mej vsaj 20 podskupin.
5. **Stroški;** oceniti je potrebno stroške zbiranja podatkov, stroške analiz in raziskav in stroške odpravljanja specialnih vzrokov napak.

7.1 Kontrolne karte z zveznimi spremenljivkami

7.1.1 Kontrolne karte povprečje/razpon

1. Tekom normalne proizvodnje zabeležimo merjenja k vzorcev velikosti n . Tipični vrednosti za k in n sta 20 oziroma 5.
2. Za vsak k vzorec zabeležimo povprečno vrednost (aritmetična povprečna vrednost) in razpon R_i , $i = 1, \dots, k$.
3. Izračunamo skupno povprečno vrednost in povprečno vrednost razpona:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k}$$
$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$$

4. Izračunamo zgornjo (ZKM) in spodnjo kontrolno mejo (SKM) za kontrolno karto povprečnih vrednosti in kontrolno karto razponov:

	\bar{X} - karta	R - karta
ZKM	$\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$	$D_4 \bar{R}$
SKM	$\bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$	$D_3 \bar{R}$

5. Narišemo kontrolno karto povprečnih vrednosti kontrolno karto razponov.

Preglednica 7.1: Koeficienti za kontrolne karte zveznih spremenljivk (kontrolni karti povprečnih vrednosti in razponov)

velikost vzorca	koeficienti za kontrolne meje			delitelj
	kontr.karta	kontr. karta razponov		za določitev
	povprečnih vr.			σ
n	A_2	D_3	D_4	d_2
2	1,880	0	3,267	1,128
3	1,023	0	2,574	1,693
4	0,729	0	2,282	2,059
5	0,577	0	2,114	2,326
6	0,483	0	2,004	2,534
7	0,419	0,076	1,924	2,704
8	0,373	0,136	1,864	2,847
9	0,337	0,184	1,816	2,970
10	0,308	0,223	1,777	3,078
11	0,285	0,256	1,744	3,173
12	0,266	0,283	1,717	3,258
13	0,249	0,307	1,693	3,336
14	0,235	0,328	1,672	3,407
15	0,223	0,347	1,653	3,472
16	0,212	0,363	1,637	3,532
17	0,203	0,378	1,622	3,588
18	0,194	0,391	1,608	3,640
19	0,187	0,403	1,597	3,689
20	0,180	0,415	1,585	3,735
21	0,173	0,425	1,575	3,778
22	0,167	0,434	1,566	3,819
23	0,162	0,443	1,557	3,858
24	0,157	0,451	1,548	3,895
25	0,153	0,459	1,541	3,931

Primer 1:

Preglednica 7.2: Prebojna napetost

št. vz.	podatki (kV)					povpr.	razpon	stand. dev.
1	2,70	2,80	2,45	2,62	2,90	2,694	0,45	0,172
2	3,01	2,90	3,20	3,13	2,77	3,002	0,43	0,173
3	2,72	3,05	2,68	3,11	2,78	2,868	0,43	0,198
4	2,50	2,68	3,13	2,40	2,92	2,726	0,73	0,300
5	2,30	2,80	2,93	2,69	3,16	2,776	0,86	0,318
6	2,94	2,75	3,15	3,22	3,30	3,072	0,55	0,224
7	3,32	3,25	2,95	2,85	3,02	3,078	0,47	0,200
8	2,86	2,65	3,09	2,94	2,96	2,900	0,44	0,162
9	2,55	2,73	2,96	2,75	2,87	2,772	0,41	0,155
10	2,98	3,28	3,17	3,40	3,50	3,266	0,52	0,202
11	3,05	2,90	2,75	3,30	3,05	3,010	0,55	0,204
12	2,75	2,95	2,65	3,10	3,08	2,906	0,45	0,200
13	2,50	2,78	2,45	2,33	2,45	2,502	0,45	0,168
14	2,80	2,75	2,30	2,55	2,25	2,530	0,55	0,251
15	3,30	3,05	3,15	2,98	2,75	3,046	0,55	0,205
16	3,15	2,92	3,05	2,72	2,45	2,858	0,70	0,279
17	2,95	2,82	2,55	2,34	2,22	2,576	0,73	0,309
18	2,90	3,35	3,20	2,85	2,95	3,050	0,50	0,215
19	2,85	2,78	2,94	2,63	2,56	2,752	0,38	0,156
20	2,73	2,66	2,52	2,65	2,47	2,606	0,26	0,107

$$\bar{X} = \frac{2,694 + 3,002 + \dots + 2,606}{20} = 2,8495$$

$$\bar{R} = \frac{0,45 + 0,43 + \dots + 0,26}{20} = 0,5205$$

$$A_2 = 0,577; \quad D_3 = 0; \quad D_4 = 2,114$$

$$ZKM(povpr.) = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 2,8495 + 0,577 \times 0,5205 = 3,1498$$

$$SKM(povpr.) = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 2,8495 - 0,577 \times 0,5205 = 2,5492$$

$$ZKM(razpon) = D_4 \bar{R} = 2,114 \times 0,5205 = 1,1003$$

$$SKM(razpon) = D_3 \bar{R} = 0 \times 0,5205 = 0,0$$

Slika 7.5: Kontrolni karti povprečje razpon

7.1.2 Kontrolne karte povprečje/standardni odklon

Postopek je enak kot v primeru \bar{X} - in R -kontrolne karte, le da uporabljamo drugačne koeficiente pri računanju kontrolnih mej.

Primer (podatki v preglednici 7.2)

Za vsakega od 20 razpoložljivih vzorcev izračunamo standardni odklon z uporabo formule:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Za s -kontrolno karto potrebujemo centralno vrednost za s . To dobimo:

$$\bar{s} = \frac{\sum s}{k}$$

Če uporabimo podatke iz preglednice 4 imamo:

$$\bar{s} = \frac{(0,172 + 0,173 + \dots + 0,107)}{20} = 0,2099$$

Izračunamo kontrolni mejii za kontrolno karto povprečnih vrednosti:

$$ZKM(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s}$$

$$SKM(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s}$$

in kontrolni meji za s -kontrolno karto:

$$ZKM(s) = B_4 \bar{s}$$

$$SKM(s) = B_3 \bar{s}$$

$$A_3 = 1,427, B_3 = 0, B_4 = 2,089$$

$$ZKM(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s} = 2,8495 + 1,427 \times 0,2099 = 3,1490$$

$$SKM(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} = 2,5499$$

$$ZKM(s) = B_4 \bar{s} = 2,089 \times 0,2099 = 0,4385$$

$$SKM(s) = B_3 \bar{s} = 0,0$$

Slika 7.6: Kontrolni karti povprečje/standardni odklon

Preglednica 7.3: Koeficienti za kontr. karto zveznih spremenljivk
(\bar{X} - in s-kontrolna karta)

velikost vzorca	koeficienti za kontrolne meje povprečna karta s-karta			delitelj za določitev σ
n	A_3	B_3	B_4	C_4
2	2,659	0	3,267	0,7979
3	1,954	0	2,568	0,8862
4	1,628	0	2,266	0,9213
5	1,427	0	2,089	0,9400
6	1,287	0,030	1,970	0,9515
7	1,182	0,118	1,882	0,9594
8	1,099	0,185	1,815	0,9650
9	1,032	0,239	1,761	0,9693
10	0,975	0,284	1,716	0,9727
11	0,927	0,321	1,679	0,9754
12	0,886	0,354	1,646	0,9776
13	0,850	0,382	1,618	0,9794
14	0,817	0,406	1,594	0,9810
15	0,789	0,428	1,572	0,9823
16	0,763	0,448	1,552	0,9835
17	0,739	0,466	1,534	0,9845
18	0,718	0,482	1,518	0,9854
19	0,698	0,497	1,503	0,9862
20	0,680	0,510	1,490	0,9869
21	0,663	0,523	1,477	0,9876
22	0,647	0,534	1,466	0,9882
23	0,633	0,545	1,455	0,9887
24	0,619	0,555	1,445	0,9892
25	0,606	0,565	1,435	0,9896

7.1.3 Sposobnost procesa

- za določanje zmogljivosti procesa potrebujemo merila, ki izrazijo odvisnost med določenimi tolerancami in variabilnostjo procesa
- $\hat{\sigma}$ ocena standardnega odklona procesa, ki jo lahko približno določimo z:

$$\hat{\sigma} = \bar{R} / d_2$$

kjer d_2 poiščemo v preglednici 7.1

Indeks sposobnosti, C_p definiramo kot:

$$C_p = \frac{\text{toleranca}}{6\hat{\sigma}} = \frac{ZSM - SSM}{6\hat{\sigma}}$$

kjer sta ZSM in SSM zgornja in spodnja specifikacijska meja.

Druga uporabna oblika indeksa sposobnosti je podana z:

$$C_{pk} = \frac{ZSM - \bar{X}}{3\hat{\sigma}} \quad \text{kadar je } \bar{X} \text{ pod specifikacijsko mejo}$$

$$C_{pk} = \frac{\bar{X} - SSM}{3\hat{\sigma}} \quad \text{kadar je } \bar{X} \text{ nad specifikacijsko mejo}$$

Da je proces sposoben, morata biti vrednosti obeh meril večji od ena.

Če uporabljamo standardni odklon namesto razpona vzorcev potem je ocena procesnega standardnega odklona podana z:

$$\hat{\sigma} = \bar{s} / c_4$$

kjer je c_4 odvisna od n in jo pišemo v preglednici 7.3

Za primer 1 (preglednica 7.2):

$d_2 = 2,326$ in iz tega:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,5205}{2,326} = 0,2238$$

Specifikacija zahteva prebojno napetost vsaj 2,2 kV. To pomeni, da je SSM = 2,2 in zato:

$$C_{pk} = \frac{\bar{\bar{X}} - SSM}{3\hat{\sigma}} = \frac{2,8495 - 2,2}{3 \times 0,2238} = 0,97$$

Ker je $C_{pk} < 1$, pomeni, da je proces nesposoben, kar pomeni, da ni vedno sposoben zagotoviti specifikacij.

Podoben rezultat dobimo, če uporabimo s (in c_4).

7.1.4 Pomične kontrolne karte povprečje/razpon

- uporabljamo jih takrat, ko dobimo za analizo le po eno kakovostno karakteristiko
- v teh primerih tvorimo pseudo vzorce (uporabljamo nove in predhodne vrednosti)
- tipična velikost vzorca je 3

Primer 2:

- kontrola tedenske uspešnosti izrabe delovnega časa
- uspešnost (v tem primeru) je ustrezna, če tedenska razlika med določenim in dejansko porabljenim delovnim časom ni večja kot -10 ur
- uspešnost je bila kontrolirana 20 tednov

Preglednica 7.4: Tedenska delovna uspešnost

teden	X	pomično povpr. \bar{X}	pomični R
1	10		
2	2		
3	8	6.67	8
4	-5	1.67	13
5	-7	-1.33	15
6	3	-3.00	10
7	15	3.67	22
8	20	12.67	17
9	-6	9.67	26
10	10	8.00	26
11	10	4.67	16
12	6	8.67	4
13	-2	4.67	12
14	-6	-0.67	12
15	-1	-3.00	5
16	9	0.67	15
17	-8	0.00	17
18	-4	-1.00	13
19	3	-3.00	11
20	12	3.67	16
skupno povprečje		2.93	14.33

Iz preglednice 7.1 dobimo:

$$A_2 = 1,023; \quad D_3 = 0; \quad D_4 = 2,574; \quad d_2 = 1,693$$

Izračun kontrolnih mej:

$$ZKM(povpr.) = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 2,935 + 1,023 \times 14,33 = 17,59$$

$$SKM(povpr.) = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 2,93 - 1,023 \times 14,33 = -11,64$$

$$ZKM(razpon) = D_4 \bar{R} = 2,574 \times 14,33 = 36,89$$

$$SKM(razpon) = D_3 \bar{R} = 0 \times 14,33 = 0,0$$

Slika 7.7: Kontrolni karti povprečje/razpon tedenske delovne uspešnosti

Izračun indeksa sposobnosti:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{14,33}{1,693} = 8,4662$$

Iz zahteve izhaja da je SSM = -10 zato:

$$C_{pk} = \frac{\bar{\bar{X}} - SSM}{3\hat{\sigma}} = \frac{2,93 - (-10)}{3 \times 8,4662} = 0,51$$

- ugotovimo, da je tedenska delovna uspešnost statistično obvladovana (vse točke so znotraj kontrolnih mej)
- ker pa je $C_{pk} = 0,51$, pomeni, da je proces neuspešen in so možne nadaljne izboljšave

7.1.5 Kontrolne karte povprečje/standardni odklon za velike vzorce

V primeru velikih vzorcev ($n > 25$) ne uporabljamo preglednic (7.1 oziroma 7.3). Kontrolne meje računamo po splošnem načelu:

povprečje ± 3 standardni odkloni

Kontrolne meje za povprečne vrednosti:

$$ZKM(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} + 3s_p / \sqrt{\bar{n}} \quad SKM(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} - 3s_p / \sqrt{\bar{n}}$$

Kjer je:

$$\bar{n} = \frac{n_1 + \dots + n_k}{k}$$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + \dots + (n_k - 1)s_k^2}{(n_1 - 1) + \dots + (n_k - 1)}}$$

Kontrolne meje za standardni odklon:

$$ZKM(s) = s_p \times \frac{\sqrt{2\bar{n} - 3} + 3}{\sqrt{2\bar{n} - 2}} \quad SKM(s) = s_p \times \frac{\sqrt{2\bar{n} - 3} - 3}{\sqrt{2\bar{n} - 2}}$$

Primer:

Preglednica 7.4: Mesečna statistika potrebnih časov za odpravljanje napak

mesec	velikost vzorca	povprečje vzorca	standardno odstopanje vzorca
okt 98	321	2,31	3,26
nov 98	358	1,61	2,82
dec 98	275	2,17	3,22
jan 99	346	1,91	3,03
feb 99	318	1,92	3,97
mar 99	376	1,79	2,89
apr 99	386	1,71	3,06
maj 99	442	1,80	3,03
jun 99	464	1,51	2,82
jul 99	410	1,95	2,93
avg 99	388	1,56	2,89
sep 99	409	1,63	3,20
okt 99	329	1,61	2,96
nov 99	449	1,54	2,87
dec 99	367	2,87	3,19
jan 00	373	1,61	3,23
feb 00	373	1,79	3,00
mar 00	459	1,67	3,16

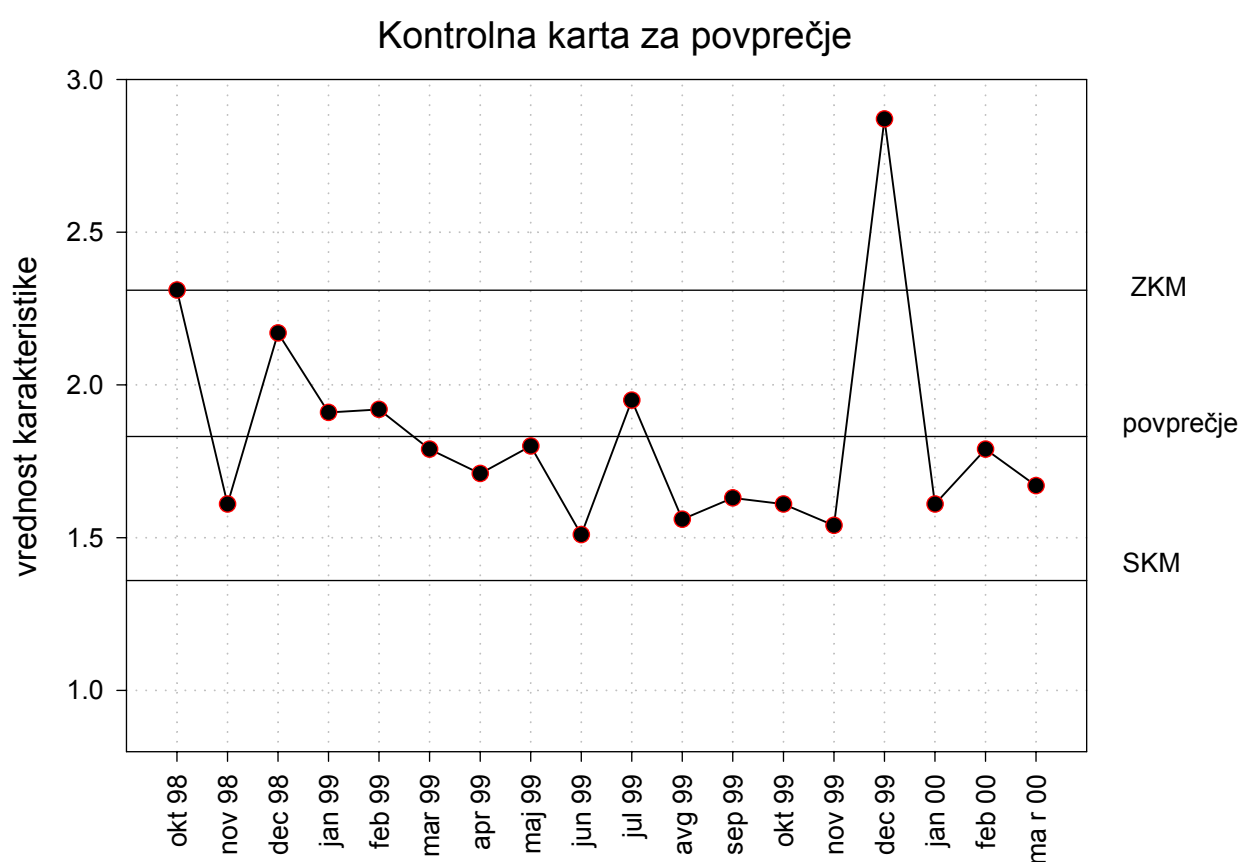
$$\bar{n} = \frac{321 + 358 + \dots + 459}{18} = 380,17$$

$$\bar{X} = \frac{2,31 + 1,61 + \dots + 1,67}{18} = 1,831$$

$$S_p = \sqrt{\frac{320 \times (3,26)^2 + \dots + 458 \times (3,16)^2}{(321 - 1) + \dots + (459 - 1)}} = 3,08$$

$$ZKM(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} + 3S_p / \sqrt{n} = 1,831 + 3 \times 3,08 / \sqrt{380,17} = 2,31$$

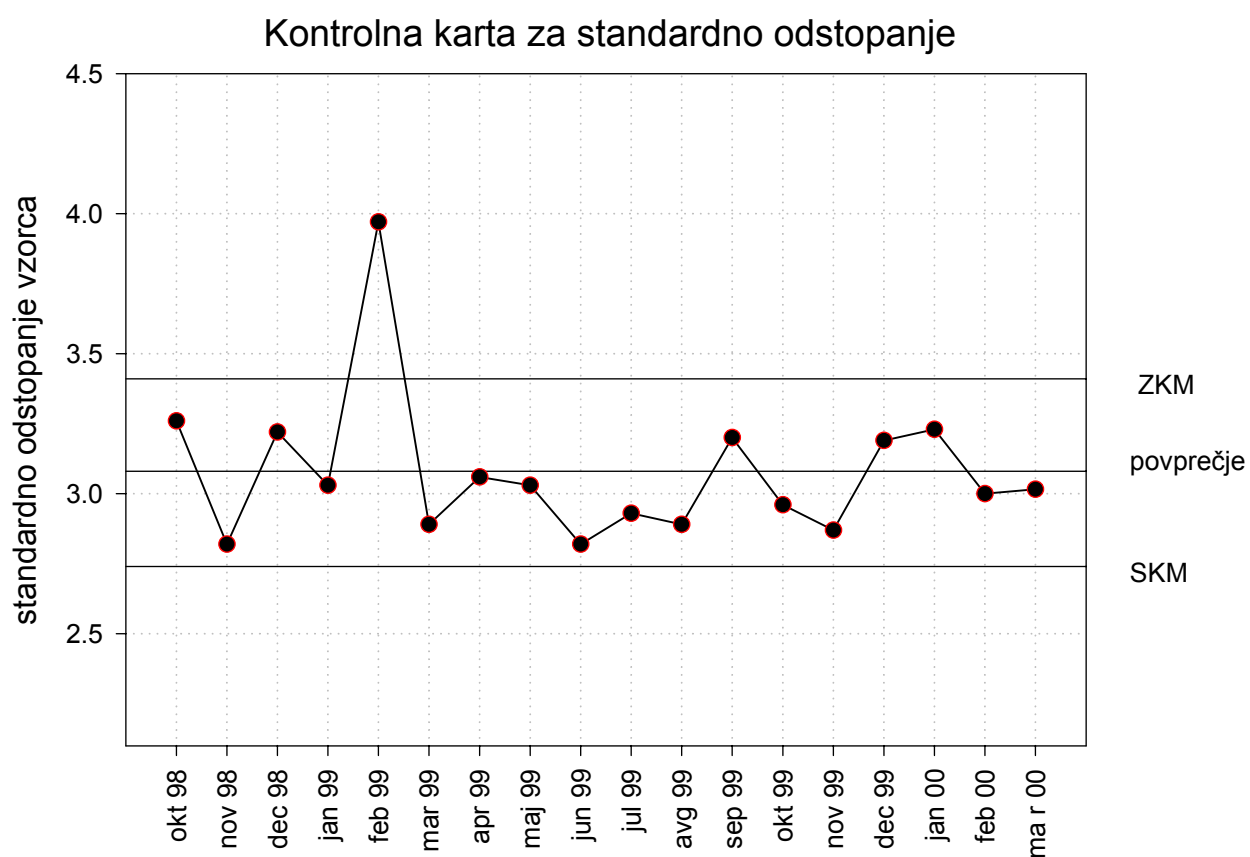
$$SKM(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} - 3S_p / \sqrt{n} = 1,36$$



Slika 7.8: Kontrolna karta povprečnih vrednosti časov za odpravljanje napak

$$ZKM(s) = S_p \times \frac{\sqrt{2\bar{n} - 3} + 3}{\sqrt{2\bar{n} - 2}} = 3,08 \times \frac{\sqrt{2 \times 380,17 - 3} + 3}{\sqrt{2 \times 380,17 - 2}} = 3,41$$

$$SKM(s) = S_p \times \frac{\sqrt{2\bar{n} - 3} - 3}{\sqrt{2\bar{n} - 2}} = 2,74$$



Slika 7.9: Kontrolna karta standardnih odklonov časov za odpravljanje napak

7.2 Kontrolne karte z diskretnimi spremenljivkami

Izbira kontrolne karte z diskretnimi spremenljivkami je odvisna:

1. Ali je velikost vzorca konstantna ali variira od vzorca do vzorca?
2. Ali je kvalitetna karakteristika opazovana kot kompletna neustreznost ali kot napaka (ena od mnogih na predmetu)?

Odvisno od odgovora na zgornji dve vprašanji izbiramo med štirimi vrstami kontrolnih kart za diskretne spremenljivke:

1. *p*-kontrolna karta (različna velikost vzorca – neustreznost)
2. *np*-kontrolna karta (konstantna velikost vzorca – neustreznost)
3. *u*-kontrolna karta (spremenljiva velikost vzorca – napake)
4. *c*-kontrolna karta (konstantna velikost vzorca – napake)

7.2.1 Kontrolne karte za neustrezne izdelke

7.2.1.1 *p*-kontrolna karta

- za procesno kontrolo neustreznih izdelkov, kadar ni mogoče odvzeti vzorca s konstantno velikostjo

Kontrolni meji:

$$ZKM = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} \quad SKM = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

kjer \bar{n} je povprečje vseh velikosti vzorcev in je \bar{p} definiran kot:

$$\bar{p} = \frac{\text{skupno število neustreznih predmetov}}{\text{skupno število pregledanih predmetov}}$$

Če pri računanju spodnje kontrolne meje dobimo negativno vrednost vzamemo vrednost nič.

primer:

teden	skupno število pošilk	pošiljke, ki niso bile dostavljene v predv. času	delež neustreznih pošilk
1	800	96	0,120
2	845	106	0,125
3	830	99	0,119
4	780	79	0,101
5	770	76	0,099
6	880	66	0,075
7	875	61	0,070
8	780	77	0,099
9	700	56	0,080
10	920	110	0,120
11	900	121	0,134
12	830	133	0,160
13	850	153	0,180
14	750	131	0,175
15	780	109	0,140
16	730	88	0,121
17	800	80	0,100
18	815	57	0,070
19	830	25	0,030
20	900	99	0,110
21	910	77	0,085
22	875	87	0,099
23	830	62	0,075
24	850	93	0,109
25	750	90	0,120
Skupaj	20580	2231	

$$\bar{n} = \frac{20580}{25} = 823,2$$

$$\bar{p} = \frac{2231}{20580} = 0,108$$

$$ZKM = 0,108 + 3\sqrt{\frac{0,108 \cdot (1 - 0,108)}{823,2}} = 0,141$$

$$SKM = 0,108 - 3\sqrt{\frac{0,108 \cdot (1 - 0,108)}{823,2}} = 0,076$$

7.2.1.2 np-kontrolna karta

- np-kontrolna karta je podobna p-kontrolni karti,
- osnovna razlika je v tem, da je velikost vzorca konstantna.

$$ZKM = \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}[1 - (\bar{np}/n)]} \quad SKM = \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}[1 - (\bar{np}/n)]}$$

kjer je \bar{np} povprečje vseh neustreznih izdelkov

$$\bar{np} = \frac{\text{skupno število izdelkov z napakami}}{\text{število pregledanih vzorcev}}$$

primer:

- velikost vzorca 1000
- vzorec je bil odvzet vsaki 2 uri; ugotavljali so število neustreznih računov

vz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
št. neustreznih računov	15	12	15	10	7	13	11	14	22	18

vz.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
št. neustreznih računov	19	16	14	20	18	12	8	15	19	16

$$\overline{np} = \frac{15 + 12 + \dots + 16}{20} = 14,7$$

$$ZKM = 14,7 + \sqrt{14,7(1 - 14,7/1000)} = 26,1$$

$$SKM = 14,7 - 11,4 = 3,3$$

7.2.2 Kontrolne karte za napake

7.2.2.1 *u*-kontrolna karta

Kontrolni meji:

$$ZKM = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}} \qquad SKM = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}}$$

Kjer je \bar{n} povprečje vseh velikosti vzorcev in \bar{u} je defenirana kot:

$$\bar{u} = \frac{\text{skupno število napak}}{\text{skupno število pregledanih predmetov}}$$

vz.	napaka									skupaj napak	velikost vzorca	delež
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	1	0	1	8	2	0	0	3	3	18	80	0,23
2	4	2	6	15	4	1	2	1	3	38	125	0,30
3	0	3	1	6	1	2	0	2	2	17	110	0,16
4	0	0	3	3	2	0	1	0	4	13	73	0,18
5	3	4	0	9	6	1	0	5	0	28	90	0,31
6	0	3	4	8	3	0	6	7	3	34	130	0,26
7	5	2	6	11	1	3	0	0	6	34	115	0,30
8	2	0	2	3	4	0	3	3	5	22	100	0,22
9	6	2	9	12	0	0	5	6	3	43	140	0,31
10	2	0	12	14	8	3	0	4	8	51	135	0,38
11	4	4	8	17	6	4	5	5	4	57	102	0,56
12	2	2	4	8	5	1	4	0	4	30	98	0,31
13	0	1	2	7	0	0	6	3	1	20	70	0,29
14	1	0	3	6	2	3	4	0	6	25	99	0,25
15	3	1	1	5	5	0	2	1	4	22	112	0,20
16	8	2	3	21	4	3	4	6	7	58	122	0,48
17	2	1	3	5	2	0	0	2	1	16	88	0,18
18	5	1	6	9	3	1	0	0	0	25	108	0,23
19	1	4	1	3	2	0	1	0	6	18	93	0,19
20	0	3	4	8	3	1	0	2	2	23	120	0,19
f	49	35	79	178	63	23	43	50	72	592	2110	
%	8	6	13	30	11	4	7	9	12			

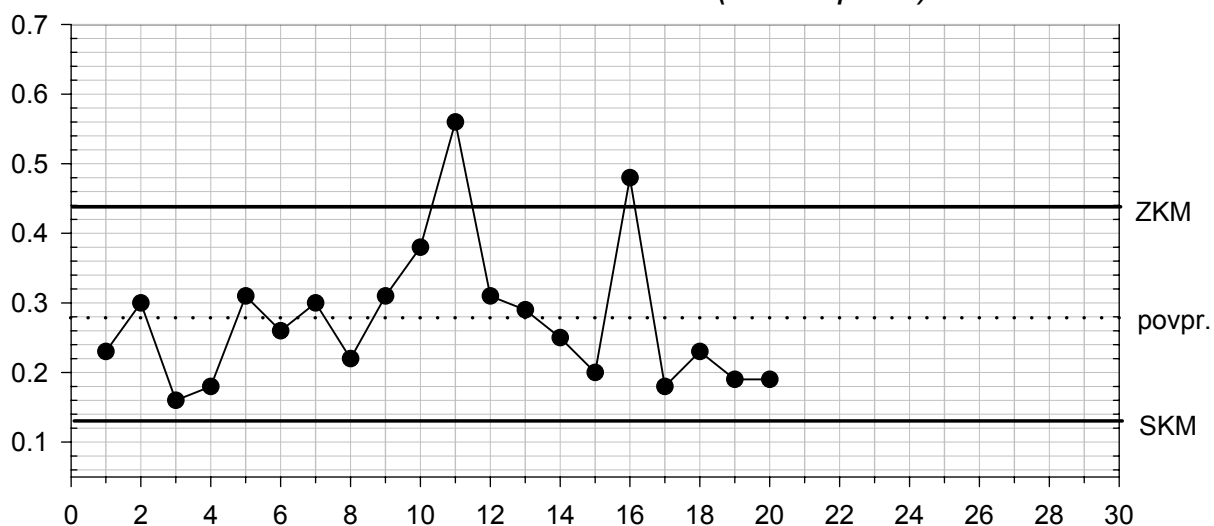
$$\bar{n} = 2110 / 20 = 105,5$$

$$\bar{u} = 592 / 2110 = 0,28$$

$$ZKM = \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u} / \bar{n}} = 0,28 + 3\sqrt{0,28 / 105,5} = 0,44$$

$$SKM = \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u} / \bar{n}} = 0,28 - 3\sqrt{0,28 / 105,5} = 0,13$$

u-kontrolna karta (vse napake)



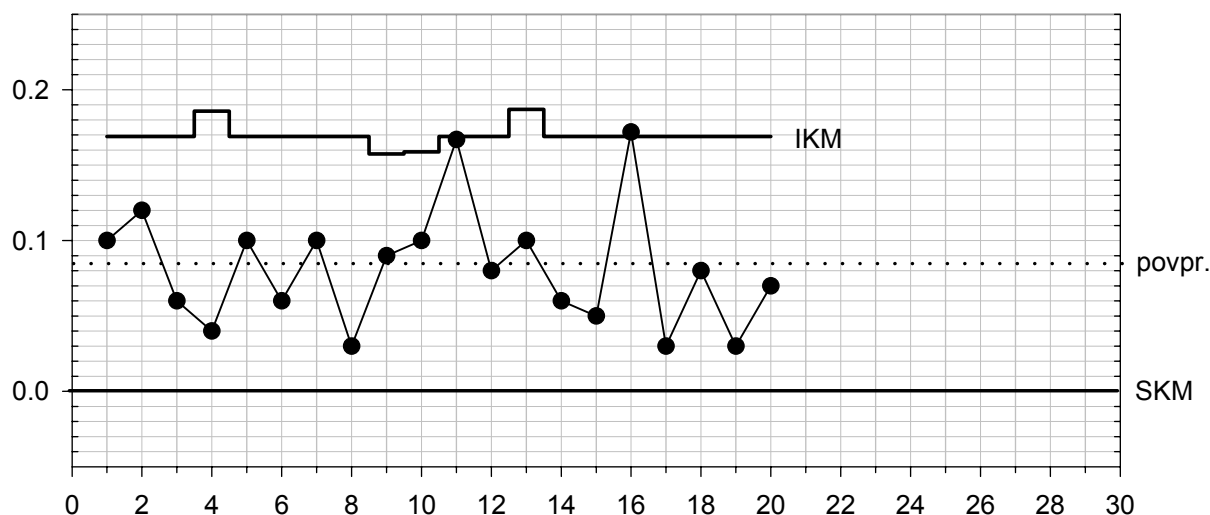
Individualne kontrolne meje

- Če pri p - in u -kontrolnih kartah velikost vzorca varira več kot 25 %, je potrebno računati individualne kontrolne meje (IKM).
- IKM se računa na podoben način kot običajne meje za p - in u -kontrolne karte, toda z uporabo pripadajoče (posamezne) velikosti vzorca namesto povprečne.
- IKM se izračunajo, če je velikost vzorca izven intervala:

$$\{\bar{n} \pm 0,25\bar{n}\}$$

Za prejšni primer so velikosti vzorcev 73, 140, 135 in 70 izven območja {79, 132}. Preračun IKM je potreben samo za te velikosti vzorca.

*u-kontrolna karta (samo napaka 4)
individualna kontrolna meja*



7.2.2.2 c-kontrolna karta

Ta tip kontrolne karte uporabljamo za procesno kontrolo napak, kadar je možno odvzeti vzorce konstantne velikosti. V graf vnašamo število napak c vsakega vzorca. Kontrolne meje so podane z:

$$ZKM = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad SKM = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

kjer je \bar{c} povprečno število napak izračunano z:

$$\bar{c} = \frac{\text{skupno število napak}}{\text{število testiranih vzorcev}}$$

vzorec c	napaka											skupaj napak
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	2	6	6	3	0	2	1	3	2	3	29
2	0	1	3	2	1	0	1	0	2	1	0	11
3	0	0	1	1	0	2	0	1	1	0	1	7
4	1	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	16
5	0	2	8	6	2	1	2	1	0	1	3	26
6	3	3	9	6	1	0	1	2	1	1	2	29
7	2	0	6	2	0	0	1	1	2	1	1	16
8	0	0	2	1	0	1	0	1	1	2	1	9
9	1	1	3	1	1	0	2	1	0	0	1	11
10	2	1	9	6	2	2	1	2	1	2	0	28
11	1	0	7	4	4	1	0	2	1	3	1	24
12	0	2	2	1	0	1	0	0	1	1	1	9
13	1	0	4	2	1	0	0	1	0	0	1	10
14	0	1	4	2	2	0	0	1	0	0	0	10
15	4	1	8	5	3	0	0	1	1	1	1	25
16	2	0	10	6	4	1	1	0	1	1	1	27
17	1	1	3	1	1	0	0	1	0	1	0	9
18	0	0	1	0	1	0	1	1	0	2	0	6
19	0	0	2	2	1	0	2	1	0	2	1	11
20	3	1	9	4	5	1	1	1	2	0	2	29
21	5	1	11	3	2	2	0	1	1	3	0	29
22	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	8
23	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	5
24	1	1	4	2	3	0	0	0	1	0	0	12
25	4	2	8	6	2	1	2	1	0	2	1	29
f	33	22	123	73	41	17	18	24	22	28	24	425
%	8	5,2	29	17	9,6	4	4,2	5,6	5,2	6,6	5,6	

$$\bar{c} = \frac{425}{25} = 17$$

$$ZKM = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 17 + 3\sqrt{17} = 29,4$$

$$SKM = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 17 - 3\sqrt{17} = 4,6$$

7.3 Interpretacija kontrolnih kart

- kontrolne karte pojasnujejo ali je proces pod statistično kontrolo ali ne
- kar pomeni: pojasnujejo ali so prisotni več kot običajni vzroki napak

Karakteristike kontrolnih kart procesov, ki potekajo samo z običajnimi vzroki variacij so:

1. Vse kontrolne točke padejo med kontrolne meje.
2. Približno enako število točk je nad in pod centralno linijo.
3. Ni opaziti značilnega vzorca razporeditve točk.
4. Večina točk je blizu centra (območje srednje tretjine) in ena tretjina točk je v območju do kontrolnih mej.

Za vsako kontrolno karto, ki ne izpolnjuje teh karakteristik lahko sumimo na prisotnost specialnih vzrokov variacij, ki jih je potrebno raziskati in jih, če je potrebno, eliminirati.

Definiramo **akcijska pravila**, ki določajo kdaj je potrebno izpeljati akcije

Pravilo 1: Akcija je potrebna, če vsaj ena točka leži izven (3σ) kontrolnih mej. Če odkrijemo razlog za specialni vzrok in ga permanentno odstranimo, zbrisemo točko in preračunamo nove kontrolne meje. Če razloga ne moremo odkriti, potem je potrebno sprejeti dejstvo, da je vrednost del sistema, ki generira meje.

Pravilo 2: (*pravilo sedem*): Akcija je potrebna, če zasledimo sedem zaporednih točk na eni strani povprečne vrednosti, ali če so vse padajoče ali so vse naraščajoče. Glede na to da je verjetnost nastopa takšnih situacij zelo majhna, lahko smatramo, da gre v teh primerih za specialni vzrok napak, kar je potrebno raziskati.

Pravilo 3: Akcija je potrebna kadar opazimo nenaključen vzorec razporeditve vnesenih točk. Običajno ni težko ugotoviti vzrokov za takšne vzorce.

pravilo 4: (*pravilo srednje tretjine*) Akcija je potrebna kadar ugotovimo, da je v srednji tretjini med kontrolnima mejama manj kot dve tretjini od skupnega števila točk.

7.4 Varnostne meje

- v praksi pogosto uporabljajo varnostne meje: linije pri ± 2 SD od povprečne vrednosti poleg ZKM in SKM
- vodilo, ki sicer ni splošno sprejeto, pravi, da je potrebno začeti z akcijo, če dve zaporedni točki padeta izven varnostnih mej.

7.5 Primeri uporabe kontrolnih kart za različne nepreizvodne procese

Administriranje

- povprečno število tipkarskih napak na dokument,
- čas tipkanja,
- delež obdelanih poročil po planu,
- razmerje pritožb kupcev,
- število dolžnikov ali upnikov
- število naročil dokončnih po planu,
- število telefonskih klicev pred odgovorom,
- nepravilno usmerjeni klici,
- procesne napake,
- potreben čas za iskanje dokumentov,
- pravočasnost kuriske dostave
- napake v plačilnem prometu

nabava

- delež naročil izvedenih pravočasno,
- povprečen čas izvedbe naročila
- povprečen porabljen čas za pospeševanje naročila,
- kakovostna zmogljivost dobavitelja,
- število reklamacij zaradi dobaviteljevih napak,

Skladiščenje, ravnanje

- povprečni čas skladiščenja,
- povprečen čas zadrževanja materiala
- delež notranjih naročil, ki so bila izvršena pravočasno,
- število skladiščenih izdelkov, ki niso bili uporabljeni po planu,
- odzivni čas na zahteve kupcev

Načrtovanje

- število načrtovalskih napak,
- število napak pri preverjanju,
- število neustreznih (neizvedenih) načrtovanj,
- število načrtovanj, ki niso bila dokončana po planu,
- pravočasnost odprave načrtovalskih napak,
- manjkajoča ali nečitljiva dokumentacija.

8 Načrtovanje in analiza eksperimentov

8.1 Uvod

Učinkovito raziskovalno in razvojno delo vključuje primerne eksperimentalne metode s katerimi preverjamo primernost razvoja.

Najenostavnejši eksperimenti so tisti, kjer spreminjamo in preverjamo samo en faktor. Ta metoda je bila popularna zaradi navidezne enostavnosti: vendar lahko dobimo nezanesljive ali napačne zaključke.

Preglednica 8.1: Verziji metode spreminjanja enega faktorja naenkrat

Poskus	A	B	C	D	E	F	G
1. verzija							
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	1	1	1	1	1	1
3	1	2	1	1	1	1	1
4	1	1	2	1	1	1	1
5	1	1	1	2	1	1	1
6	1	1	1	1	2	1	1
7	1	1	1	1	1	2	1
8	1	1	1	1	1	1	2
2. verzija							
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	1	1	1	1	1	1
3	2	2	1	1	1	1	1
4	2	2	2	1	1	1	1
5	2	2	2	2	1	1	1
6	2	2	2	2	2	2	1
7	2	2	2	2	2	2	1
8	2	2	2	2	2	2	2

Na primer: razlika v rezultatih med prvima dvema poskusoma v preglednici 8.1 omogoča določanje učinka A (učinek spremenljivke A na skupno variabilnost), kjer uporabljamo podatke kjer zadržujemo vse druge faktorje B,..., G konstantne, v tem primeru na vrednosti 1. Ne glede na to kako precizno ta učinek določamo, je rezultat usrezen le če so ostali faktorji na vrednosti B(1), ..., G(1); tu ni nobene garancije, da bo učinek A enak, potem ko se bodo ostali faktorji spremenili.

Razmislek o eksperimentalnem procesu lahko pričnemo z dejstvom, da realno življenje redko dovoljuje spreminjanje zgolj enega posameznega faktorja; ta predpostavka je še posebno resnična v današnjem dinamičnem produkcijskem okolju, kjer se srečamo z medsebojnim odnosom velikega števila spremenljivk, z različnimi stopnjami, ki vedno zahtevajo sistematičen študij za določitev zanesljivega učinka. Faktorski učinek je zanesljiv kadar ima visoko stopnjo ponovljivosti, to je le takrat ko je njihov vpiv na eksperi-

mentalne vrednosti enak tudi ko se drugi faktorji spreminjajo. Zanesljiv eksperiment je torej tisti eksperiment, ki omogoča določanje faktorskih učinkov, kjer se vse drugo spreminja in ne kadar je vse drugo konstantno.

Če želimo, da bo eksperiment, kjer spreminjamo en faktor, zanesljiv, je potrebno predvideti vse možne kombinacije nastavitev. Toda napor in stroški, ki so potrebni za takšne eksperimente, ki jih imenujemo polni faktorski eksperimenti, so lahko neizvedljivi in nerealistični (četudi proučujemo le nekaj faktorjev). Za primer: 7 dvostopenjskih faktorjev A, ..., G v pregl. 8.1 bi dalo pri polni faktorski analizi 128 eksperimentov.

Mnogo boljša alternativa kot varianti v pregl. 8.1, ki ne zahteva dodatnih eksperimentov in napora je eksperimentalni načrt, ki je podan v pregl. 8.2. V tej preglednici posamezne faktorje spreminjamo simultano na sistematičen način, kar daje najboljšo možno metodo za določanje povprečnega učinka, če se drugi pogoji spreminjajo. Vidimo, da se pri tem načrtovanju vsaka stopnja vsakega faktorja pojavi z vsako drugo stopnjo vseh ostalih faktorjev enakokrat. Na ta način dobimo bolj zanesljive in statistično veljavne sklepe z minimalnimi eksperimentalnimi stroški.

Preglednica 8.2: Boljša alternativa načrtovanju s spreminjanjem enega faktorja naenkrat

Poskus	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

Preboj v načrtovanju eksperimentov je naredil R.A. Fischer (1920). Ukvarjal se je s z načrtovanjem poskusov vpliva umetnega gnojila na zemljišče. Ideja je bila, naključno izbrati lokacijo obdelave, oziroma urediti to v pseudo naključne matrike z vrsticami in kolonami kot v mreži latinskega kvadrata, ki je podan v preglednici 8.3.

Fischerjevo spoznanje o potrebi konstrukcije bloka in naključnosti je bila osnova za kasnejši razvoj načrtovanja eksperimentov, ki je pripeljalo do koncepta faktorske analize.

Preglednica 8.3: 3 x 3 latinski kvadrat

	kolone		
vrstice	1	2	3
1	a	b	c
2	b	c	a
3	c	a	b

V 30-tih in 40-tih letih prejšnjega stoletja so odkrili več kombinatornih struktur z zanimivimi povezavami z algebro: ortogonalna ureditev, uravnoteženi nekompletni bloki, grško-latinski kvadrati, Youdenovi kvadrati, mrežasti načrti in tako naprej. Mnoge od teh struktur so faktorski deleži (to je so podsistemi popolnih faktorskih zmožkov), ki imajo naslednje lastnosti:

- *Ravnotežje*: različne stopnje vsakega faktorja se pojavijo v enakem številu primerov.
- *Določljivost*: vsak učinek faktorja mora biti določljiv.
- *Ortogonalnost* ta lastnost bo zagotovljena če bo na primer za vsak par faktorjev, vsaka kombinacija faktorskih stopenj eksistirala in se pojavljala enako pogosto.

V japonski industriji so prvi spoznali potencial faktorskih eksperimentov kot alternativo dražji in nezanesljivi (toda še vedno zelo popularni na Zahodu) metodi eksperimentiranja z enim faktorjem naenkrat. Delno eksperimentiranje vključuje spreminjanje več faktorjev naenkrat na sistematičen način (in se navezuje na zahtevo o ravnotežju in ortogonalnosti) kar omogoča zanesljive in neodvisne študije faktorskih učinkov, ki zahtevajo manj stroškov kot polni faktorski eksperimenti.

Ko so enkrat faktorski učinki primerno karakterizirani, jih potem kontroliramo tekom proizvodnje, tako da variabilnost (vzroke slabe kakovosti) procesa minimaliziramo. To lahko znatno prispeva k natančnosti in optimalizaciji industrijskih procesov in s tem na izboljšanje kakovosti izdelkov ter na znižanje stroškov in odpadka.

- Polna faktorska analiza (načrtovanje vseh možnih kombinacij faktorjev), ki se uporablja takrat kadar je eksperimentiranje enostavno oziroma kadar je število faktorjev, ki jih preučujemo majhno.
- Delna faktorska analiza je načrtovanje, kjer vključujemo le določeno število možnih kombinacij; to je najbolj uporabno načrtovanje, ki omogoča statistično sprejemljivo in stroškovno učinkovit način proučevanja večjega števila faktorjev v enem eksperimentu.

Na področju eksperimentiranja je en od največjih dosežkov v preteklem stoletju v dokončni opustitvi nezanesljive metode s spreminjanjem enega faktorja naenkrat (čeprav lahko rečemo, da je še mnogo podjetij, ki niso še nikoli slišala – ali nočejo slišati – o faktorski analizi in izgubljajo mnogo delovnih ur ko hodijo po neustreznih poteh).

8.2 Faktorski eksperimenti

Če vzamemo primera, ki smo ju obravnavali pri hipotetičnem testiranju ju lahko obravnavamo kot rezultat enojnega faktorskega eksperimenta. Faktor ki nas zanima je procesna modifikacija, ki ima dve stopnji; prva stopnja odsotnost modifikacije in druga stopnja je pristostnost modifikacije. To lahko definiramo kot maloobsežen eksperiment, za katerega smo zbrali dva vzorca in ju medsebojno primerjamo, običajno v dvovzorčnem t-testu.

V praksi je mnogo situacij ko nimamo (oziroma ne moremo imeti) tako reducirane situacije. Enostavna razširitev prejšnjega primera je primer s faktorjem z več kot dvema stopnjama, ali primer z več kot enim faktorjem. Vendar kolikor bolj je situacija kompleksna, večja je potreba za primerno planiranje izvajanih eksperimentov. Srečamo se z mnogimi situacijami kjer tratimo čas s pridobivanjem velike količine podatkov, ki imajo zelo majhno informativno vrednost. Potem pa se zahteva od statističarjev, da naknadno analizirajo podatke velikega števila eksperimentov, ki vključujejo mnogo faktorjev. Če predhodno ne načrtujemo, ne moremo dobiti jasnih rezultatov. Običjni vzrok za takšno situacijo je nepreglednost. To pomeni, da so faktorji, ki jih preučujemo kombinirani na takšne načine, da je njihov vpliv, kateri nas zanima, nemogoče določiti. Ta nepreglednost je še posebno prisotna, kadar stopnje vsakega faktorja spreminjamo simultano.

Na primer, če je bil v prej omenjenem primeru modifikacije procesa procesni operator naslednji faktor, ki nas zanima in smo imeli operatorja 1 (oper1), ki je bil odgovoren za originalni proces in je bil drugi operator (oper2) odgovoren za modificiran proces, potem se 2 dvostopenjska faktorja procesne modifikacije in procesnega operatorja pomešata: spremeninjata se od prve do druge stopnje istočasno. Eksperiment, čeprav je ravnotežen (stopnje za vsak faktor se pojavljajo enako pogosto) ni ortogonalen. Tu ni načina, da bi razlikovali med dvofaktorskim učinkom, četudi bi zbrali dodatne podatke z oper2, ki bi bil odgovoren za originalni proces in z oper1, ki bi bil odgovoren za modificiran proces.

Načrtovani eksperimentalni set bi imel obliko kot je prikazana v preglednici 8.4. Set v preglednici 8.4 popolnoma izpolnjuje lastnost ravnotežja in ortogonalnosti. Čeprav je ta dvodimenzionalni set dokaj jasen, če ga obravnavamo kot dvofaktorski (ne glede na število faktorskih stopenj), se situacija spremeni, če vključimo več kot dva faktorja.

Preglednica 8.4: Dvodimenzionalni eksperimentalni set

	Oper1	Oper2
origin. proces	podatki(1,1)	podatki(1,2)
modif.proces	podatki(2,1)	podatki(2,2)

Enostavni način za razumevanje strukture bolj kompliciranih eksperimentov z nekaj faktorji, je prikaz standardne tabele kot je v preglednici 8.5, v kateri črke A, B in C predstavljajo tri faktorje, ki nas zanimajo in oznake -1 in +1 predstavljata prvo in drugo stopnjo (ali njihovo nizko in visoko stopnjo). Navedenih je 8 kombinacij stopenj (poskusov), ki so dejansko vse kombinacije 3 dvostopenjskih faktorjev, ki lahko nastopijo; torej imamo v tem primeru polno faktorsko načrtovanje. Za vsak poskus naveden v preglednici je navedeno kako naj se izvaja. Na primer v četrtem poskusu, eksperimentator drži faktor A na nizki stopnji in faktorja B in C na visoki stopnji. Vrstni red izvajanja posameznih poskusov mora biti idealno naključen. Za vsak poskusom naj bi izvedli več kot eno opazovanje, ki se imenujejo ponavljanja.

Polno faktorsko načrtovanje lahko napišemo tudi za set v preglednici 8.4 kot je navedeno v preglednici 8.6, v kateri A predstavlja faktor procesne modifikacije, kjer je -1 pomeni ni modifikacije in $+1$ pomeni prisotnost modifikacije; B pa predstavlja faktor operatorja, kjer je -1 Oper1 in $+1$ Oper2.

Preglednica: 8.5 Standardna tabela faktorskih eksperimentov, ki vključuje 3 dvo-stopenjske faktorje

Poskus	A	B	C	podatki
1	-1	-1	-1	...
2	-1	-1	+1	...
3	-1	+1	-1	...
4	-1	+1	+1	...
5	+1	-1	-1	...
6	+1	-1	+1	...
7	+1	+1	-1	...
8	+1	+1	+1	...

Preglednica 8.6 Standardna preglednica za eksperiment z 2 dvostopenjskima faktorjema

Poskus	A	B	podatki
1	-1	-1	podatki (1,1)
2	-1	+1	podatki (1,2)
3	+1	-1	podatki (2,1)
4	+1	+1	podatki (2,2)

Popolno faktorsko načrtovanje v preglednicah 8.5. in 8.6 popolnoma izpolnjeta lastnosti ravnotežja in ortogonalnosti: vendar ni nujno, da je eksperiment popoln, da bi imel te lastnosti.. Na primer zapis v preglednici 8.5 lahko razširimo in priredimo na 4. dvostopenjski faktor D in bo še vedno ravnotežen in ortogonalen kar prikazuje preglednica 8.7. Načrt v preglednici 8.7 je delni načrt, ker vsebuje 8 od možnih 16 ($=2^4$) kombinacij faktor-stopnja.

Preglednica 8.7: Ravnotežni in ortogonalni delni načrt 4 dvostopenjskih faktorjev

Poskus	A	B	C	D
1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	+1	+1
3	-1	+1	-1	+1
4	-1	+1	+1	-1
5	+1	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1	-1
7	+1	+1	-1	-1
8	+1	+1	+1	+1

Rečemo, da tukaj uporabljamo :

$\frac{1}{2}$ del od skupaj 2^4 polnih faktorskih kombinacij

Na splošno imamo za k dvostopenjskih faktorjev 2^k možnih kombinacij stopenj (poskusov), ki jih lahko vključimo. Polna faktorska analiza tako zahteva 2^k poskusov. Običajno zaradi omejitev možnosti eksperimentiranja izvedemo le:

$1/2^p$ del polnih faktorskih kombinacij,

kjer je ($1 < p < k$), kar pripelje do zahteve, da izvedemo:

$1/2^p \times 2^k = 2^{k-p}$ poskusov.

Takšno načrtovanje se imenuje 2^{k-p} faktorsko načrtovanje. Tako je na primer načrt v preglednici 8.7:

2^{4-1} faktorski načrt

Na splošno lahko govorimo o m^{k-p} faktorskih načrtih, ki so:

$1/m^p$ del od polnih m^k faktorskih kombinacij (načrtov),

kjer študiramo k faktorjev, ki ima vsak m stopenj.

8.2.1 Glavni in interakcijski učinki

Načrtujemo na takšen način, da lahko določimo glavne učinke (ki nas zanimajo) vključenih faktorjev; za glavni učinek smatramo posamezen prispevek faktorja k skupni variabilnosti. Seveda pa lahko ločeno od glavnih učinkov iščemo stopnjo do katere je vrednost odziva, ki je povezana s spremembami stopnje enega faktorja odvisna od stopnje drugega ali več drugih faktorjev. To je interakcijski učinek. Z drugimi besedami faktor A je v interakciji s faktorjem B, če je učinek A signifikantno različen glede na stopnje B. V regresijski analizi, lahko njuno interakcijo vključimo v regresijski model z enostavnim tvorjenjem druge spremenljivke, ki je produkt $A \times B$. V faktorskih eksperimentih lahko številčno določanje glavnega in interakcijskega učinka določimo z uporabo tehnike analize sipanja.

Interakcija lahko pojasnimo z obravnavo kemičnega eksperimenta. Predstavljajmo si štiri podobne površine zemlje, kjer je bila ena površina obdelovana s K-umetnim gnojilom, eno z nitratnim umetnim gnojilom, ena z nobenim in ena z obema. Enak posevek je bil narejen na vseh površinah in rezultirajoči pridelek (v tonah na ha) je podan v naslednji dvokrižni preglednici

	brez kalija	s kalijem
brez nitrata	2	3
z nitratom	3	8

Lahko upravičeno pričakujemo, ker sam nitrat poveča donos za eno enoto in tudi kalijevo gnojilo samo poveča donos za enak donos, da bo kombinacija nitrata in kalijevega gnojila povečala donos na 4 (dvakrat toliko kot negnojena zemlja), vendar pa vidimo, da kombinacija gnojil poveča donos na 8 (štirikrat toliko kot pri negnojeni zemlji). Vzrok za nepričakovan rezultat je v tem, da ločen učinek ni popolnoma aditiven; vpliv kombinacije gnojil daje donos, ki je neproporcionalno boljši kot pričakovan, to je učinek, ki so ga poimenovali interakcija.

Študij načrtovanja eksperimentov sedaj lahko razširimo tako, da priredimo kolone z ustreznim interakcijskim učinkom, kar je prikazano na primeru v preglednici 8.8, kjer je načrt iz preglednice 8.7 preurejen tako da je vključena dodatna kolona, ki ustreza interakcijskemu učinku med faktorjema A in B, ki je označena kot $A \times B$. Vpise v zadnjo kolono $A \times B$ lahko enostavno določimo z enostavnim množenjem členov v ustreznih kolonah faktorjev, ki sta udeležena v interakciji, to je kolone A in kolone B, kot je prikazano spodaj:

A	B	$A \times B$
$(-1) \times (-1)$		$= +1$
$(-1) \times (-1)$		$= +1$
$(-1) \times (+1)$		$= -1$
$(-1) \times (+1)$		$= -1$
$(+1) \times (-1)$		$= -1$
$(+1) \times (-1)$		$= -1$
$(+1) \times (+1)$		$= +1$
$(+1) \times (+1)$		$= +1$

Preglednica 8.8: 2^{4-1} faktorsko načrtovanje z interakcijsko kolono

Poskus	A	B	C	D	$A \times B$
1	-1	-1	-1	-1	+1
2	-1	-1	+1	+1	+1
3	-1	+1	-1	+1	-1
4	-1	+1	+1	-1	-1
5	+1	-1	-1	+1	-1
6	+1	-1	+1	-1	-1
7	+1	+1	-1	-1	+1
8	+1	+1	+1	+1	+1

To je glavni razlog, da predstavljamo stopnje dvostopenjskih faktorjev z -1 in $+1$. Opozoriti je potrebno, da če uporabljamo načrt iz preglednice 8.8 za izvajanje eksperimentov, med eksperimentiranjem zadnjo kolono ne upoštevamo (interakcija), upoštevamo le prve štiri kolone za označevanje specifične nastavitve faktorjev, ki jih preiskujemo.

8.3 Prekrivanje

Načrt v preglednici 8.8 zadrži lastnost ravnotežja in ortogonalnosti izvirnega načrta v preglednici 8.7. Dejansko lahko dodamo še dve interakcijski koloni in ti dve lastnosti bomo še vedno zadržali, glej primer v preglednici 8.9.

Preglednica 8.9 2^{4-1} faktorski načrt s tremi interakcijskimi kolonami

Poskus	A	B	C	D	A×B	A×C	B×C
1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
2	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1
4	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1
5	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1
7	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Če bi vnesli kolono, ki bi vključevala interakcijo $A \times D$, bi ugotovili, da je ta identična s kolono $B \times C$. Ta učinek se imenuje prekrivanje in povzroči mešanje učinkov. To je posledica dejstva, da delamo z delnimi faktorskimi kombinacijami in ne z polnimi faktorskimi kombinacijami; manj je poskusov večje je prekrivanje.

Torej če delamo z načrtom iz preglednice 8.9 učinka $B \times C$ in $A \times D$ interakcij ne moremo razlikovati. Rečemo da učinka $A \times D$ in $B \times C$ pripadata isti prekriti skupini. Eksperimentalno načrtovanje mora biti tako izbrano, da ni dveh učinkov, ki nas zanimajo, ki bi pripadala isti prekriti skupini. Seveda, če je od prejšnjih izkušenj ali inženirske presoje znano, da na primer $A \times D$ interakcijski učinek ni značilen, lahko nadaljujemo z načrtovanjem, ki je prikazano v preglednici 8.9 in pripišemo vsakršen učinek $B \times C$ in ne $A \times D$. Seveda pa je edini način, da se izognemo prekrivanju, uporaba polnih faktorskih kombinacij. Če želimo uporabljati delno načrtovanje eksperimentov (in jih zato izvesti bolj ekonomično), je prekrivanje učinkov cena, ki jo moramo plačati.

Vsekakor pa prejšnje izkušnje ali zgolj zdrav razum lahko pomaga da lahko izvedemo uspešne delne eksperimente. Na primer načrt kot je v preglednici 8.9 lahko priredimo za študij 4 glavnih učinkov in tudi vse dvojne interakcije med 3 faktorji (od 4), kar je lahko dovolj. Cena, ki jo plačamo je da izgubimo informacije med dvojnimi interakcijami, ki vključuje četrti faktor in seveda vse višje inerakcije (kot na primer $A \times B \times C$). Toda če eksperimentalne možnosti dovoljujejo zgolj 8 eksperimentalnih poskusov, potem ni boljše alternative (polni faktorski načrt bi zahteval 16 poskusov).

Razen, morda pri kemijskih poskusih, je malo opravičil za uporabo polnih faktorskih poskusov, zaradi majhne verjetnosti, da bi bile lahko nekatere višje interakcije (tretjega ali višjega reda) pomebne. To lahko vključuje višje stroške

kot je utemljeno. Polni faktorski načrti so dragi, posebno kadar moramo proučevati več kot dve stopnji. Na primer 4 faktorji, ki imajo tri stopnje zahtevajo 81 (3^4) eksperimentalnih poskusov. Eksperimentalni načrt v preglednici 8.9 je zelo fleksibilen in dovoljuje mnogo variant eksperimentov. Če preuredimo in preoznačimo ta načrt v takšnega kot je v preglednici 8.10 ga lahko uporabljamo za študij:

1. Glavnega učinka 3 faktorjev (v kolonah A, B in D) in vse možne interakcije med njimi to je 2^3 faktorskih kombinacij.
2. Ali glavne učinke 4 faktorjev (A, B, D in G) in tri interakcije ($A \times B$, $A \times D$ in $B \times D$) to je 2^{4-1} faktorskih kombinacij.
3. Ali glavni učinek 5 faktorjev (A, B, D, F, in G) in dve dvostopenjske interakcije enega faktorja z dvema drugima ($A \times B$ in $A \times D$) to je 2^{5-2} faktorskih kombinacij.
4. Ali glavni učinek 6 faktorjev (A, B, D, E, F in G) in eno dvostopnjsko interakcijo ($A \times B$) to je 2^{6-3} faktorskih kombinacij.
5. Ali glavni učinek 7 faktorjev (A, B, C, D, E, F in G) brez interakcij to je 2^{7-4} faktorskih kombinacij.

Prvi primer predstavlja polno faktorsko kombinacijo, medtem ko so primeri 2 do 5 delne faktorske kombinacije in vključujejo glavne učinke z nekaterimi interakcijami.

Preglednica 8.10: Ortogonalni načrt z 3,4, ali 7 glavnimi učinki

Poskus	A	B	C $A \times B$	D	E $A \times D$	F $B \times D$	G $A \times B \times D$
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

8.4 Konstrukcija delnih načrtov

Načrtovanje eksperimentov vključuje prilagajanje eksperimentalnih možnosti in predvidevanj, katerim prilagodimo glavne ali interakcijske učinke, ki jih proučujemo. Na razpolago imamo mnogo že pripravljenih načrtov za večino eksperimentalnih zahtev, lahko pa se poslužimo nekaterih enostavnih pravil, ki jih upoštevamo pri pripravi načrta.

Jasno je, da ni težav pri konstruiranju polnega faktorskega načrta, za primer ko je število faktorjev, ki jih proučujemo majhno in ko predpostavljamo, da čas ni pomeben. Vse kar moramo narediti je, da napišemo vse možne

kombinacije faktorskih stopenj. Kadar pa delamo delne faktorske načrte (to je bolj pogosto), pa potrebujemo nekatere sistematične postopke pri konstruiranju.

8.4.1 Začetek z polnim faktorskim načrtom

V primeru, da proučujemo manjše število faktorjev, potem delni faktorski načrt konstruiramo tako, da najprej konstruiramo ustrezni polni faktorski načrt, ki ga nato na ustrezen način razdelimo na dve ali več (ekvivalentnih) podnačrtov. Vsak od teh podnačrtov lahko uporabimo za delni faktorski načrt. To bomo ponazorili za primer ko moramo proučiti 3 dvostopenjske faktorje (A, B in C) in imamo eksperimentalno možnost samo za štiri poskuse (namesto 8, ki se zahtevajo za polni faktorski načrt).

Najprej konstruiramo 2^3 (polni) faktorski načrt vseh možnih faktorskih stopenj (8), zato kreiramo kolone A, B in C, ki jim dodamo interakcijske kolone A×B, A×C, B×C in A×B×C v katerih enostavno množimo vrednosti v kolonah, ki so udeležene v interakciji (za ta namen uporabljamo označbe -1 in +1 za faktorske stopnje). Preglednica 8.11 prikazuje nastali ravnotežni in ortogonalni faktorski načrt. Opozorimo, da je nastala preglednica ekvivalentna preglednici 8.9 ali 8.2 in 8.10.

Preglednica 8.11: 2^3 faktorski načrt

Poskus	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
2	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
4	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
5	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
7	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Glede na to, da imamo možnost samo za 4 poskuse poiščemo polovični delež polnega faktorskega načrta s katerim bomo določili učinek A, B in C faktorjev. Načrt mora biti takšen, da vsaj pri glavnih učinkih ne bo prišlo do prekrivanja. Enostaven način, da to storimo, je uporaba tristopenjske interakcije A×B×C kot 'noža' za rezanje polnega faktorskega načrta. Polni faktorski načrt torej lahko razdelimo na dva dela:

1. del: Vse tiste poskuse, ki imajo A×B×C na nizki stopnji (-1), to je poskuse 1,4,6 in 7.
2. del: Vse tiste poskuse, ki imajo A×B×C na visoki stopnji (+1) to je poskuse 2,3,5 in 8.

Dva dela sta prikazana v preglednici 8.12. Ugotovimo, da vsak del predstavlja 2^{3-1} (delni) faktorski načrt.

Preglednica 8.12 Dva dela 2^3 faktorskega načrta

Poskus	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1. del							
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
4	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
7	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
2. del							
2	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
5	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Pregled obeh delov v preglednici 8.12 omogoča naslednje zaključke:

1. Ni načina, da bi proučevali učinek tristopenjske interakcije A×B×C v enem ali drugem delu (stopnja ne spreminja znaka).
2. V vsakem delu je vsaka dvostopenjska interakcijska kolona identična z glavno faktorsko kolono (razen morda v drugačnih oznakah v prvem delu). To pomeni, da se vsaka dvostopenjska interakcija v 1. in 2. delu prekriva z glavnim učinkom. Dejansko se A prekriva z B×C B se prekriva z A×C in C se prekriva z A×B.

Torej ne moremo istočasno proučevati privzetih učinkov (kot je A in B×C). Če nas zanimajo vsi trije faktorji A, B in C (katerih učinek ni medsebojno prekrit), moramo privzeti, da interakcijski učinki niso pomembni.

Vsak del v preglednici 8.12 se imenuje blok. V splošnem primeru dvostopenjskih faktorjev lahko delimo polni faktorski načrt v dva delna tako, da uporabljamo višjo interakcijo kot 'nož'. Lahko pa razdelimo polni načrt v četrtinske dele z uporabo dveh višjih interakcij (eno za drugo) in tako naprej. Splošno če imamo p interakcij lahko dobimo največ

$$1/2^p \times 2^k = 2^{k-p} \text{ delnih načrtov}$$

Interakcije višjega reda, ki jih uporabljamo na ta način se imenujejo *definirajoči kontrast*.

8.4.2 Uporaba latinskih kvadratov

Na splošno je načrtovanje z latinskimi kvadrati tri faktorsko načrtovanje eksperimentov pri katerem je vsaka stopnja vsakega faktorja kombinirana le enkrat z vsako stopnjo dveh drugih faktorjev. Originalno se je uporabljala za študij enega zanimivega faktorja z uporabo kvadratnega formata. Glej primer v preglednici 8.3 za 3×3 latinski kvadrat in preglednico 8.13 za 4×4 latinski kvadrat. Vsaka črka a, b in tako naprej v obeh preglednicah predstavlja faktorsko stopnjo. Vidimo, da se na primer stopnja a v preglednici 8.13 pojavi enkrat v vsaki koloni in vsaki vrstici, enako velja za stopnje b, c in d .

Preglednica 8.13: 4×4 latinski kvadrat

	kolona			
vrstica	1	2	3	4
1	a	b	c	d
2	b	c	d	a
3	c	d	a	b
4	d	a	b	c

Preglednica 8.14: Načrt latinskega kvadrata v tabelarični obliki

poskus	faktor kolone	faktor vrstice	3. faktor
1	1	1	a
2	1	2	b
3	1	3	c
4	1	4	d
5	2	1	b
6	2	2	c
7	2	3	d
8	2	4	a
9	3	1	c
10	3	2	d
11	3	3	a
12	3	4	b
13	4	1	d
14	4	2	a
15	4	3	b
16	4	4	c

8.4.3 Plackett Burmanovo načrtovanje

Prvič sta te načrte leta 1947 uvedla Plackett in Burman (1946) in so zelo primerni za primere kadar so eksperimentalne možnosti omejene in kadar želimo proučevati predvsem glavne učinke.

Načrte konstruiramo s pomočjo razmnoževalnih vektorjev ali z razmnoževalnimi kvadratnimi bloki. Kadar predvidevamo razmnoževalni vektor, ga najprej zapišemo v kolono. Drugo kolono dobimo s premikanjem prejšnje kolone navzdol za eno vrstico in postavljanjem zadnjega elementa na prvo pozicijo. To ponavljamo toliko časa, da dobimo toliko kolon kolikor elementov ima razmnoževalni vektor. Končno dodamo vrstico elementov, ki imajo vsi prvo stopnjo.

Tako z uporabo razmnoževalnega vektorja:

(2 2 2 1 2 1 1)

dobimo eksperimentalni načrt, ki je v preglednici 8.15.

Preglednica 8.15: Plackett Burmanov načrt

2	1	1	2	1	2	2
2	2	1	1	2	1	2
2	2	2	1	1	2	1
1	2	2	2	1	1	2
2	1	2	2	2	1	1
1	2	1	2	2	2	1
1	1	2	1	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1

8.4.4 Prepoznavanje interakcijskih kolon

Za tiste razvrstitve, ki omogočajo študij interakcij je Taguchi podal enostaven način za prepoznavanje interakcijskih kolon. V ta namen bomo uporabili trikotno interakcijsko matriko kot je v preglednici 8.16 in pripada načrtu, ki je prikazan v preglednici 8.10. Vpis se nanaša na kolono z dvojno interakcijo med faktorji kolon, katerih pozicija je ravno tako označena s številkami kolon. Na primer vpis 5 v prvi vrstici trikotne matrike v preglednici 8.16 pomeni, da interakcijo med faktorjema v koloni 1 in 4 lahko pripišemo koloni 5. Ravno tako vpis 7 v drugi vrstici pomeni, da če izberemo dva faktorja v kolonah 2 in 5, je njihova interakcija predstavljena v koloni 7.

Preglednica 8.16: Interakcijska matrika

kolona	št. kolone						
	1	2	3	4	5	6	7
1	-	3	2	5	4	7	6
2		-	1	6	7	4	5
3			-	7	6	5	4
4				-	1	2	3
5					-	3	2
6						-	1

8.5 Analiza sipanja

Ko imamo primeren eksperimentalni načrt in ko dobimo eksperimentalne rezultate, so potrebni tudi primerni postopki statistične analize. Ti postopki se razlikujejo od tistih, ki jih običajno uporabljamo pri eksperimentih ko naenkrat spreminjamo samo en faktor, kjer zaključke sprejemamo na podlagi enostavne primerjave rezultatov poskusa s prejšnim poskusom. S primerno načrtovanimi eksperimenti z analizo počakamo dokler ne izvršimo vseh eksperimentalnih poskusov (razen v primerih, kjer je jasno, da so nadaljni poskusi nepotrebni); nato pa sledi statistična analiza eksperimentalnih podatkov.

Osnova ideja ANOVA analize je razbiti skupno variabilnost (eksperimentalnih rezultatov) v komponente sipanja in potem oceniti njihov pomen. Komponente sipanja bodo tiste, ki so povezane z faktorskimi učinki (glavni in interakcijski) in tiste, ki so povezane z naključno variabilnostjo, ki ga običajno označujemo kot preostanek; preostanek lahko smatramo kot količino sipanja, ki jo lahko pričakujemo, če nobeden od vključenih faktorjev ne bi imel nobenega učinka. To lahko zapišemo:

$$\text{skupno sipanje} = \text{sipanje zaradi učinka faktorjev} + \text{preostanek} \quad (8.1)$$

Pomen komponent sipanja, ki so povezane z učinki faktorjev se ocenjuje s primerjanjem s preostankom. Za ta namen se priredi običajni F-test za primerjavo sipanj.

ANOVA tehniko bomo prikazali s pomočjo primera.

PRIMER 8.1

Dve telefonski družbi posredujeta storitve na določenem področju. Gre za dve vrsti storitev: zasebne in poslovne. Narejena je bila TV oglaševalna akcija za obe firmi in opravljena je bila študija za oceno ali je prišlo do povečane uporabe telefonskih storitev kot rezultat akcije. Naključno so bile izbrane tri telefonske linije za vsako družbo in vsako vrsto storitve in beležili so število telefonskih klicev v teh telefonskih linijah v določenem časovnem obdobju pred in po akciji.

Tu so značilni trije zanimivi faktorji, vsak ima dve stopnje:

faktor	Stopnja	
	1	2
A oglaševanje	pred	potem
B telefonska družba	družba 1	družba 2
C vrsta storitve	zasebna	poslovna

Preglednica 8.17: Podatki o uporabi telefona (primer 8.1)

poskus	A	B	C	podatki (št. tel. klicev v tisočih)
1	1	1	1	1,3,4
2	1	1	2	4,4,8
3	1	2	1	3,4,7
4	1	2	2	3,5,6
5	2	1	1	2,1,2
6	2	1	2	5,7,7
7	2	2	1	4,5,4
8	2	2	2	3,5,5

V študiji so bile upoštevane vse kombinacije stopenj, zato imamo polni faktorski načrt, ki je prikazan v preglednici 8.17 skupaj z zabeleženimi podatki (število telefonskih klicev).

Uporabili bomo ANOVA tehniko za analizo podatkov v standardizirani obliki v kateri nastopajo v preglednici 8.17 in ne v tisočih. To je dovoljeno, ker smo v tem primeru vse podatke delili s 1000. Zaključki analize bodo natančno enaki kot če bi analizirali dejanske podatke.

Spomnimo se da je merilo variabilnosti vsota kvadratov odstopanj opazovanih vrednosti od središčne vrednosti. Na tej osnovi lahko napišemo, da je trditev (8.1) ekvivalentna trditvi:

$$\text{skupna vsota kvadratov (SVK)} = \text{vsota kvadratov za faktorske učinke (VK}_F\text{)} + \text{vsota kvadratov za preostanek (VK}_e\text{)} \quad (8.2)$$

Obstoji tudi analogna relacija med stopnjo svobode vsakega člena v izrazu (8.2):

$$\text{skupna ss} = (\text{vsota ss za učinke}) + (\text{ss za preostanek})$$

Obstoje enostavne formule za računanje različnih členov v (8.2); običajno je da računamo vsak člen razen VK_e, ki ga dobimo z odštevanjem. Postopek, ki je prikazan v nadaljevanju je uporaben za večino primerov.

8.5.1 ANOVA formula za skupno vsoto kvadratov (SVK)

Najprej izračunamo korekcijski faktor (KF):

$$KF = \frac{(\text{skupna vsota vseh opazovanj})^2}{\text{skupno število vseh opazovanj}} = \frac{(\sum y_i)^2}{n} \quad 8.3$$

KF se uporablja za korekcijo vsote vseh kvadratov opazovanj

$$\sum y_j^2$$

da dobimo (korigirano skupno vsoto kvadratov, SVK)

$$SVK = \sum y_j^2 - KF \quad 8.4$$

Samoumevno je, da je stopnja svobode SKV $ss_{sk} = n-1$ in, da razmerje SKV/ ss_{sk} omogoča ocenjevanje skupne variabilnosti, ki je vključena v eksperimentalnih rezultatih. Za naš primer imamo:

$$KF = \frac{(102)^2}{24} = 433,5$$

in naprej:

$$SVK = (1^2 + 3^2 + 4^2 + \dots + 5^2) - 433,5 = 80,5$$

ter:

skupna ss = 24-1 = 23

8.5.2 ANOVA formula za glavne učinke

Za vsoto kvadratov glavnih učinkov k-stopnejskega faktorja A z m opazovanji, ki se nanašajo na vsako stopnjo A(i) i = 1, ..., k, imamo:

$$VK_A = \frac{(A_1)^2 + \dots + (A_k)^2}{m} - KF \quad (8.5)$$

kjer je A_i vsota skupnih opazovanj na stopnji A(i), i = 1, ..., k.. Če je število opazovanj na stopnjo različno, recimo m_i potem imamo:

$$VK_A = \frac{(A_1)^2}{m_1} + \dots + \frac{(A_k)^2}{m_k} - KF \quad (8.9)$$

Stopnja svobode, ki se nanaša k-stopnjo faktorja (ali k-stopenjsko kolono v ravnotežnem načrtu je enaka k-1.

V našem primeru imamo n=24 in k=2, poleg tega se stopnja ena faktorja A nanaša na 12 opazovanj v prvih štirih poskusih in stopnja dva na 12 opazovanjih v zadnjih 4 poskusih (preglednica 8.17). Zato:

$$\begin{aligned} VK_A &= \frac{(A_1)^2 + \dots + (A_2)^2}{m} - KF \\ &= \frac{(1+3+\dots+5+6)^2 + (2+1+\dots+5+5)^2}{12} - 433,5 \\ &= \frac{(52)^2 + (50)^2}{12} - 433,5 \quad \text{kjer je } ss_A = k - 1 = 2 - 1 = 1 \end{aligned}$$

Razmerje VK_A/ss_A , ki se imenuje povprečna vsota kvadratov za faktor A (PVK_A) omogoča ocenjevanje vrednosti variabilnosti eksperimentalnih rezultatov, ki se nanaša na faktor A. Torej:

$$PVK_A = 0,17/1 = 0,17$$

Podobno imamo:

$$\begin{aligned} VK_B &= \frac{(B_1)^2 + \dots + (B_2)^2}{m} - KF \\ &= \frac{(1+\dots+8+2+\dots+7)^2 + (3+\dots+6+4+\dots+5)^2}{12} - 433,5 \\ &= \frac{(48)^2 + (54)^2}{12} - 433,5 \quad ss_B = 1 \end{aligned}$$

in

$$VK_C = \frac{(40)^2 + (62)^2}{12} - 433,5 = 20,17 \quad (ss_C = 1)$$

8.5.3 ANOVA formula za interakcije

V prejšnjih točkah smo videli kako lahko konstruiramo interakcijske kolone ali kako jih lahko prepoznamo s pomočjo interakcijskih matrik. Načrt iz preglednice 8.17, ki je kompletiran z interakcijskimi kolonami je prikazana v preglednici 8.18.

Preglednica 8.18 Eksperimentalni načrt z interakcijskimi kolonami

poskus	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C	podatki (št. tel. klicev v tisočih)
1	1	1	1	1	1	1	1	1,3,4
2	1	1	2	1	2	2	2	4,4,8
3	1	2	1	2	1	2	2	3,4,7
4	1	2	2	2	2	1	1	3,5,6
5	2	1	1	2	2	1	2	2,1,2
6	2	1	2	2	1	2	1	5,7,7
7	2	2	1	1	2	2	1	4,5,4
8	2	2	2	1	1	1	2	3,5,5

Za računanje vsote kvadratov interakcijskih učinkov uporabljamo podobne formule kot sta (8.5.) in (8.6), kjer vzamemo interakcijsko kolono kot faktorsko kolono, s stopnjama kot sta navedeni v kolonah. Tako za računanje vsote kvadratov za interakcijo A×B uporabljamo četrto kolono v preglednici 8.18 in uporabimo formulo (8.5) kakor, da imamo še en faktor v tej koloni:

$$VK_{A \times B} = \frac{([A \times B]_1)^2 + ([A \times B]_2)^2}{m} - KF$$

$$= \frac{(1 + .3 + \dots + 5 + 5)^2 + (3 + 4 + \dots + 7 + 7)^2}{12} - 433,5 = 0,17$$

Podobno izračunamo tudi:

$$VK_{A \times C} = 1,5;$$

$$VK_{B \times C} = 20,17$$

$$VK_{A \times B \times C} = 1,5$$

8.5.4 Preostanek

Ko imamo izračunane vsote kvadratov za vse neprekrute učinke, lahko enostavno izračunamo preostanek vsote kvadratov (ali napako vsote kvadratov VK_e z odštevanjem od skupne vsote kvadratov: (SVK):

napaka vsote kvadratov = SVK-(seštevek VK za vse neprekrute učinke)

V našem primeru imamo:

$$VK_e = SVK - VK_A - VK_B - VK_C - VK_{A \times B} - VK_{A \times C} - VK_{B \times C} - VK_{A \times B \times C}$$

z

$$SS_e = SS_{sk} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{A \times B} - SS_{A \times C} - SS_{B \times C} - SS_{A \times B \times C}$$

torej:

$$VK_e = 80,5 - 0,17 - 1,5 - 20,17 - 0,17 - 1,5 - 20,17 - 1,5 = 35,3$$

in

$$SS_e = 23 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 = 16$$

Razmerje VK_e/SS_e , povprečje vsote kvadratov preostanka (PVK_e) predstavlja količino variabilnosti, ki ostane ko odštejemo komponente sipanja glavnih in interakcijskih učinkov.

8.5.5 ANOVA preglednica

Razčlenjene rezultate vsot kvadratov običajno prikazujemo v ANOVA preglednici, ki ima obliko kot v primeru preglednice 8.26. Zadnja kolona v preglednici je kolona F-razmerij. To so razmerja, ki se uporabljajo za primerjavo sipanj. Tu imajo popolnoma enak pomen: za primerjanje sipanj, ki pripadajo določenemu (glavnemu ali interakcijskemu) faktorskemu učinku s sipanjem, ki pripada naključnosti (sipanje preostanka). Na ta način lahko ocenimo pomen učinka. Če je F-razmerje veliko (pravilo palca: večji kot 4) rečemo da je učinek pomemben, z drugimi besedami, ugotovljeno sipanje ne moremo pripisati naključju. Seveda uporabljamo kritične vrednosti iz enostranskih F- preglednic na običajen način za določeno stopnjo sigurnosti.

Preglednica 8.19: ANOVA preglednica

vir	ss	VK	PVK=VK/ss	F-razmerje
A	ss_A	VK_A	$PVK_A = VK_A/ss_A$	PVK_A/PVK_e
B	ss_B	VK_B	$PVK_B = VK_B/ss_B$	PVK_B/PVK_e
...				
A×B	$ss_{A \times B}$	$VK_{A \times B}$	$PVK_{A \times B} = VK_{A \times B}/ss_{A \times B}$	$PVK_{A \times B}/PVK_e$
...				
preostanek	ss_e	VK_e	$PVK_e = VK_e/ss_e$	
vsota	ss_{sk}	SVK		

Preglednica 8.20: ANOVA preglednica za primer 8.1

vir	ss	VK	PVK=VK/ss	F-razmerje	
A	1	0,17	0,17	0,08	
B	1	1,5	1,5	0,68	
C	1	20,17	20,17	9,13	pomenbno pri 1%
A×B	1	0,17	0,17	0,08	
A×C	1	1,5	1,5	0,68	
B×C	1	20,17	20,17	9,13	pomebno pri 1%
A×B×C	1	1,5	1,5	0,68	
preostanek	16	35,3	2,21		
vsota	23	80,5			

Za primer 8.1 je ANOVA preglednica prikazana v preglednic 8.27. Jasno je, da imamo edina značilna učinka za C (glavni učinek) in za B×C (interakcija). Za potrditev je potrebno primerjati ustrezna F-razmerja s kritičnimi vrednostmi v F. preglednici (preglednica 8.21. Za stopnjo svobode 1 za števec in 16 stopnej svobode za imenovalec imamo:

$$kv(1,16;5\%) = 4,49 \text{ in } kv(1,16; 1\%) = 8,53$$

Ker je $9,13 > kv(1,16; 1\%)$

lahko dejansko sprejmemo pomebnost za faktor C (vrsta storitve) in za interakcijo med C in B (telefonska firma) na 1 % stopnji (kjer sprejmemo tveganje, le 1 % napake). Tako je jasen zaključek, da TV oglaševalska akcija (faktor A) nima nobenega učinka na uporabo telefona, ki je dejansko odvisna od tega ali so klici zasebni ali poslovni in odvisna tudi od tega katera telefonska družba posreduje servis

Za bolj natančne zaključke je potrebno raziskati skupno vsoto stopenj pomembnih učinkov, ki so:

za faktor C: $C_1 = 40$, $C_2 = 62$

za interakcijo $B \times C$: $B_1C_1 = 13$; $B_1C_2 = 35$, $B_2C_1 = 27$, $B_2C_2 = 27$

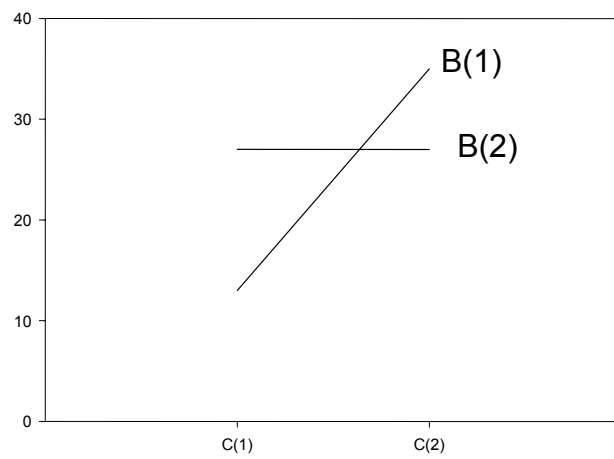
za faktor B: $B_1 = 48$, $B_2 = 54$

Zgornje lahko ponazorimo z grafom. Slika 8.1 prikazuje lastnost faktorjev B in C, medtem ko slika 8.2 ponazarja interakcijski učinek $B \times C$. Iz slike 8.1 je jasno, da stopnja 2 faktorja C, tj. poslovni klici, vključuje večino telefonskih klicev, kjer faktor B (telefonska družba) ne vpliva na uporabo telefonskih klicev. To lahko potrdimo s pomočjo ANOVA preglednice 8.20.

Seveda pa bi, če bi zaključevali samo na podlagi slike 8.1, napačno sklepali, da je vrsta storitve vedno pomemben faktor za uporabo telefona, ne glede na telefonsko družbo. Toda slika 8.2 ponazarja, da je vrsta storitve (faktor C) pomembna le za telefonsko družbo 1 (stopnja B(1) in ne za družbo 2.

Dejansko je graf na sliki 8.2 tipičen graf, ki kaže močan interakcijski učinek. Če bi bil interakcijski učinek neznačilen, potem bi bile obe premici na sliki 8.2 vzporedni..

Slika 8.1 Grafična predstavitev glavnih učinkov faktorjev B in C (primer 8.1)



Slika 8.2 Grafična predstavitev interakcijskega učinka za $B \times C$ (primer 8.1)

Preglednica 8.21: Kritične vrednosti za F-test (enostranski) -del

ss za imen	stopnja svobode za števec												
	α	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,10	39,9	39,9	53,6	55,8	57,2	58,2	58,9	59,4	59,9	60,2	60,5	60,7
	0,05	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
2	0,10	8,53	9,00										
	0,05	18,5	19,0										
	0,01	98,5	99,0										
3	0,10	5,54	5,46										
	0,05	10,1	9,55										
	0,01	34,1	30,8										
4	0,10	4,54	4,32										
	0,05	7,71	6,94										
	0,01	21,2	18,0										
5	0,10	4,06	3,78										
	0,05	6,61	5,79										
	0,01	16,3	13,3										
6	0,10	3,78	3,46										
	0,05	5,99	5,14										
	0,01	13,7	10,9										
7	0,10	3,59	3,26										
	0,05	5,59	4,74										
	0,01	12,2	9,55										
8	0,10	3,46	3,11										
	0,05	5,32	4,46										
	0,01	11,3	8,65										
9	0,10	3,36	3,01										
	0,05	5,12	4,26										
	0,01	10,6	8,02										
10	0,10	3,28	2,92										
	0,05	4,96	4,10										
	0,01	10,0	7,56										
11	0,10	3,23	2,86										
	0,05	4,84	3,98										
	0,01	9,65	7,21										
12	0,10	3,18	2,81										
	0,05	4,75	2,89										
	0,01	9,33	6,93										
13	0,10	3,14	2,76										
	0,05	4,67	3,81										
	0,01	9,07	6,70										
14	0,10	3,10	2,73										
	0,05	4,60	3,74										
	0,01	8,86	6,51										
15	0,10	3,07	2,70										
	0,05	4,54	3,68										
	0,01	8,68	6,36										
16	0,10	3,05	2,67										
	0,05	4,49	3,63										
	0,01	8,53	6,23										

9 Zagotavljanje kakovosti in standardi družine ISO 9000

9.1 Splošno o standardizaciji

Standardi so dokumentirani dogovori, ki vsebujejo tehnične specifikacije ali druge natančne kriterije, ki se dosledno uporabljajo kot pravila, vodila ali definicije karakteristik zaradi zagotavljanja, da materiali, izdelki, procesi ali storitve ustrezajo svojemu namenu.

Standard nastane s konsenzom in ga odobri priznani organ in določa pravila, smernice ali značilnosti za dejavnosti in njihove rezultate ter je namenjen za občo in večkratno uporabo in je usmerjen v doseganje optimalne stopnje urejenosti na danem področju.

Vrste normativnih dokumentov:

- **mednarodni standard;** standard, ki ga sprejme mednarodna organizacija za standardizacijo in je dosegljiv javnosti,
- **regionalni standard;** standard, ki ga sprejme regionalna organizacija za standardizacijo in je dosegljiv javnosti,
- **nacionalni standard;** standard, ki ga sprejme nacionalni organ za standarde in je dosegljiv za javnost,
- **predstandard;** dokument, ki ga standardizacijski organ sprejme začasno ter je dosegljiv javnosti, da se na ta način lahko iz njegove uporabe pridobijo potrebne izkušnje, ki bodo podlaga za standard,
- **tehnična specifikacija;** dokument, ki predpisuje tehnične zahteve, ki jih mora izpolnjevati proizvod, proces ali storitev,
- **kodeks ravnanja;** dokument, ki priporoča ravnanje ali postopke za načrtovanje, proizvodnjo, namestitve, vzdrževanje ali uporabo opreme, konstrukcij ali proizvodov.
- **predpis;** dokument, ki določa obvezujoča zakonska ali na zakonu temelječa pravila in ga sprejme organ oblasti,
- **tehnični predpis;** predpis, ki določa obvezujoča zakonska ali na zakonu temelječa pravila in ga sprejme organ oblasti,

Vrste standardov:

- **osnovni standard;** Standard, ki obravnava široko področje ali vsebuje splošna določila za določeno področje,
- **terminološki standard;** standard, ki obravnava izraze, ki jih ponavadi spremljajo definicije, včasih tudi pojasnila, ilustracije, primeri itd.
- **preskuševalni standard;** standard, ki obravnava metode preskušanja, ki jih včasih dopolnjujejo druga določila, povezana s preskušanjem, kot na primer vzorčenje, uporaba statističnih metod in zaporedje poskusov,
- **standard za proizvod;** standard, ki specificira zahteve, ki jih mora izpolnjevati proizvod ali skupina proizvodov, da se zagotovi njegova (njihova) ustreznost namenu,
- **procesni standard;** standard, ki specificira zahteve, ki jih mora izpolnjevati proces, da se zagotovi njegova ustreznost namenu,

- **storitveni standard;** standard, ki specificira zahteve, ki jih mora izpolnjevati storitev, da se zagotovi njena ustreznost namenu.

Sklicevanje na standarde v predpisih:

- **obvezni standard;** standard, katerega uporaba postane obvezna na podlagi splošnega zakona ali izrecnega sklicevanja v predpisu,
- **sklicevanje na standarde (v predpisih);** sklicevanje na enega ali več standardov namesto podajanja podrobnih določil v predpisu.

Slovenski, evropski in mednarodni standardi:

- **slovenski standardi;** za slovenske standarde je pristojen Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST); glede na to, da je Slovenija pridružena članica EU in da ima z njo največji del gospodarskega sodelovanja, imajo prednost pri sprejemanju novih slovenskih standardov evropski standardi; če za posamezno področje, kjer obstaja interes, ni evropskega standarda, potem v Sloveniji privzamemo mednarodni standard.
- **evropski standardi;** so tehnični dokumenti, ki nastajajo v evropskih organizacijah za standardizacijo:
 - **CEN** Evropski komite za standardizacijo
 - **CENELEC** Evropski komite za standardizacijo v elektrotehniki
 - **ETSI** Evropski inštitut za telekomunikacijske standarde
- **mednarodni standardi;** so standardi mednarodnih organizacij za standardizacijo:
 - **ISO** Mednarodna organizacija za standardizacijo
 - **IEC** Mednarodna elektrotehniška komisija
 - **ITU** Mednarodna zveza za telekomunikacije

9.2 Zgodovinski razvoj standardizacije sistemov zagotavljanja kakovosti

Začetki standardizacije sistemov zagotavljanja kakovosti segajo v leta po drugi svetovni vojni za potrebe oboroženih sil v ZDA s standardom MIL STD 9858 A; kasneje je nastal NATO standard (1968) in Def. standard 05/21 v VB (1973). V šestdesetih letih so se standardizacije lotile tudi velike firme, predvsem v Veliki Britaniji, z namenom izboljšati svojo proizvodno učinkovitost, kontrolne aktivnosti in izbor dobaviteljev. Pojavilo se je veliko število predpisov z večkrat nasprotujočimi zahtevami. Da bi premagali nastalo zmedo, so v Veliki Britaniji pripravili standard BS 4891 (1972): Vodilo za zagotavljanje kakovosti, ki je podajal splošne smernice podjetjem. Prvemu sta sledila še standarda BS 5179 (1975) in BS 5750 (1979) v treh delih. Zaradi uspešne uveljavitve omenjenih standardov v Veliki Britaniji, je mednarodna organizacija za standardizacijo, ISO, leta 1987 izdala

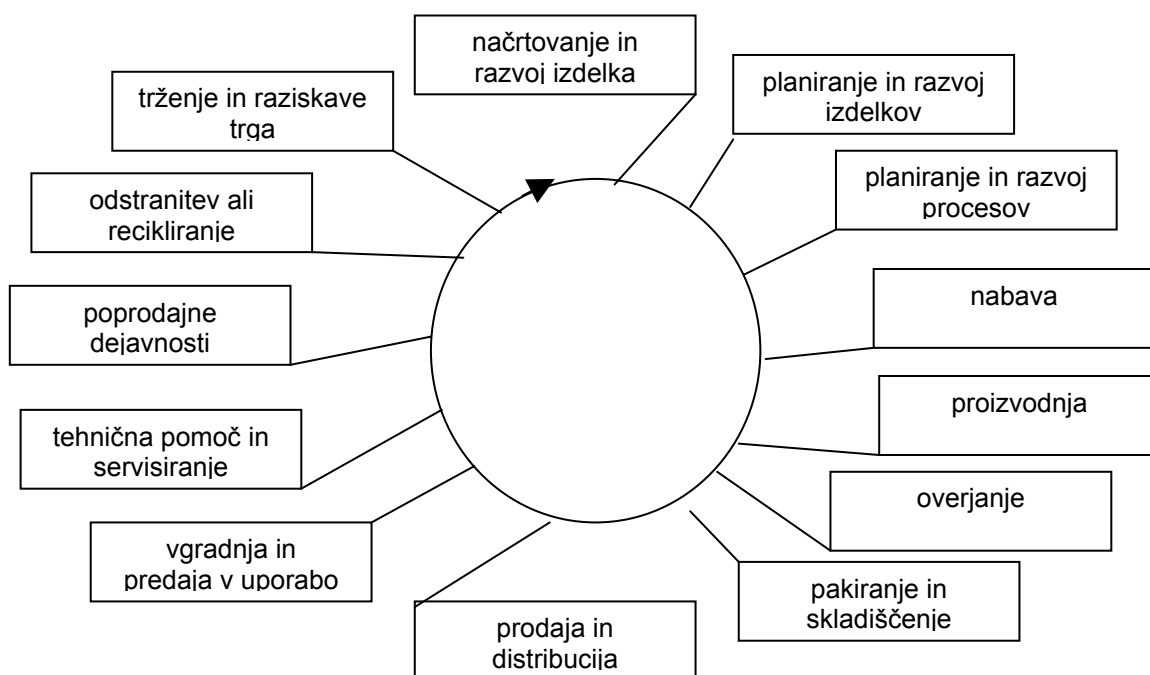
mednarodne standarde za vodenje in zagotavljanje kakovosti tzv. serijo ali družino standardov ISO 9000, ki je po 2. izdaji 1994 vključevala standarde, ki so predstavljeni v preglednici 9.1.

Preglednica 9.1: Družina standardov ISO 9000 (pred revizijo v letu 2000)

VODILA ZA IZBIRO IN UPORABO	MODELI zahteve za sistem	VODILA za delovanje sistema - ELEMENTI	IZVEDBENI in tehnološki dokumenti	SLOVAR IN DEFINICIJE
ISO 9000-1 vodilo za izbiro in uporabo	ISO 9001 razvoj, proizvodnja in servisiranje	ISO 9004-1 splošna vodila	ISO 10005 vodila za pripravo planov	ISO 8402 slovar
ISO 9000-2 vodilo za uvajanje	ISO 9002 proizvodnja in servisiranje	ISO 9004-2 vodila za storitve	ISO 10006 projektno vodenje	SBD pojasnila za mala podjetja
ISO 9000-3 vodilo za programsko opremo	ISO 9003 končna kontrola in preskušanje	ISO 9004-3 vodila za predelavo surovin	ISO 10007 obvladovanje konfiguracije	
ISO 9000-4 vodenje povezav		ISO 9004-4 vodila za uporabo tehnik	ISO 10011 presoje sistema	
			ISO 10012 merilna oprema in meritve	
			ISO 10013 poslovniki kakovosti	
			ISO 10014 ekonomika kakovosti	
			ISO 10015 izobraževanje in usposabljanje	
			ISO 10016 kontrolni zapisi	

Preglednica 9.2: Zahteve za sistem kakovosti standarda ISO 9001 (1994)

1. Odgovornost vodstva
2. Sistem kakovosti
3. Pregled pogodbe
4. Obvladovanje razvoja
5. Obvladovanje dokumentov in podatkov
6. Nabava
7. Obvladovanje proizvodov, ki jih dobavi odjemalec
8. Identifikacija in sledljivost proizvodov
9. Obvladovanje procesa
10. Kontrola in preskušanje
11. Obvladovanje kontrolne, merilne in preskusne opreme
12. Status kontroliranja in preskušanja
13. Obvladovanje neskladnih proizvodov
14. Korektivni in preventivni ukrepi
15. Ravnanje, skladiščenje, pakiranje, zaščita in dostava
16. Obvladovanje zapisov o kakovosti
17. Notranje presoje kakovosti
18. Usposabljanje
19. Servisiranje
20. Statistične metode



Slika 9.1: Življenski cikel izdelka

Osnovni namen standardizacije na področju kakovosti je, da podjetja svoje sisteme vodenja kakovosti oblikujejo in izvajajo tako, da je v čim večji meri zagotovljeno izpolnjevanje zahtev njihovih odjemalcev in da se s tem poveča tudi njihovo zaupanje v sistem vodenja kakovosti dobaviteljev. Podjetje svoj sistem kakovosti certificira, kar dokazuje, da njegov sistem kakovosti ustreza določilom mednarodnega standarda za vodenje sistema kakovosti.

V Sloveniji certificiranje sistemov vodenja kakovosti izvajajo naslednje organizacije, ki imajo sedež v Sloveniji:

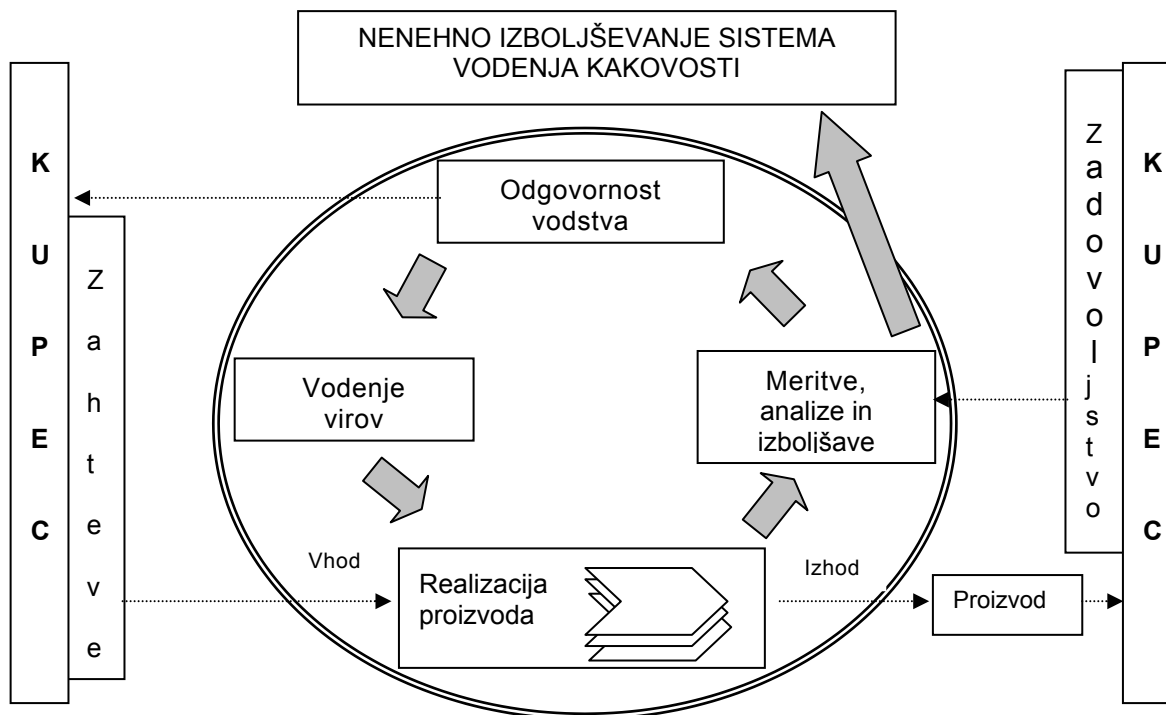
- **BVQI** Bureau Veritas
- **SIQ** Slovenski inštitut za kakovost
- **TÜV** Bayern Sava d.o.o

9.3 Revizija standardov družine ISO 9000 v letu 2000

ISO TC 176 (tehnični komite), ki je pri mednarodni organizaciji za standardizacijo odgovoren za pripravo standardov s področja sistemov kakovosti, je leta 1997 izvedel anketo med 1120 uporabniki standardov družine ISO 9000 po celem svetu.

Osnovne ugotovitve so naslednje:

- potrebna je večja združljivost s standardi družine ISO 14000 (standardi za upravljanje z okoljem),
- standardi naj imajo splošno strukturo, temelječo na procesnem modelu,
- predvideti je potrebno možnost prikrojevanja zahtev standarda ISO 9001, tako da se bo mogoče izogniti zahtevam, ki jih organizacija ne uporablja,
- zahteve ISO 9001 naj vključijo zahteve po stalnem izboljševanju in preprečevanju neskladnosti,
- ISO 9001 naj poudarja učinkovitost, medtem ko naj se ISO 9004 ukvarja tako z zmogljivostjo kot z učinkovitostjo,
- ISO 9004 naj pomaga doseči koristi za vse sodelujoče stranke t.j. odjemalcem, lastnikom, zaposlenim, dobaviteljem in družbi,
- revidirani standardi morajo biti enostavni za uporabo, lahko razumljivi, pisani v lepem jeziku in uporabljena mora biti primerna terminologija,
- pospešujejo naj samoocenjevanje,
- revidirani standardi morajo biti primerni za vse velikosti organizacij, za vse gospodarske in industrijske sektorje; preseči je potrebno sedanjo orientacijo na izdelke.



Slika 9.2: Procesni model

PARTNERJI IN NJIHOVE ZAHTEVE

<i>partner</i>	<i>zahteve, želje, pričakovanja</i>
odjemalci, končni uporabniki	kakovost izdelka
lastniki, delničarji	primeren učinek rezultatov podjetja glede na njihove vloške
zaposleni	zadovoljstvo z delom in možnostjo osebnega razvoja, varstvo pri delu
dobavitelji in drugi poslovni partnerji	zavarovanje stalnosti poslovne priložnosti
lokalna in širša družbena skupnost	odgovoren odnos do okolja, varovanja zdravja, varnost itd.

**Temeljni principi vodenja kakovosti
vključeni v standarde ISO 9000:2000**

1. USMERJENOST H KUPCU	Podjetje je odvisno od svojih kupcev in naj zato razume sedanje in prihodnje kupčeve potrebe, izpolnjuje njihove zahteve in naj si prizadeva preseči njihova pričakovanja.
2. VODITELJSTVO	Vodje vzpostavijo enotnost namena in usmeritve podjetja. Ustvarjati in vzdrževati naj bi takšno notranje okolje v katerem bi se lahko zaposleni popolnoma vključili v doseganje ciljev podjetja.
3. VKLJUČITEV ZAPOSLENIH	Zaposleni na vseh ravneh so bistvo podjetja in njihova polna vključenost omogoča, da so njihove sposobnosti uporabljene za koristi podjetja.
4. PROCESNI PRISTOP	Željeni rezultat se doseže uspešnejše, če se povezane vire in aktivnosti vodi kot proces.
5. SISTEMSKI PRISTOP K VODENJU	Prepoznavanje, razumevanje in vodenje sistema medsebojno povezanih procesov za dani cilj izboljša učinkovitost in uspešnost podjetja.
6. STALNE IZBOLJŠAVE	Stalne izboljšave naj bodo temeljni cilj podjetja.
7. ODLOČANJE NA OSNOVI DEJSTEV	Učinkovite odločitve temeljijo na analizi podatkov in informacij.
8. MEDSEBOJNO KORISTNO SODELOVANJE Z DOBAVITELJEM	Podjetje in njeni dobavitelji so medsebojno odvisni in vzajemno koristno sodelovanje povečuje sposobnost obeh za ustvarjanje vrednosti.

Preglednica 9.3: Razširjenost uporabe ISO 9000 standardov

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Afrika in zahodna Azija	1272	1855	3378	6162	8668	12150	17307
Srednja in južna Amerika	140	475	1220	1713	1989	5221	8972
Severna Amerika	1613	4915	10374	16980	25144	33550	45166
Avstrija	200	434	1133	1824	2627	3245	3421
Belgija	464	870	1716	1871	3042	3176	3495
Češka	18	47	180	366	746	1443	1500
Hrvaška		2	22	38	96	121	336
Nemčija	1534	3470	10236	12979	20656	24055	30150
Madžarska	23	58	309	423	1341	1660	3282
Italija	864	2008	4814	7321	12134	18095	21069
Slovenija	31	59	125	205	324	459	620
Velika Britanija	28096	36825	52595	53099	56696	58963	63700
Evropa	37779	55400	92611	109961	143674	166255	190248
Daljni vzhod	1583	3091	9240	18407	29878	37920	56648
Avstralija in N. Zelandija	3184	4628	10526	9478	12946	16751	25302
Svet skupaj	46571	70364	127349	162701	223299	271847	343643
število držav	60	75	96	113	126	141	150

9.4 Standard ISO 9001:2000

9.4.1 Sistem vodenja kakovosti

Standard v tč. 4 opredeli splošne zahteve in zahteve glede dokumentacije sistema vodenja kakovosti. Podrobnosti so razvidne iz preglednice 9.4.

Preglednica 9.4: Točka 4 standarda ISO 9001:2000

4 Sistem vodenja kakovosti

4.1 Splošne zahteve

Dolžnost organizacije je da vzpostavi, dokumentira, izvaja in vzdržuje sistem vodenja kakovosti in da nenehno izboljšuje njegovo učinkovitost skladno z zahtevami tega standarda.

Pri izvajanju sistema vodenja kakovosti je potrebno:

- prepoznati procese, potrebne za sistem vodenja kakovosti, in njihovo uporabo v celotni organizaciji,
- določiti zaporedje procesov in njihove medsebojne vplive,
- določiti kriterije in metode, ki so potrebni za učinkovito delovanje in obvladovanje teh procesov,
- zagotoviti, da so na voljo viri in informacije potrebni za podporo delovanja in nadzorovanje teh procesov,
- nadzorovati, meriti in analizirati te procese,
- izvajati ukrepe, ki so potrebni za doseganje planiranih rezultatov in za nenehno izboljševanje teh procesov.

Procese mora organizacija voditi skladno z zahtevami tega standarda.

Če se organizacija odloči predati zunanjim izvajalcem katerikoli proces, ki vpliva na skladnost proizvoda z zahtevami, mora zagotoviti obvladovanje teh procesov in jih mora vključiti v sistem vodenja kakovosti.

OPOMBA: Procesi potrebni za sistem vodenja kakovosti, na katere se sklicuje zgornje besedilo, naj vključujejo procese vodstvenih aktivnosti, priskrbo virov, realizacijo proizvoda in merjenje.

4.2 Zahteve glede dokumentacije

4.2.1 Splošno

Dokumentacija sistema vodenja kakovosti vključuje:

- dokumentirani izjavi o politiki kakovosti in ciljnih kakovosti,
- poslovnik kakovosti,
- dokumentirane postopke, ki jih zahteva ta standard,
- dokumente, ki so potrebni za zagotavljanje učinkovitega planiranja, delovanja in obvladovanja procesov.
- zapise, ki jih zahteva ta standard (tč. 4.2.4).

OPOMBA 1: „Dokumentiran postopek“ pomeni da je ta vzpostavljen, dokumentiran, da se izvaja in vzdržuje.

OPOMBA 2: Obseg dokumentacije je odvisen od:

- velikosti organizacije in vrste aktivnosti,
- kompleksnosti procesov in njihovih medsebojnih vplivov,
- kompetentnosti osebja.

OPOMBA 3: Dokumentacija je lahko v kakršni koli obliki ali v katerem koli mediju.

4.2.2 Poslovnik kakovosti

Poslovnik kakovosti, ki ga organizacija mora izdelati in vzdrževati, vključuje:

- predmet sistema vodenja kakovosti z razlogi in podrobnostmi glede morebitnih upustitev,
- dokumentirane postopke, vzpostavljene za sistem vodenja kakovosti, ali sklicevanje nanje,
- opis medsebojnega vpliva procesov sistema vodenja kakovosti.

Nadaljevanje preglednice 9.4

4.2.3 Obvladovanje dokumentov

Dokumente, ki jih zahteva sistem vodenja kakovosti, je potrebno obvladovati. Zapisi so posebna vrsta dokumentov in jih je potrebno obvladovati v skladu z zahtevami, podanimi v 4.2.4.

Vzpostaviti je potrebno dokumentiran postopek, ki opredeljuje potreben način obvladovanja za:

- a) odobritev primernosti dokumentov pred njihovo izdajo,
- b) pregled in posodobitev ter ponovno odobritev dokumentov, ko je to potrebno,
- c) zagotovitev, da so identificirane spremembe in trenutni status popravkov dokumentov,
- d) zagotovitev, da so ustrezne izdaje primernih dokumentov na voljo na mestih uporabe,
- e) zagotovitev, da dokumenti ostanejo čitljivi in prepoznavni brez težav,
- f) zagotovitev, da so dokumenti zunanjega izvora identificirani, njihovo razdeljevanje pa obvladovano,
- g) preprečitev nenamerne uporabe zastarelih dokumentov in uporabo primerne identifikacije zanje, če se obdržijo za kakršenkoli namen.

4.2.4 Obvladovanje zapisov

Zapise je potrebno izdelati in vzdrževati, da bi se z njimi dokazala skladnost z zahtevami in učinkovitost delovanja sistema vodenja kakovosti. Zapisi morajo ostati čitljivi, prepoznavni brez težav in dostopni. Vzpostaviti je potrebno dokumentiran postopek, ki opredeljuje potrebne načine obvladovanja za identifikacijo, shranjevanje, zaščito, dostopnost, čas hranjenja in odstranjevanja zapisov.

9.4.1.1 Procesi

Zahteve standarda se nanašajo na procese, ki neposredno vplivajo na kakovost proizvodov in s tem na zadovoljstvo odjemalcev. Deliti jih je mogoče na procese:

- vodstvenih aktivnosti,
- priskrbo virov,
- realizacijo proizvodov in
- merjenje.

Pri prepoznavanju procesov je mogoče upoštevati naslednja načela:

- znan je lastnik procesa,
- ima opredeljene odgovornosti,
- ima dobro definirane meje,
- znani so cilji v povezavi s kupcem,
- definirani so vhodi in rezultati,
- znani so zunanji (in notranji) odjemalci,
- znana so merila za vrednotenje uspešnosti,
- znane so povezave z drugimi procesi,
- ima formalizirane postopke sprememb.

Pri določanju, izvajanju in presojanju procesov si moramo za vsak proces zastaviti štiri osnovna vprašanja:

- Ali je proces določen in primerno opisan?

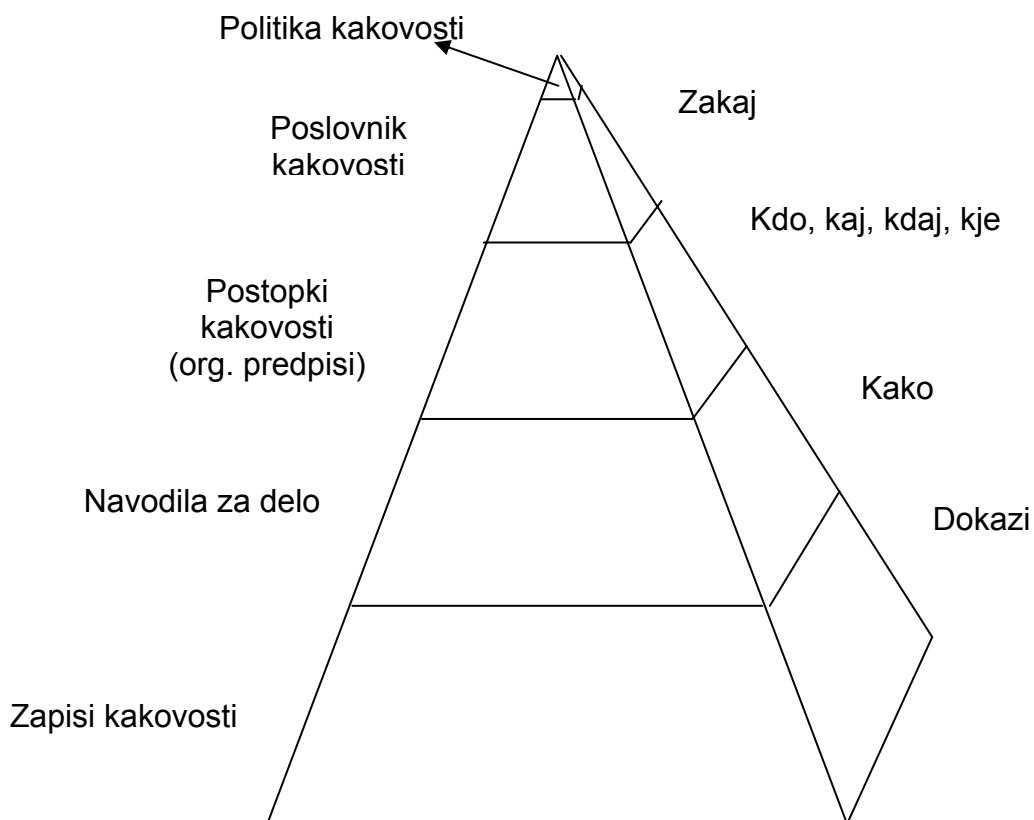
- Ali so odgovornosti ustrezno določene?
- Ali so postopki uvedeni in vzdrževani ?
- Ali proces zagotavlja zahtevane rezultate?

9.4.1.2 Zahteve glede dokumentacije

Dokumentacija sistema kakovosti vključuje:

- dokumentirana politika in cilji kakovosti,
- poslovník kakovosti,
- dokumentirani postopki, ki jih zahteva standard,
- dokumenti, ki jih določa organizacija in
- zapise, ki jih zahteva standard.

Na sliki 9.3 je podana hierarhija dokumentacije in v preglednici 9.5 delitev dokumentacije.



Slika 9.3: Hierarhija dokumentacije sistema vodenja kakovosti

Preglednica 9.5: Delitev dokumentacije sistema kakovosti

DOKUMENTI IN PODATKI					
NOTRANJI			ZUNANJI		
DOKUMENTI SISTEMA	TEHNIČNI DOKUMENTI	TRŽNI DOKUMENTI	DOKUMENTI KUPCA	ZAKONI IN PREDPISI	STANDARDI
poslovnik kakovosti postopki (organizac. predpisi) navodila za delo obrazci	risbe sheme tehnoški načrti plani kontrole	pogodbe naročila poslovne in tehnične zahteve	risbe in drugi tehnični dokumenti	ustrezni državni in mednar. zakoni ter predpisi	ustrezni državni in mednar. standardi

POSLOVNIK KAKOVOSTI

Uvodni del poslovnika je bolj ali manj formalen. V takšni ali drugačni obliki naj vsebuje naslednje elemente:

- **Naslovnica:** (npr. Poslovnik kakovosti firme AB d.d). Ta stran lahko vsebuje tudi kontrolno številko kopije (1, 2, 3 itd.). Če gre za neobvladovano kopijo naj bo to jasno označeno.
- **Kazalo:** Če bo poslovnik kakovosti razdeljen v več sekcij, ki se lahko spreminjajo neodvisno potem vsebino predstavimo s preglednico s seznamom posameznih dokumentov. Če pa je poslovnik enovit (glede postopka spreminjanja) potem vključimo klasično kazalo strani.
- **Predgovor:** Ta kratki del lahko vsebuje izjavo, da poslovnik kakovosti predstavlja del sistema kakovosti firme AB d.d. in da drugi del tvorijo postopki za izvajanje elementov sistema kakovosti in drugi dokumenti (kot navodila za delo). O namenu poslovnika kakovosti znotraj sistema kakovosti tako lahko izjavimo:

Ta poslovnik definira politiko kakovosti in cilje firme AB d.d. ter opisuje kako je sistem uveden z namenom doseganja najvišje ravni kakovosti izdelkov za naše kupce. Kjer je primerno, se sklicujemo na postopke kakovosti.

- **Lista prejemnikov:** Lista prejemnikov mora biti del poslovnika kakovosti. Lista navaja vse obvladovane kopije in odgovorne prejemnike. Določeno mora biti kako se obvladovane kopije prepozna (npr. tiskane na specialnem papirju, uporaba ustreznih žigov itd.). Podano mora biti opozorilo, da se neobvladovanih kopij poslovnika kakovosti ne more uporabljati v firmi, ampak je uporaba teh kopij predvidena zunaj firme. Če kupec zahteva kopijo poslovnika kakovosti kot dokaz, da ima organizacija uvedeno zagotavljanje kakovosti ali če ga organizacija uporablja kot pozitivno marketinško orodje in ga pošlje ključnim kupcem, potem je, glede na to, da je za te namene možno uporabljati samo neobvladovane kopije, je na teh kopijah potrebno opozoriti, da organizacija ne prevzema odgovornosti za veljavnost takšne kopije (takšna kopija seveda ne bo spremenjena po postopku obvladovanja dokumentov).
- **Uvod:** Ta del poslovnika kakovosti predstavlja zelo kratek opis organizacije, vključno z njenim proizvodnim programom in lokacijo. Ena ali dve strani je mogoče dovolj, da se poda osnovna informacija bralcu, ki organizacije ne pozna. V ta del lahko vključimo tudi hierarhično organizacijsko shemo, ali pa jo uporabimo v točki, ki opredeljuje odgovornost vodstva.
- **Področje na katerega se nanaša sistem kakovosti:** V poslovniku kakovosti je potrebno opredeliti tudi za kateri del organizacije je uveden sistem zagotavljanja kakovosti in po katerem standardu (ISO 9001:2000).

V večini manjših organizacij je ta izjava enostavno lahko v naslednji obliki:

Sistem zagotavljanja kakovosti v firmi AB d.d. po standardu SIST ISO 9001 se nanaša na vse aktivnosti v vseh oddelkih in lokacijah.

Če imamo uveden sistem kakovosti le za določene dele organizacije ali skupine izdelkov, je potrebno pazljivo definirati za katere dele organizacije se sistem kakovosti uporablja in za katere ne.

- **Politika in cilji kakovosti:** V strnjeni izjavi definiramo bistvo naše politike kakovosti in njene cilje, ki jih z uvajanjem sistema kakovosti želimo doseči.

Primer:

Vsi v podjetju AB d.d. smo se osebno zavezali za kakovost naših izdelkov, katero želimo dvigniti na raven, ki bo presegla pričakovanja naših kupcev.

Naši cilji so:

- *prodreti na zahtevna evropska in svetovna tržišča,*
- *osredotočiti se na metode, s katerimi bomo lahko stalno izboljševali raven kakovosti naših izdelkov,*
- *delati timsko z našimi dobavitelji in*
- *stalno razvijati zavest osebne odgovornosti za zagotavljanje kakovosti ter čistega in varnega delovnega okolja.*

Jedro poslovnika kakovosti je serija izjav, ki opisujejo kako se zahteve standarda uporabljajo v določeni organizaciji

Struktura tega dela je običajno skladna s številčenjem zahtev standarda SIST ISO 9001.

Uporabnost poslovnika kakovosti mogoče lahko povečamo, če vključimo:

- poslanstvo,
- vizijo,
- vodstvene principe
- letne cilje in
- stroške kakovosti.

Dejansko mnogo organizacij teži za tem da razvije politiko kakovosti, ki temelji na principih celovitega obvladovanja kakovosti (TQM).

Dokumentirani postopki sistema kakovosti (organizacijski predpisi)

Nova izdaja standarda zahteva 6 dokumentiranih postopkov (obvezna zahteva, da je postopek vzpostavljen, dokumentiran, se izvaja in vzdržuje), in sicer:

- obvladovanje dokumentov,
- obvladovanje zapisov,
- notranja presoja,
- obvladovanje neskladnih proizvodov,
- korektivni ukrepi in
- preventivni ukrepi.

Vendar je potrebno opozoriti na tč. 4.2.1 d, ki pravi, da dokumentacija sistema kakovosti vključuje še vse dokumente, ki jih zahteva organizacija sama, da bi zagotovila izpolnjevanje zahtev za proizvod in učinkovito obvladovanje procesov.

Kaj je postopek?

Postopek kaže kako je politika kakovosti vpeljana, v vsakdanjem delu organizacije na specifičnih področjih in aktivnostih. Priročnik postopkov je tako praktično vodilo za zaposlene kako kaj narediti.

Na vrhu piramide dokumentiranega sistema kakovosti je formalna politika kakovosti, ki je zapisana v poslovniku kakovosti in zavezuje organizacijo, da uvede učinkovit sistem. Jasno je, da nihče v organizaciji dejansko ne more narediti nič konkretnega na podlagi izjave, ki jo vsebuje politika kakovosti. To ni praktično vodilo.

Naslednja stopnja dokumentiranega sistema, ki je prav tako zapisana v poslovniku kakovosti vsebuje številne bolj konkretne opredelitve o tem kako organizacija izvaja

posamezne zahteve (elemente) standarda. Te opredelitve v bistvu pomenijo zavezanost in namen ter niso toliko praktična vodila za izvajanje.

Postopki, ki jih uporabljamo v sistemu kakovosti so vedno dokumentirani. Seveda ni zadosti samo da so napisani, biti morajo tudi učinkoviti.

Da je postopek učinkovit mora zadostiti štirim pogojem; biti mora:

- razumljiv,
- akcijski,
- ocenljiv in
- obvezen.

Zaposleni, ki izvajajo določen postopek morajo biti sposobni to narediti na osnovi določil v postopku in samo na njihovi osnovi. To seveda zahteva, da je postopek jasno predstavljen in razumljiv vsem, ki so vključeni v izvajanje. Zaradi tega je postopke potrebno pisati v zelo enostavnem jeziku.

Pomembno je tudi, da se postopek dejansko vpelje v praksi. Malo je verjetno, da bi nekdo namenoma pripravil postopek, ki ni izvedljiv, vendar se v zgodnjih fazah uvajanja sistema pogosto primeri, da postopek predpisuje posamezne faze, ki niso, ali so težko izvedljive. V teh primerih je potrebno vključiti dovolj širok krog zaposlenih, da preprečimo izdelavo postopkov, ki so sicer dobro napisani, vendar nepraktični.

Postopek mora biti nadalje takšen, da ga je mogoče presoati. Sistem kakovosti mora biti več kot da so dobronamerni; vključeni morajo biti mehanizmi za dokazovanje, da je sistem delujoč. Zaradi tega mora biti podana možnost pogleda nazaj. To običajno zahteva, da se v posamezne postopke vgradi določena oblika objektivnih dokazov.

Jasno, postopek mora biti obvezen. Če zaposleni poljubno odločajo o tem kdaj bodo in kdaj ne bodo naredili določenega dela, potem to ni postopek. Toda, četudi mora biti postopek obvezen, to ne pomeni da ni spremenljiv. Pomemben del sistema je mehanizem za spreminjanje neučinkovitih in slabih postopkov na kontroliran način.

Potrebno je poudariti, da namen postopkov ni v tem, da bi služili kot priročnik za usposabljanje. Predpostavlja se, da je osebje, ki je vključeno v izvajanje postopkov že zadosti usposobljeno za izvajanje dela. Postopke kakovosti torej ne uporabljamo zato, da bi se učili kako se odvija proces, ampak, da posamezna dela opravljamo tako, da se doseže ustrezna raven kakovosti. Postopek za opravljanje posamezne operacije tako ne razlaga podrobnosti o tem kako se stroj zažene in kako deluje, temveč podrobneje obravnava kritične nastavitve, ki jih je potrebno uporabiti (obvladovanje procesa), uporabljene testne metode in opredeljuje zapise, ki jih je potrebno hraniti o izdelkih (preskušanje in testiranje). Če ima usposobljen delavec pred seboj ustrezen postopek bo sposoben doseči predpisane kakovostne zahteve, neusposobljen delavec pa ne bo znal niti vključiti stroja. Običajen in najbolj pogost problem postopkov kakovosti je v tem da so preobsežni. Upoštevanje dejstva, da to ni priročnik za delo, lahko pomaga, da se obseg zmanjša do razumnih mej.

Format postopkov kakovosti

Format seveda ni predpisan in spodaj predstavljeni format je le ena od možnosti. Tu velja poudariti, da je v potrebno v organizaciji za različne postopke uporabljati enoten format, pri čemer naj bo format kolikor je mogoče prijazen in pregleden.

Razumevanje je hitrejše in boljše če je format domač in prijazen, tako da bralec ve kje naj pogleda, da dobi določeno specifično informacijo. Direktna analogija je časopis; ni nujno, da je v branem časopisu kaj bistveno boljše, vendar bralec točne ve kje dobi na primer TV program v časopisu, ki ga običajno bere. Še več, če je uporabljen enoten format je tudi enostavneje prepoznati dokumente, ki so sestavni del uvedenega sistema kakovosti in da imamo pred seboj veljavni dokument.

Če uporabljamo standarden format, potem končni dokumenti izgledajo boljši. To se morda zdi nepomembno, toda privlačne dokumente bodo zaposleni rajši brali in uporabljali postopke. Pa tudi pri presojah je prvo opravilo delo na za pisalno mizo, kjer se preverja ali dokumentirani sistem izpolnjuje zahteve standarda. Presojevalec sicer ne bo dajal pozornosti na ličnost dokumentov, vendar bo njegov občutek o sistemu kakovosti seveda bolj pozitiven, če je ta profesionalno predstavljen.

Značilnosti formata, ki ga najpogosteje uporabljajo za pripravo postopkov kakovosti:

- **Številčenje:** Uporabljen sistem številčenja omogoča natančno sklicevanje in združitve posameznih postopkov v kompletni sistem.
- **Naslov:** Potreba po naslovu ne potrebuje posebne utemeljitve.
- **Namen:** Vsak postopek kakovosti ima svoj namen, to velja narediti nedvoumno. Poleg tega ta opredelitev olajša uvajanje, zaposleni so tako seznanjeni zakaj se določen postopek uvaja. Opredelitev namena naj bo jedrnata. Če se zdi, da ga je težko napisati, je lahko nekaj narobe s postopkom – mogoče se želi pokriti preveliko področje v enem postopku. Opredelitev namena je most k opredelitvi politike kakovosti posamezne točke poslovnika in tako tudi zahteve standarda.
- **Področje uporabe:** Določa kje v organizaciji bo posamezen postopek kakovosti uporabljen. To je mogoče opisati z imeni sektorjev (npr. prodaja), aktivnosti (npr. – nabavljanje), procesov (sitotisk, krojilnica) ali v primeru sistemskih postopkov celotni sistem kakovosti. Določna opredelitev področja uporabe olajša uvajanje postopka.
- **Sklicevanje:** Pri uvajanju postopka kakovosti je mogoče potrebna pomoč drugih navodil ali priročnikov. Ti so lahko znotraj ali zunaj sistema kakovosti. Notranje sklicevanje se običajno nanaša na druge specifične postopke (ki jih identificiramo z imenom ali številko). Zunanje sklicevanje se nanaša na dokumente, ki niso bili pripravljeni znotraj sistema kakovosti. Dober primer je priročnik izdelovalca stroja, ki podrobneje razlaga kako se izvede nastavitve stroja.
- **Definicije:** Čeprav so postopki sistema kakovosti pisani v čistem in enostavnem jeziku, je včasih potrebno uporabiti izraz, ki ga mogoče ne razumejo vsi (vključno presojevalci). Najbolj pogosto so to tehnični izrazi, ki se uporabljajo pri posameznih

procesih ali pa je to izraz, ki se nanaša na sistem kakovosti. V tem primeru podamo formalno definicijo izraza. To seveda vodi do zelo praktičnega problema: kje potegniti črto. Kateri izraz je potrebno definirati? Tu ni enostavnega odgovora, velja pa lahko splošno pravilo, da izraza ne definiramo, če lahko upravičeno pričakujemo, da ga bo vsakdo, ki je vključen v usposabljanje prepoznal in razumel. Velja naj tudi, da naj imajo postopki le malo definicij, če se pokaže, da je potrebno definirati večje število izrazov, je potrebno postopek ponovno napisati in uporabiti enostavnejše izraze.

- **Dokumentacija:** Kot je že bilo povedano mora bit postopek sistema kakovosti takšen, da ga je mogoče presojati in zaradi tega potrebuje objektivne dokaze, ki dokazujejo, da je postopek uporabljan. Na splošno zato potrebujemo dokumentacijo, ki je lahko različnih tipov (vključno elektronski podatki), toda v večini primerov to pomeni formularje in poslovne knjige. Na tem področju se pogosto primeri, da v sistemu ISO 9000 ustvarimo kopico neuporabnih formularjev. Če je formularjev preveč je potrebno zmanjšati njihovo število.

Skrbno je potrebno identificirati zunanje dokumente (kot so risbe, priročniki o delovanju opreme, industrijske standarde, ali podrobna delovna navodila), ki jih potrebujemo v povezavi s posameznim postopkom. V veliko pomoč so tudi diagrami poteka procesa, kjer koli je to mogoče.

Dejstvo, da vsak postopek kakovosti potrebuje objektivne dokaze, še ne pomeni, da za vsakega potrebujemo poseben obrazec. En obrazec ali poslovna knjiga lahko zagotavlja podatke za več postopkov.

Ker le uporabnik postopka tega jasno razume, lahko tudi najbolj zanesljivo ugotovi katera dokumentacija je potrebna za ustrezno izvajanje postopka. Za označevanje formularjev je koristno uporabiti sistem številčenja, da je mogoče takoj ugotoviti za kateri del postopka se uporablja določen obrazec. Formular velja predstaviti takoj po opisu posameznih elementov postopka, tako kot je bilo to v vzorčnem primeru.

- **Postopek (izvajanje):** Predstavi se ga v obliki kratkih odstavkov, mogoče tudi s številčenjem. Bralec tako hitro ugotovi kaj se zahteva.
- **Odgovornost:** V postopku je potrebno natančno določiti katero osebo je odgovorno za izvrševanje določenih nalog. V vzorčnem primeru je odgovornost omenjena na primernih točkah v samem opisu postopka. Odgovornost lahko opredelimo tudi eksplicitno v ločenem podglavju (odstavku).

9.4.2 Odgovornost vodstva

Preglednica 9.6: Točka 5 standarda ISO 9001:2000

5 Odgovornost vodstva

5.1 Zavezanost vodstva

Najvišje vodstvo mora dokazati svojo zavezanost razvoju in izvajanju sistema vodenja kakovosti ter nenehnega izboljševanja njegove učinkovitosti, tako da:

- a) sporoča organizaciji, kako pomembno je izpolnjevanje zahtev odjemalcev kot tudi zahtev zakonodaje in pravnih zahtev,
- b) določi politiko kakovosti,
- c) zagotovi, da so cilji kakovosti določeni,
- d) izvaja vodstvene preglede,
- e) zagotavlja razpoložljivost virov.

5.2 Osredotočenost na odjemalce

Najvišje vodstvo mora zagotoviti, da so zahteve odjemalcev opredeljene in izpolnjene z namenom, da se poveča zadovoljstvo odjemalcev (glej 7.2.1 in 8.2.1)

5.3 Politika kakovosti

Vodstvo mora glede politike kakovosti zagotoviti, da:

- a) je primerna namenu organizacije,
- b) vključuje zavezanost k izpolnjevanju zahtev in nenehnemu izboljševanju učinkovitosti sistema vodenja kakovosti,
- c) podaja okvir za določanje in pregledovanje ciljev kakovosti,
- d) so znotraj organizacije z njo seznanjeni in jo razumejo,
- e) se stalno pregleduje njena primernost.

5.4 Planiranje

5.4.1 Cilji kakovosti

Najvišje vodstvo mora zagotoviti, da so cilji kakovosti določeni za ustrezne funkcije in ravni znotraj organizacije. Cilji kakovosti morajo biti merljivi in v skladu s politiko kakovosti.

5.4.2 Planiranje sistema vodenja kakovosti

Vodstvo mora zagotoviti, da se:

- a) izvaja planiranje sistema vodenja kakovosti z namenom, da se izpolnjujejo tako zahteve podane v 4.1 kot cilji kakovosti,
- b) ohrani celovitost sistema vodenja kakovosti pri planiranju in izvajanju sprememb sistema vodenja kakovosti.

5.5 Odgovornosti, pooblastila in komuniciranje

5.5.1 Odgovornosti in pooblastila

Vodstvo mora zagotoviti, da so odgovornosti in pooblastila določena ter da je osebje organizacije s tem seznanjeno.

Nadaljevanje preglednice 9.6

5.5.2 Predstavnik vodstva

Vodstvo mora določiti člana vodstva, ki mora imeti dodatne odgovornosti in pooblastila za:

- a) zagotavljanje, da so procesi, potrebni za sistem vodenja kakovosti, vzpostavljeni, da se izvajajo in so vzdrževani,
- b) poročanje vodstvu o delovanju sistema vodenja kakovosti in o potrebah za izboljševanje,
- c) zagotavljanje dvigovanja zavesti o zahtevah odjemalcev.

OPOMBA: Odgovornost predstavnika vodstva lahko vključuje tudi povezave z zunanjimi strankami v zadevah, ki se nanašajo na sistem vodenja kakovosti.

5.5.3 Notranje komuniciranje

Vodstvo mora zagotoviti, da so v organizaciji vzpostavljeni primerni procesi komuniciranja in da poteka komuniciranje o učinkovitosti sistema vodenja kakovosti.

5.6 Vodstveni pregled

5.5.1 Splošno

Vodstvo mora pregledovati sistem vodenja kakovosti v planiranih časovnih presledkih, da se zagotavlja njegova stalna ustreznost, primernost in učinkovitost. Pri pregledu mora oceniti možnosti za izboljšave in potrebo po spremembah sistema vodenja kakovosti in ciljnih kakovosti.

Zapisi o vodstvenih pregledih morajo biti vzdrževani (4.2.4).

5.6.2 Vhodni podatki za pregled

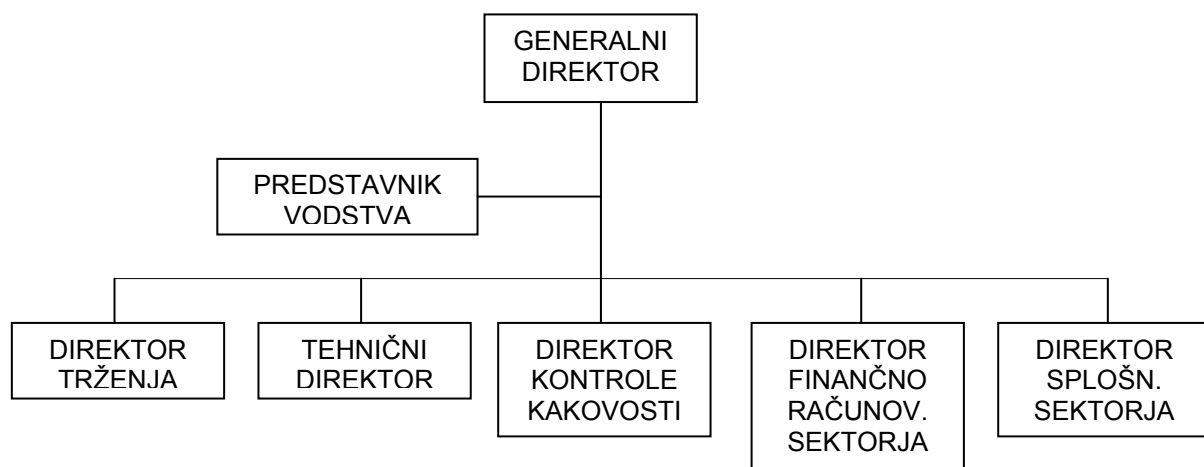
Vhodni podatki za vodstveni pregled morajo vključevati informacije o:

- a) rezultatih presoj
- b) povratnih informacij odjemalcev,
- c) delovanju procesov in skladnosti proizvodov,
- d) stanju preventivnih in korektivnih ukrepov,
- e) ukrepih, ki so sledili predhodnim vodstvenim pregledom,
- f) sprembah, ki lahko vplivajo na sistem vodenja kakovosti,
- g) priporočilih za izboljšave.

5.6.3 Razultat pregleda

Rezultati vodstvenega pregleda morajo vključevati odločitve in ukrepe v zvezi z:

- a) izboljševanjem učinkovitosti sistema vodenja kakovosti in njegovih procesov,
- b) izboljševanjem proizvodov glede na zahteve odjemalcev,
- c) potrebnim viri.



Slika 9.4: Primer organizacijske sheme

Preglednica 9.7: Opredelitev odgovornosti

DEJAVNOST	generalni direktor	predstavnik vodstva	tehnični direktor	direktor trženja	direktor kontrole kak.	direktor fin.rač.slужbe	direktor spl. sektorja
politika kakovosti	O		S	S					
notranje kumunic.	O				S	S			
vodstveni pregled	S	O					S		
obvladovanje dokum.		O							
...			S	S	S				
realizacija proizvoda			O		S				
....			O		S	S			
....			S	S	S				
....			S			S			
....			S						
			S		S				
			S						
	O	S	O				S		
	O	S	O		S				
		O	S						
		S							
O – odgovornost S - sodeluje									

9.4.3 Vodenje virov

Preglednica 9.8 Točka 6 standarda ISO 9001:2000

6 Vodenje virov

6.1 Priskrba virov

Organizacija mora določiti in priskrbeti vire, ki so potrebni za:

- a) delovanje sistema kakovosti in za izboljševanje njegove učinkovitosti,
- b) povečevanje zadovoljstva odjemalcev z izpolnjevanjem njihovih zahtev.

6.2 Človeški viri

6.2.1 Splošno

Izvajalci, katerih delo vpliva na kakovost proizvoda, morajo biti kompetentni na podlagi primerne izobrazbe, usposobljenosti, veščin in izkušenj.

6.2.2 Kompetentnost, zavedanje in usposabljanje

Organizacija mora:

- a) določiti potrebno kompetentnost izvajalcev, katerih delo vpliva na kakovost proizvoda,
- b) zagotoviti usposabljanje ali izvesti druge ukrepe za zadovoljevanje teh potreb,
- c) oceniti učinkovitost izvedenih ukrepov,
- d) zagotoviti, da se njeno osebje zaveda pomena in pomebnosti svojih aktivnosti in kako lahko prispeva k doseganju ciljev kakovosti,
- e) vzdrževati primerne zapise o izobrazbi, usposabljanju, veščinah in izkušnjah (glej 4.2.4).

6.3 Infrastruktura

Dolžnost organizacije je da določi, priskrbi in vzdržuje infrastrukturo, potrebno za doseganje skladnosti z zahtevami za proizvod. Infrastruktura glede na potrebe vključuje:

- a) zgradbe, delovne prostore in pripadajoče pomožne prostore,
- b) procesno opremo (strojno in programsko),
- c) podporne storitve (kot sta transport in komunikacije).

6.4 Delovno okolje

Organizacija mora določiti in obvladovati delovno okolje, potrebno za doseganje skladnosti z zahtevami za proizvod.

9.4.4 Realizacija proizvoda

Preglednica 9.9: Točka 7 standarda ISO 9001:2000

7 Realizacija proizvoda

7.1 Planiranje realizacije proizvoda

Organizacija mora planirati in razvijati procese, potrebne za realizacijo proizvoda. Planiranje procesov realizacije proizvoda mora biti skladno z zahtevami ostalih procesov sistema vodenja kakovosti (glej 4.1).

Pri planiranju realizacije proizvoda mora organizacija na primeren način določiti:

- a) cilje kakovosti in zahteve za proizvod,
- b) potrebo po vzpostavitvi procesov, dokumentov in priskrbi virov, specifičnih za proizvod,
- c) zahtevane aktivnosti overjanja, validacije, nadzorovanja, kontrole in preskušanja, specifične za proizvod, ter kriterije za sprejemljivost proizvoda,
- d) zapise, potrebne za dokazovanje, da procesi realizacije in iz njih izhajajoči proizvod izpolnjujejo zahteve (glej 4.2.4).

Plan mora biti pripravljen v takšni obliki, ki je primerna metodam delovanja organizacije.

OPOMBA 1: Dokument, ki specifikira procese sistema vodenja kakovosti (vključno s procesi realizacije proizvoda) in vire, ki se uporabljajo pri določenem proizvodu, projektu ali pogodbi, se lahko imenuje plan kakovosti.

OPOMBA 2: Organizacija lahko uporabi zahteve, podane v 7.3, tudi pri razvoju procesov realizacije proizvoda.

7.2 Procesi, povezani z odjemalci

7.2.1 Določitev zahtev v zvezi s proizvodom

Organizacija mora ugotoviti:

- a) zahteve, ki jih specifikira odjemalec, vključno z zahtevami za dostavo in aktivnosti po dostavi,
- b) zahteve, ki jih odjemalec ne izrazi, vendar so nujne za specifikirano ali nameravano uporabo, kjer je ta znana,
- c) zakonske zahteve in zahteve regulative v zvezi s proizvodom,
- d) kakršnekoli dodatne zahteve, ki jih je določila organizacija.

7.2.2 Pregled zahtev v zvezi s proizvodom

Organizacija mora pregledati zahteve, ki se nanašajo na proizvod. Ta pregled je potrebno izvesti, preden se organizacija obveže, da bo proizvod dobavila odjemalcu (npr. predložitev ponudb na razpise, sprejem pogodb ali naročil, sprejem sprememb pogodb ali naročil), in mora zagotoviti, da:

- a) so zahteve za proizvod določene,
- b) so razrešene zahteve (pogodbene ali naročila), ki se razlikujejo od predhodno izraženih,
- c) je organizacija sposobna izpolniti zahteve, ki so bile določene.

Razultate pregleda in ukrepov, ki izhajajo iz tega pregleda, je potrebno vzdrževati (glej 4.2.4).

Če odjemalec ne poda dokumentiranih zahtev, mora organizacija zahteve odjemalca potrditi pred sprejemom.

Če pride do sprememb zahtev za proizvod, mora organizacija zagotoviti, da so ustrezni dokumenti dopolnjeni in da je ustrezno osebje seznanjeno s spremenjenimi zahtevami.

OPOMBA: V nekaterih situacijah, kot je na primer prodaja preko interneta, ni praktično izvajati formalnega pregleda vsakega naročila. Namesto tega se lahko pregledajo ustrezne informacije v zvezi s proizvodom, kot so katalogi ali reklamni material.

Nadaljevanje preglednice 9.9

7.2.3 Komuniciranje z odjemalci

Organizacija mora določiti in izvajati učinkovite načine komuniciranja z odjemalci v zvezi z:

- a) informacijami o proizvodu,
- b) ravnanje s povpraševanji, pogodbami ali naročili, vključno z dodatki,
- c) povratnimi informacijami odjemalcev, vključno z njihovimi pritožbami.

7.3 Načrtovanje in razvoj

7.3.1 Planiranje načrtovanja in razvoja

Organizacija mora planirati in obvladovati načrtovanje in razvoj proizvoda.

Pri planiranju načrtovanja in razvoja mora organizacija določiti:

- a) faze načrtovanja in razvoja,
- b) pregled, overjanje in validacijo, ki so primerni za vsako fazo načrtovanja in razvoja,
- c) odgovornosti in pooblastila za načrtovanje in razvoj.

Organizacija mora voditi povezave med različnimi skupinami, vključenimi v načrtovanje in razvoj, da bi zagotovila učinkovito komuniciranje in jasno dodelitev odgovornosti.

Rezultat planiranja je treba na primeren način dopolnjevati v skladu z napredovanjem načrtovanja in razvoja.

7.3.2 Vhodi za načrtovanje in razvoj

Vhodi v zvezi z zahtevami za proizvod morajo biti določeni, zapisi pa morajo biti vzdrževani (glej 4.2.4). Vhodi morajo vsebovati:

- a) funkcionalne zahteve in zahteve glede zmogljivosti,
- b) ustrezne zakonske zahteve in zahteve regulative,
- c) informacije, izhajajoče iz predhodnih podobnih načrtovanj, kjer je to primerno,
- d) druge zahteve, pomembne za načrtovanje in razvoj.

Treba je pregledati primernost vhodov. Zahteve morajo biti popolne, nedvoumne in neprotislovne.

7.3.3 Rezultati načrtovanja in razvoja

Rezultate načrtovanja in razvoja je treba zagotoviti v obliki, ki omogoča overjanje glede na vhode za načrtovanje in razvoj. Pred izdajo je treba rezultate načrtovanja in razvoja odobriti.

Rezultat načrtovanja in razvoja mora:

- a) izpolnjevati vhodne zahteve za načrtovanje in razvoj,
- b) preskrbeti ustrezne podatke za nabavo, proizvodnjo in zagotovitev storitev,
- c) vsebovati ali se sklicevati na kriterije sprejemljivosti proizvoda,
- d) specificirati karakteristike proizvoda, ki so bistvene za njegovo varno in pravilno uporabo.

7.3.4 Pregled načrtovanja in razvoja

Na primernih stopnjah je treba v skladu s planiranimi ukrepi (glej 7.3.1) izvesti sistematične preglede načrtovanja in razvoja, da bi:

- a) ocenili sposobnost rezultatov načrtovanja in razvoja, da izpolnjujejo zahteve,
- b) identitificirali probleme in predlagali potrebne ukrepe.

Takih pregledov se morajo udeležiti predstavniki funkcij, ki so sodelovali v fazi(-ah) načrtovanja in razvoja, ki se pregleduje. Zapise rezultatov o pregledih in potrebnih ukrepih je treba vzdrževati (glej 4.2.4).

Nadaljevanje preglednice 9.9

7.3.5 Overjanje načrtovanja in razvoja

Izvesti je potrebno overjanje v skladu s planiranimi ukrepi (glej (7.3.1), za zagotovitev, da rezultati načrtovanja in razvoja izpolnjujejo vhodne zahteve za načrtovanje in razvoj. Zapise rezultatov overjanja in kakršnihkoli potrebnih ukrepov je treba vzdrževati (glej 4.2.4).

7.3.6 Validacija načrtovanja in razvoja

Validacijo načrtovanja in razvoja je treba izvesti v skladu s planiranimi dogovori (glej 7.3.1), za zagotovitev, da je rezultat načrtovanja in razvoja sposoben izpolniti zahteve za specificirano ali nameravano uporabo, kjer je znana. Kjer je to izvedljivo, je potrebno izvesti validacijo pred dostavo ali izvedbo proizvoda. Zapise rezultatov validacije in kakršnihkoli potrebnih ukrepov je treba vzdrževati (glej 4.2.4).

7.3.7 Obvladovanje sprememb načrtovanja in razvoja

Spremembe načrtovanja in razvoja je treba identificirati in o njih vzdrževati zapise. Spremembe je treba primerno pregledati, overiti in validirati ter odobriti pred izvedbo. Pregled sprememb načrtovanja in razvoja mora vključevati oceno vplivov sprememb na sestavne dele in predhodno dodstavljene proizvode.

Zapise rezultatov pregledov sprememb in kakršnihkoli potrebnih ukrepov je treba vzdrževati (glej 4.2.4).

7.4 Nabava

7.4.1 Proces nabave

Organizacija mora zagotoviti, da so nabavljeni proizvodi skladni s specificiranimi zahtevami za nabavo. Vrsta in obseg obvladovanja, ki je povezano z dobaviteljem in nabavljenim proizvodom, morata biti odvisna od vpliva nabavljenega proizvoda na kasnejše procese realizacije ali na končni proizvod.

Organizacija mora ocenjevati in izbirati dobavitelje na osnovi njihove sposobnosti, da dobavijo proizvod v skladu z zahtevami organizacije. Določiti je potrebno merila za izbiro, ocenjevanje in ponovno ocenjevanje. Zapise rezultatov ocenitev in kakršnihkoli ukrepov, ki izhajajo iz ocenjevanja, je treba vzdrževati. (glej 4.2.4).

7.4.2 Informacije za nabavo

Informacije za nabavo morajo opisovati proizvode, ki jih je treba nabaviti. Kjer je primerno morajo vsebovati:

- a) zahteve za odobritev proizvoda, postopkov, procesov in opreme,
- b) zahteve glede kvalifikacije osebja,
- c) zahteve za sistem vodenja kakovosti.

Organizacija mora zagotoviti ustreznost specificiranih nabavnih zahtev, preden jih sporoči dobavitelju.

7.4.3 Overjanje nabavljenih proizvodov

Organizacija mora vzpostaviti in izvajati kontrolne in druge aktivnosti, potrebne za zagotavljanje, da nabavljeni proizvodi izpolnjujejo specificirane nabavne zahteve.

Če organizacija ali njen odjemalec namerava izvesti overitvene aktivnosti pri dobavitelju, mora organizacija v nabavnih dokumentih določiti predvidene postopke za overjanje in način sprostitve proizvoda.

Nadaljevanje preglednice 9.9

7.5 Proizvodnja in izvedba storitev

7.5.1 Obvladovanje proizvodnje in izvedbe storitev

Organizacija mora planirati in izvajati proizvodnjo in storitve v obvladovanih pogojih. Kjer je to primerno, morajo obvladovani pogoji vključevati:

- a) razpoložljivost informacij, ki opisujejo karakteristike proizvoda,
- b) razpoložljivost delovnih navodil, kjer so potrebna,
- c) uporabo primerne opreme,
- d) razpoložljivost in uporabo nadzornih in merilnih naprav,
- e) izvajanje nadzorovanja in merjenja,
- f) izvajanje aktivnosti za sprostitev proizvoda in dostavo ter aktivnosti po dostavi.

7.5.2 Validacija procesov za proizvodnjo in izvedbo storitev

Organizacija mora validirati vse procese proizvodnje in izvedbe storitev, kjer rezultatov ni mogoče overiti s poznejšim nadzorovanjem in merjenjem. To vključuje vse procese, kjer pomankljivosti procesa postanejo opazne šele pri uporabi proizvoda ali po izvedbi storitve.

Validacija mora dokazovati sposobnost teh procesov za doseganje planiranih rezultatov.

Organizacija mora določiti te procese in v to po potrebi vključiti:

- a) določene kriterije za pregled in odobritev procesov,
- b) odobritev opreme in kvalifikacijo osebja,
- c) uporabo specifičnih metod in postopkov,
- d) zahteve za zapise (glej 4.2.4),
- e) ponovno validacijo.

7.5.3 Identifikacija in sledljivost

Kjer je to primerno, mora organizacija pri realizaciji proizvoda proizvode ustrezno identificirati.

Organizacija mora identificirati status proizvoda ob upoštevanju zahtev za nadzorovanje in merjenje.

Če se zahteva sledljivost, mora organizacija obvladovati in zapisovati enolično identifikacijo proizvoda (glej 4.2.4).

OPOMBA: V nekaterih industrijskih sektorjih je vodenje konfiguracije način za vzdrževanje identifikacije in sledljivosti.

7.5.4 Lastnina odjemalcev

Organizacija mora skrbno ravnati z lastnino odjemalcev, ko je pod njenim nadzorom ali ko jo uporablja. Organizacija mora identificirati, overiti, zaščititi in vaovati lastnino odjemalcev, dobavljeno za uporabo ali vključitev v proizvod. Če pride do izgube ali poškodovanja lastnine odjemalcev ali se ugotovi, da je kako drugače neprimerna za uporabo, je treba o tem obvestiti odjemalca in vzdrževati zapise (glej 4.2.4).

OPOMBA: Lastnina odjemalcev lahko vključuje intelektualno lastnino.

Nadaljevanje preglednice 9.9

7.5.5 Ohranitev proizvoda

Organizacija mora ohraniti skladnost proizvoda med notranjo obdelavo in med dostavo na predvideno lokacijo. Ta zaščita mora vključevati identifikacijo, ravnanje, pakiranje, skladiščenje in preprečevanje poškodb. Zaščita se nanaša tudi nasestavne dele proizvoda.

7.6 Obvladovanje nadzornih in merilnih naprav

Organizacija mora identificirati potreben nadzor in merjenja ter nadzorne in merilne naprave potrebne za dokazovanje skladnosti proizvoda z zahtevami (glej 7.2.1).

Organizacija mora vzpostaviti procese, s katerimi zagotovi, da se lahko nadzorovanje in merjenje izvaja in da se izvaja na način, ki je skladen z zahtevami za nadzorovanje in merjenje.

Da bi zagotovila veljavne rezultate, mora organizacija po potrebi merilno opremo:

- a) v določenih intervalih ali pred uporabo kalibrirati ali overiti s pomočjo merilnih etalonov, sledljivih do mednarodnih ali nacionalnih merilnih etalonov. Če taki etaloni ne obstajajo, je treba dokumentirati osnovo, uporabljeno za kalibriranje ali overjanje.
- b) nastaviti ali ponovno nastaviti, če je potrebno,
- c) identificirati, da omogoči določitev statusa kalibracije,
- d) zaščititi pred nepooblaščenimi posegi, ki bi lahko pokvarili merilne rezultate,
- e) zaščititi pred poškodbami in okvarami med ravnanjem, vzdrževanjem in skladiščenjem.

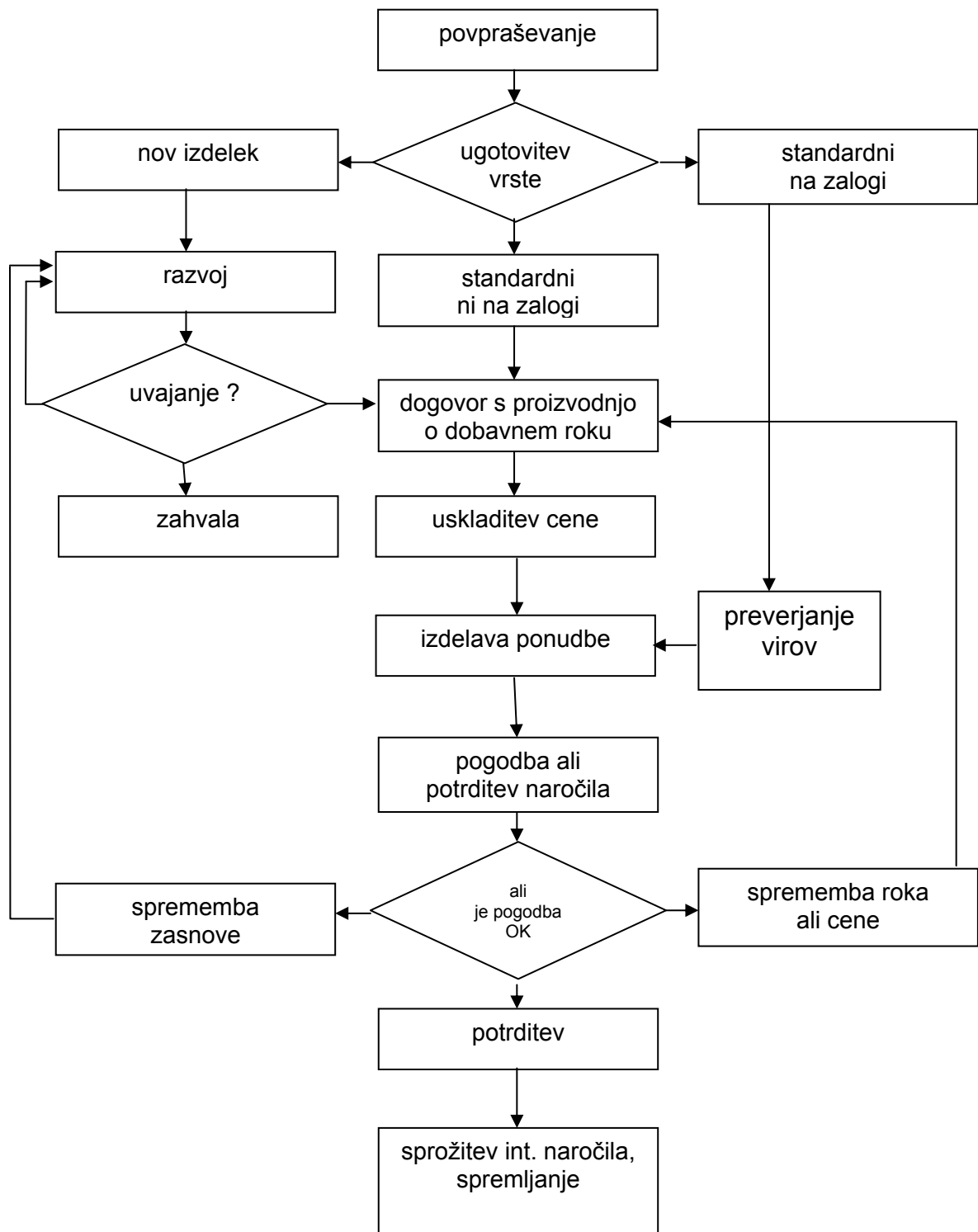
Poleg tega mora organizacija oceniti in zapisati veljavnost predhodnih merilnih rezultatov, ko ugotovi, da oprema ne izpolnjuje zahtev. Organizacija mora izvesti ustrezne ukrepe na opremi in proizvodih, pri katerih je bila ta oprema uporabljena. Zapis rezultatov kalibracij in overjanja je treba vzdrževati (glej 4.2.4).

Če se pri nadzorovanju in merjenju specifičnih zahtev uporablja računalniška programska oprema, je treba potrditi njeno sposobnost, da zadovolji nameravano uporabo. To je treba storiti pred pričetkom uporabe in po potrebi ponovno potrditi.

OPOMBA: Za napotke glej ISO 10012-1 in ISO 10012-2.

Osnovna izhodišča prodaje

- veljavna dokumentiranost
- razumljivost (nedvoumnost)
- točnost
- celovitost
- izvedljivost zahtev kupcev:
 - resničnost (tisto kar smo pripravljeni zagotoviti)
 - stvarnost (tisto kar smo sposobni zagotoviti)



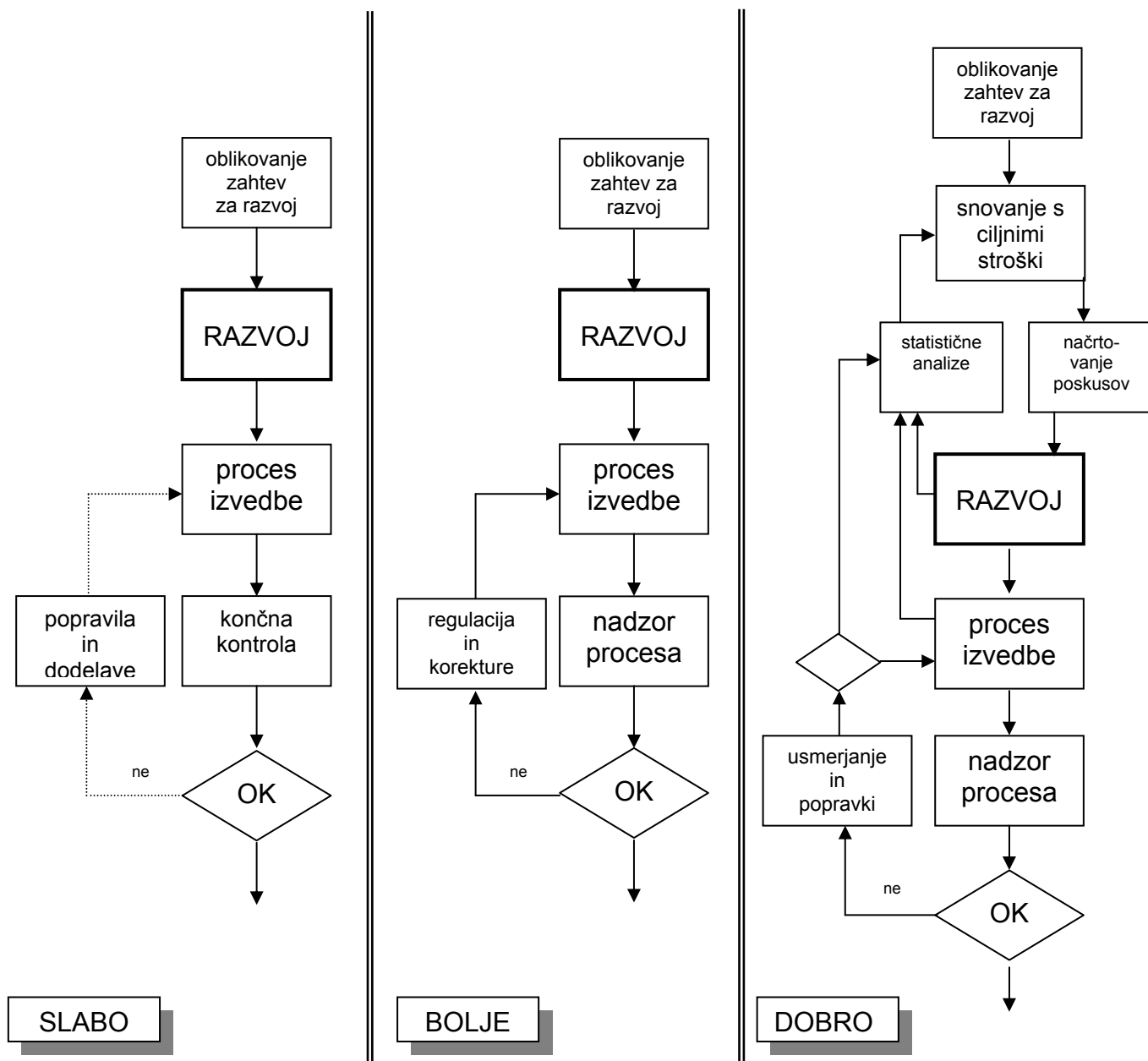
Slika 9.5: Primer sheme poteka prodajnih aktivnosti

RAZVOJNI PROCES

- zahodni (zaporedni, uporaba standardnih stroškov)
- japonski (vzporedni, uporaba koncepta ciljnih stroškov)

POMOČ PRI RAZVOJNEM PROCESU

- uporaba ustreznih orodij kot so:
- QFD (Quality Functions Deployment),
- FMEA (Failure Mode and Effect Analyses),
- načrtovanje in analiza eksperimentov,
- statistična procesna kontrola in druga



Slika 9.6: Primeri vodenja razvojnega procesa

9.4.5 Merjenje, analize in izboljšave

Preglednica 9.10 Točka 8 standarda ISO 9001:2000

8 Merjenje, analize in izboljšave

8.1 Splošno

Organizacija mora planirati in izvajati procese nadzorovanja, merjenja, analiziranja in izboljševanja, ki so potrebni, da:

- a) dokaže skladnost proizvoda,
- b) zagotovi skladnost sistema vodenja kakovosti,
- c) nenehno izboljšuje učinkovitost sistema vodenja kakovosti.

To mora vključevati določitev primernih metod, vključno s statističnimi metodami, in obseg njihove uporabe.

8.2 Nadzorovanje in merjenje

8.2.1 Zadovoljstvo odjemalcev

Kot eno od meritev delovanja sistema vodenja kakovosti mora organizacija nadzorovati informacije o zaznavanju odjemalcev, ali je organizacija izpolnila njihove zahteve. Določiti mora metode za pridobivanje in uporabo teh informacij.

8.2.2 Notranja presoja

Organizacija mora izvajati notranje presoje v planiranih intervalih, da bi ugotovila, ali sistem vodenja kakovosti:

- a) ustreza planiranim dogovorom (glej 7.1), zahtevam tega standarda in zahtevam za sistem vodenja kakovosti, ki jih postavi organizacija,
- b) se učinkovito izvaja in vzdržuje.

Organizacija mora planirati program presoj in pri tem upoštevati status in pomembnost presojanih procesov in področij, kot tudi rezultate predhodnih presoj. Določeni morajo biti kriteriji za presojo, predmet presoj, pogostost in metode. Izbira presojevalcev in izvajanje presoj mora zagotoviti objektivnost in neodvisnost procesa presoj. Presojevalci ne smejo presojati lastnega dela.

Odgovornosti in zahteve za planiranje in izvajanje presoj, poročanje o rezultatih in vzdrževanje zapisov (glej 4.2.4) morajo biti določeni v dokumentiranem postopku.

Vodstvo, odgovorno za presojano področje, mora zagotoviti, da se brez neopravičene zamude izvedejo ukrepi za odpravo neskladnosti in njihovih vzrokov. Ukrepi, ki sledijo, morajo vključevati overjanje izvedenih ukrepov in poročanje o rezultatih overjanja (glej 8.5.2).

8.2.3 Nadzorovanje in merjenje procesov

Organizacija mora uporabiti ustrezne metode za nadzorovanje in, kjer je to primerno, merjenje procesov sistema vodenja kakovosti. Te metode morajo dokazati sposobnost procesov za doseganje planiranih rezultatov. Če planirani rezultati niso doseženi, je treba izvesti ustrezne korekcije in korektivne ukrepe, da bi zagotovili skladnost proizvoda.

8.2.4 Nadzorovanje in merjenje proizvodov

Na primernih stopnjah procesa realizacije proizvoda mora organizacija nadzorovati in meriti karakteristike proizvoda, da overi, da so izpolnjene zahteve za proizvod. To je potrebno izvajati na primernih stopnjah procesa realizacije proizvoda v skladu s planiranimi dogovori (glej 7.1).

Nadaljevanje preglednice 9.10

Dokazi o skladnosti s kriteriji sprejemljivosti morajo biti vzdrževani. Iz zapisov mora biti razvidna oseba, ki je sprostila proizvod za uporabo (glej 4.2.4).

Do sprostitve proizvoda in izvedbe storitve ne sme priti, dokler niso zadovoljivo izvedeni planirani ukrepi (glej 7.1), razen če ni drugače odobril ustrezni pooblaščenec in, kjer je to primerno odjemalec.

8.3 Obvladovanje neskladnih proizvodov

Organizacija mora zagotoviti identifikacijo in obvladovanje proizvoda, ki ni v skladu z zahtevami za proizvod, da bi preprečila njegovo nenadzorovano uporabo ali dostavo. Ti ukrepi za obvladovanje in z njimi povezane odgovornosti in pooblastila za ravnanje z neskladnimi proizvodi moraj biti določeni v dokumentiranem postopku.

Organizacija mora ravnati z neskladnim proizvodom na enega ali več naslednjih načinov:

- a) z izvedbo ukrepov za odpravo ugotovljene neskladnosti;
- b) z odobritvijo njegove uporabe, s sprostitvijo ali sprejemom z dovoljenjem za izvzetje, ki ga izda ustrezni pooblaščenec, in, kjer je to primerno odjemalec;
- c) z izvedbo ukrepov za preprečitev njegove prvotne predvidene uporabe.

Zapise o naravi neskladnosti in kakršnihkoli izvedenih ukrepih, vključno s pridobljenim dovoljenjem za izvzetje, je treba vzdrževati (glej 4.2.4).

Če se neskladni proizvodi popravijo, jih je treba ponovno overiti, da bi se dokazala skladnost z zahtevami.

Če se neskladnost proizvoda ugotovi po dostavi ali po začetku uporabe, mora organizacija izvesti ukrepe, ustrezne posledicam ali potencialnim posledicam neskladnosti.

8.4 Analiza podatkov

Organizacija mora določiti, zbirati in analizirati primerne podatke, da bi dokazala primernost in učinkovitost sistema vodenja kakovosti in ocenila, kje je možno nenehno izboljševanje učinkovitosti sistema vodenja kakovosti. Vključeni morajo biti podatki, pridobljeni z nadzorovanjem in merjenjem ter iz drugih primernih virov.

Analiza teh podatkov mora priskrbeti informacije o:

- a) zadovoljstvu odjemalcev (glej 8.2.1),
- b) skladnosti z zahtevami za proizvod (glej 7.2.1),
- c) karakteristikah in trendih procesov in proizvodov, vključno z možnostmi za preventivne ukrepe,
- d) dobaviteljih.

8.5 Izboljšave

8.5.1 Nenehno izboljševanje

Organizacija mora nenehno izboljševati učinkovitost sistema vodenja kakovosti z uporabo politike kakovosti, ciljev kakovosti, rezultatov presoj, analiz podatkov, korektivnih in preventivnih ukrepov in vodstvenega pregleda.

Nadaljevanje preglednice 9.10

8.5.2 Korektivni ukrepi

Organizacija mora izvajati ukrepe, s katerimi odpravi vzroke neskladnosti, da bi preprečila njihovo ponovitev. Korektivni ukrepi morajo biti primerni posledicam dejanskih neskladnosti.

Vzpostaviti je potrebno dokumentirani postopek, ki določa zahteve za:

- a) pregledovanje neskladnosti (vključno s pritožbami odjemalcev),
- b) določanje vzrokov neskladnosti,
- c) ocenjevanje potreb po ukrepih, s katerimi se zagotovi, da se neskladnosti ne ponovijo,
- d) določitev in izvajanje potrebnih ukrepov,
- e) zapise rezultatov izvedenih ukrepov (glej 4.2.4),
- f) pregledovanje izvedenih ukrepov.

8.5.3 Preventivni ukrepi

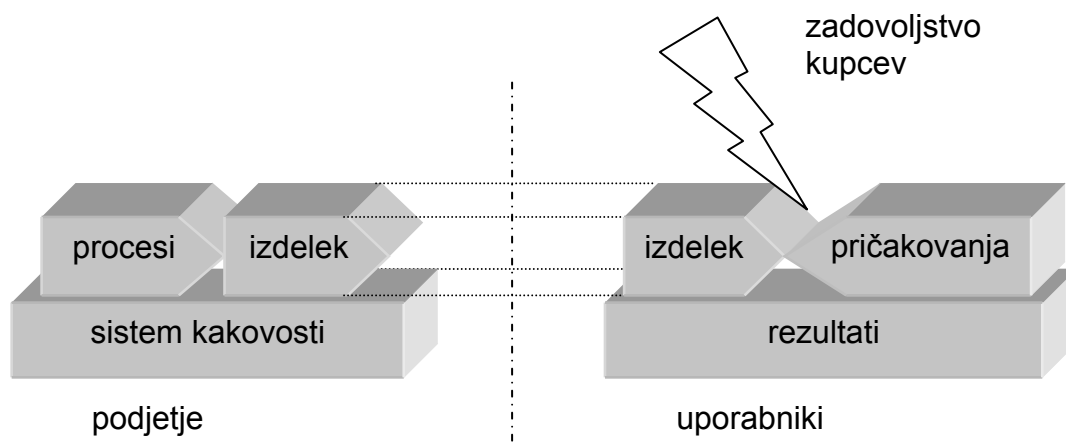
Organizacija mora določiti ukrepe, s katerimi odpravi vzroke potencialnih neskladnosti, da bi preprečila njihov nastanek. Preventivni ukrepi morajo biti primerni posledicam potencialnih problemov.

Vzpostaviti je treba dokumentirani postopek, ki določa zahteve za:

- a) določitev potencialnih neskladnosti in njihovih vzrokov,
- b) ocenitev potreb za ukrepanje, da se prepreči pojav neskladnosti,
- c) določitev in izvedbo ukrepov,
- d) zapise rezultatov izvedenih ukrepov (glej 4.2.4),
- e) pregledovanje izvedenih preventivnih ukrepov.

10 Ocenjevanje, samoocenjevanje, certificiranje in nagrade za kakovost

- ocenjevanje druge strani
- ocenjevanje tretje strani
- ocenjevanje prve strani
- samoocenjevanje
- nagrade za kakovost

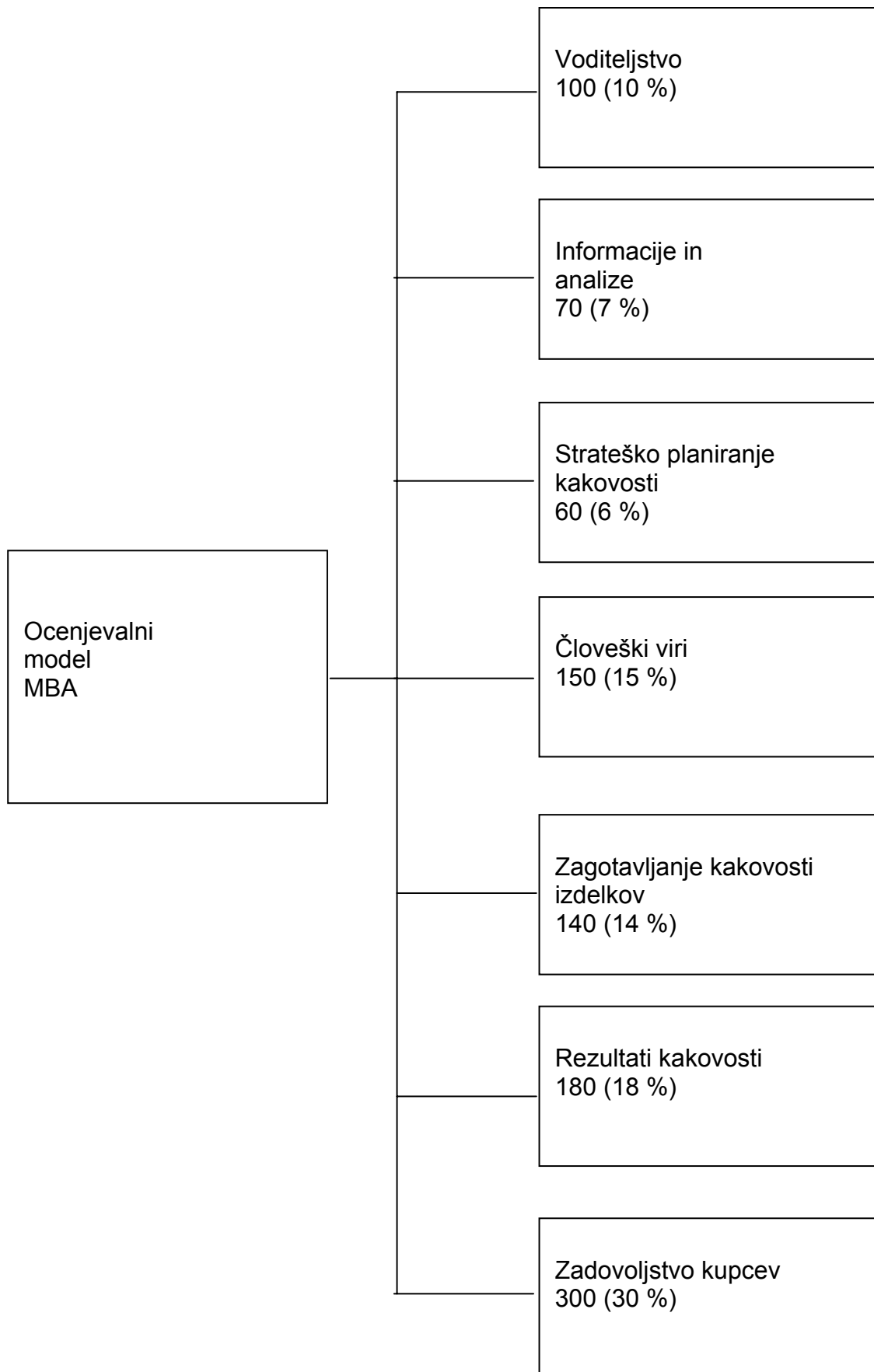


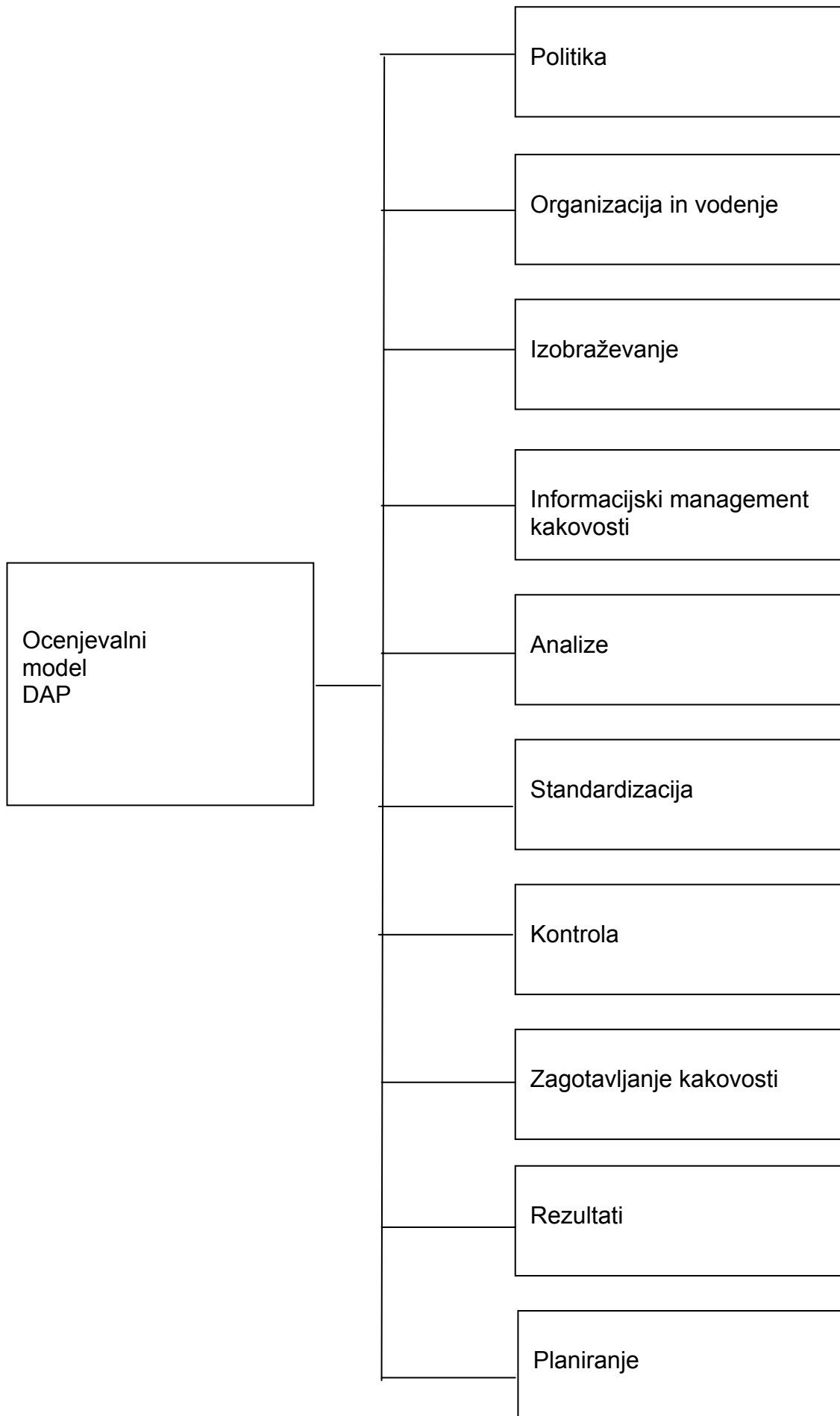
Glavne nagrade za kakovost:

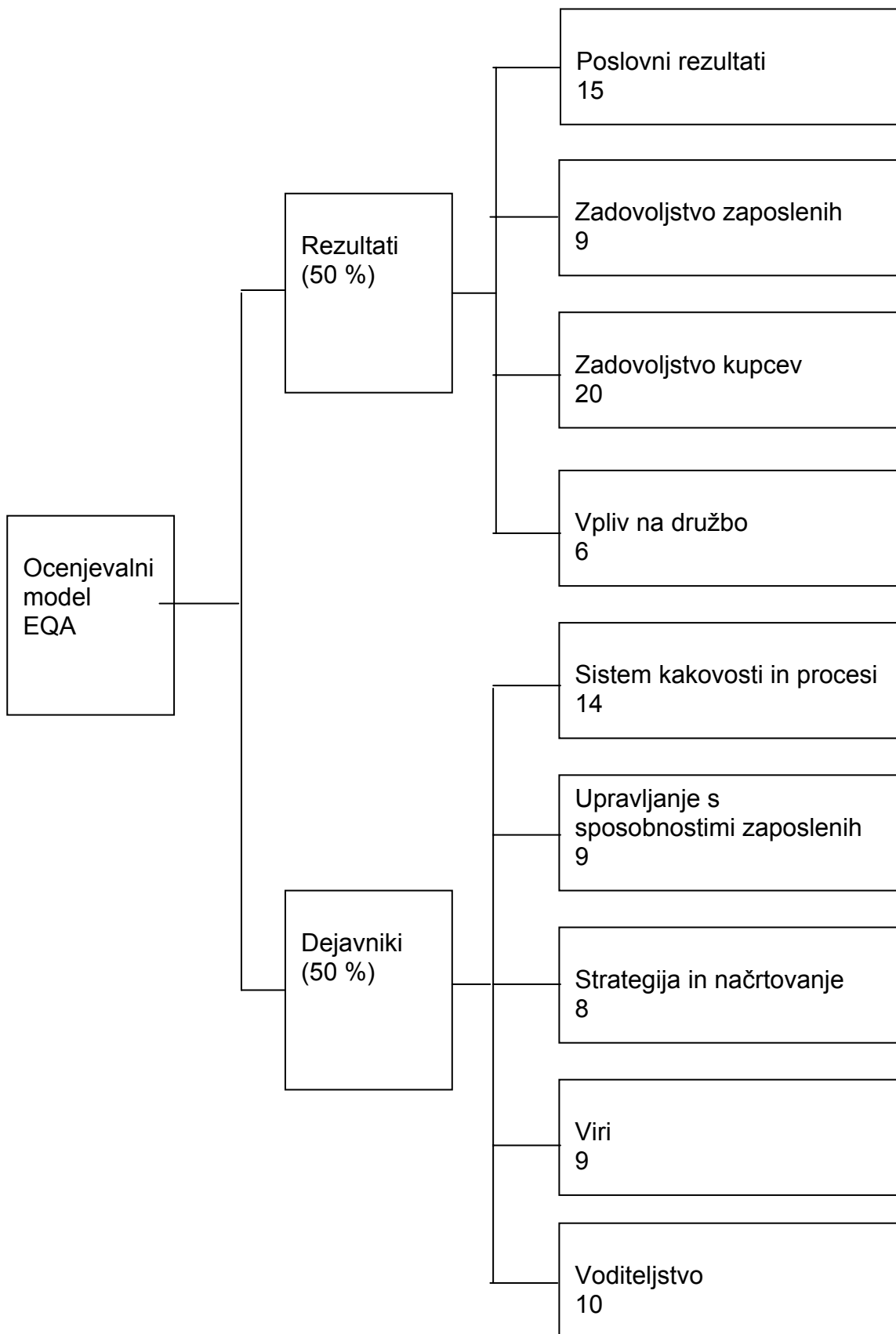
MBA – Malcolm Baldrige National Quality Award (ZDA)

DAP – Deming Application Prize (Japonska)

EQA – European Quality Award (Evropska unija)







VPRAŠALNIK ZA UGOTAVLJANJE POSLOVNE ODLIČNOSTI

Namen vprašalnika je pomagati organizaciji, da najde svoje mesto na lestvici poslovne odličnosti. Temelji na preizkušenem modelu ocenjevanja organizacij z različnih vidikov, ki opredeljujejo sposobnosti in dosežke organizacije na področju kakovosti.

Vprašalnik preučuje kakovost v najširšem pomenu besede in ni omejen samo na določene vidike sistemov upravljanja s kakovostjo (kot je na primer ISO 9000), temveč upošteva tudi področja, kot so poslovna učinkovitost procesov, dosežki nenehnega izboljševanja izdelkov in storitev in tudi, kako podjetje izkorišča in razvija svoj kader za doseganje svojih ciljev. Vprašalnik vključuje 50 vprašanj, jasno pa je, da samo s temi odgovori ne moremo dobiti popolne slike dosežkov in možnosti neke organizacije. Zato pa služi kot uporabno izhodišče in nakazuje nadaljnje aktivnosti.

Točkovanje

Vsako od 50 vprašanj v vprašalniku enakovredno prispeva h končnemu rezultatu točkovanja. Da bi bilo samotočkovanje čim preprosteje, so k vsakemu vprašanju pripisani štiri možni odgovori. Priporočeno je, da posamezni predstavniki organizacije vprašalnik točkujejo ločeno, preden pridejo do soglasja. Določeno je, kaj predstavlja rezultat A, B, C ali D.

- D, se še ni začelo.
Ne dogaja se kaj dosti, mogoče nekaj dobrih zamisli, vendar dosti dalj od želja ni prišlo,
- C, nekaj napredka.
Nekateri znaki kažejo, da se nekaj resnično dogaja. Občasnim pregledom sledi izboljšanje, uspešna uvedba, vpeljava (ali rezultati) na posameznih področjih,
- B, znaten napredek.
Znaki, da smo se tega vprašanja dobro lotili, kar je razvidno iz rednih in rutinskih pregledov ter izboljšav. Vendar obstaja nekaj dvoma o tem, da je izvajanje vsesplošno in da so izkoriščene vse možnosti,
- A, je v celoti doseženo.
Odličen pristop oziroma rezultat na vseh področjih, zgledna rešitev oziroma dosežek, težko bi bilo še kaj izboljšati.

1 Voditeljstvo

V tem poglavju se pregleda aktivnosti in obnašanje vseh vodilnih delavcev. Ocenjuje se, kakšno vlogo ima najvišje vodstvo pri ustvarjanju jasnih vrednot o kakovosti ter pri vodenju in podpiranju poznejše izvedbe teh vrednot v organizaciji. Poudarek je na osebni zavzetosti najvišjega vodstva in na

njihovih dejanjih, ne pa na razglašanju in podpisovanju dokumentov o politiki organizacije. Prav tako se pregleda, kako se te vrednote posredujejo in kako se utrjujejo vsi vodilni in nadzorni delavci ter kako so vodilni delavci osebno vključeni in aktivni pri obravnavanju kupcev in dobaviteljev.

- a) ali je najvišje vodstvo neposredno vključeno in ima vidno vlogo pri pripravi dolgoročne izjave za usmeritev in kulturo poslovanja (npr. izjave o poslanstvu), ki vključuje cilje in vrednote kakovosti naše organizacije (vključno s konceptom internega kupca), in ali ima najvišje vodstvo ključno vlogo pri posredovanju teh ciljev in vrednot?
- b) ali so vsi vodilni delavci osebno vključeni v posredovanje napredka in izboljšav na področju kakovosti in v kolikšni meri je vključevanje vodilnega delavca pomemben dejavnik za njegovo osebno priznanje in možnost napredovanja?
- c) ali so vsi vodilni delavci osebno vključeni v pravočasno priznavanje prizadevanj posameznikov in skupin za izboljšanje?
- d) ali se vsi vodilni delavci srečujejo s kupci in dobavitelji in ali so aktivno vključeni v pobude z njimi?
- e) ali obnašanje najvišjega vodstva z zgledom in dejanjem izkazuje in poudarja vrednote kakovosti organizacije in ali se te vrednote na široko izvajajo v vsej organizaciji?

2 Strategija in načrtovanje

V tem poglavju se pregleda, kako podjetje svoje cilje kakovosti in vrednote vgrajuje v aktivnosti načrtovanja.

Ocenjuje se, ali strategije in načrtovanje temeljita na zanesljivih dejstvih in podatkih in ali je načrt na najvišji ravni usklajen z realnimi in dosegljivimi načrti na ravni izvajalcev. Ugotavlja se tudi, ali podjetje pri postavljanju svojih ciljev uporablja znanje konkurenčne primerjave uspešnosti (konkurence ali drugih) ali pa samo nadgrajuje dosežke zadnjega leta.

- a) ali podjetje zagotavlja, da njegova strategija, načrti in cilji odražajo in podpirajo doseganje ciljev in vrednot kakovosti, izraženih v izjavi o poslanstvu, in to za kratkoročno (1 - 2 let) in dolgoročno obdobje (več kot 3 leta)?
- b) ali podjetje pri načrtovanju in vsakdanjem poslovanju redno uporablja podatke in ali ti podatki vključujejo izvajanje najbolj internih procesov oziroma operacij, delovanje dobaviteljev, podatke o konkurenci in konkurenčni primerjavi?
- c) ali ima podjetje metodo zagotavljanja, da so njegovi cilji in načrti na najvišji ravni uresničljivi in skladni z načrti in cilji na nižjih ravneh?

- d) ali lahko večina osebja našteje cilje organizacije bistvene za svoje aktivnosti in ali so seznanjeni z načrti, ki naj bi jih dosegli na svojih področjih?

Upravljanje s sposobnostmi zaposlenih

V tem poglavju se pregleda, kako podjetje razvija in angažira celotno delovno silo, da bi dosegli izboljšanja znotraj podjetja. Ukvarja se z odkrivanjem in razvijanjem spretnosti, ki so potrebne za doseganje ciljev organizacije, namesto z izobraževanjem zaposlenih in razvijanjem takih spretnosti, ki zadovoljujejo njihove osebne potrebe. Sprašuje se po tem, kako so cilji zaposlenih usklajeni s cilji podjetja (npr. z oceno uspešnosti) in ali zaposleni spoštujejo procese, kot sta npr. ocenjevanje uspešnosti in usposabljanje? V tem poglavju se nadalje pregleduje, ali dobivajo zaposleni vedno večja pooblastila za prizadevanje in angažiranje za nenehno izboljševanje podjetja. Pričakovano je, da se bodo zaposleni vključevali v aktivnosti izboljševanja predvsem z razvijanjem skupinskega pristopa k reševanju problemov.

- a) ali so kadrovske načrti (npr. najemanje, usposabljanje, razvoj) neposredno izvedeni iz potreb strateških načrtov in ciljev (in ne samo iz aktivnosti ali samostojnih načrtov, ki temeljijo na občasnih potrebah)?
- b) ali ima podjetje proces (ki ga spoštuje vse osebje) rednega ocenjevanja zaposlenih, ki vključuje usposabljanje in potrebe po poklicnem razvoju?
- c) ali ima podjetje proces uvajanja izboljšav, ki vključuje vse zaposlene (tako posameznike kot skupine)?
- d) ali lahko podjetje dokaže, da svojim zaposlenim zagotavlja vedno večja pooblastila za delovanje in prevzemanje odgovornosti za odločitve in spremembe in ali aktivno zagotavlja, da ta povečana pooblastila bistveno ne povečujejo tveganja za podjetje?
- e) ali se prizadevanja za izboljšanje kakovosti priznavajo in nagradujejo enako kot druge upoštevane postopke (npr. prodajne provizije, dolžina delovne dobe, kvalifikacija)?
- f) ali se pri zaposlenih dosega učinkovita dvostranska komuniciranja in ali bi se zaposleni strinjali, da so dobro informirani in da se njihovo mnenje ceni?

4 Upravljanje z viri

V tem poglavju se pregleda, kako so ključni viri podjetja, kot so finance, informacijska tehnologija, material in nove tehnologije, usklajeni s cilji kakovosti in vrednotami podjetja. Namen tega poglavja je pregledati, do kakšne mere so ključni viri podjetja sistematično usklajeni in uporabljeni, da bi

zagotovili, da bodo vrednote in cilji kakovosti dejansko doseženi in da se bo s temi ključnimi viri strokovno upravljalo.

- a) ali ima podjetje pristop, ki zagotavlja, da razporeditev in raba njenih finančnih virov odražata in podpirata njeno izjavo o poslanstvu ter njene vrednote in cilje kakovosti?
- b) ali podjetje zagotavlja, da so vse informacije, vključno s podatki o delovanju procesov, o dobaviteljih (tudi o njihovi uspešnosti) in kupcih (tudi o njihovem zadovoljstvu) zanesljive in prosto ter hitro na voljo ter vsemu osebju lahko uporabljive (vključno s kupci oziroma dobavitelji, kot ustreza)? To vključuje tudi odstranitev zastarelih podatkov in dokumentov.
- c) ali ima podjetje pristop, ki nenehno izboljšuje njeno obvladovanje in učinkovito izkoriščanje materialnih virov in dobaviteljev? Sem spada zmanjšanje odpada, izmeta, zastarelosti, zalog in izkoriščenost osnovnih sredstev (npr. prostorov in opreme), pa tudi skupni projekti z dobavitelji za izboljšanje in odkrivanje novih priložnosti.
- d) ali obstaja rutinska metoda zagotavljanja, da se nove tehnologije prepoznavajo in uvajajo, da bi dosegli konkurenčno prednost tako pri izdelkih oziroma storitvah kot tudi pri procesih?

5 Sistem kakovosti in procesi

V tem poglavju se pregleda, kako podjetje upravlja s svojimi kritičnimi procesi. Sem spadajo inovacije, dobava ključnih izdelkov ali storitev, poslovne in pomožne funkcije.

Poglavje vključuje tudi zahteve za obvladovanje in izboljševanje procesov, za dokumentiranje in presojo procesov, da bi potrdili, da so postopki učinkoviti in izkoriščeni in da se hkrati izvajajo potrebni popravilni ukrepi. Vse prejšnje zahteve morajo biti uporabljene tako pri poslovnih in pomožnih procesih kakor tudi pri glavnih proizvodnih in storitvenih procesih.

- a) ali so procesi, ki so kritični za uspeh podjetja, prepoznani ter ali so imenovani njihovi lastniki in določeni kazalci uspešnosti?
- b) ali obstaja splošen sistem, ki zagotavlja, da bodo zahteve kupcev prevedene v specifikacije za nove izdelke in storitve, in ali obstaja obsežen načrt razvoja novih izdelkov in storitev, ki zagotavljajo, da so prepoznane vse nove aktivnosti, ključno delovanje in zahteve dobaviteljev in da je rezultat potrjen v ključnih fazah v času razvoja?
- c) ali ima podjetje sistem, ki zagotavlja, da vse aktivnosti, ki so potrebne za proizvodnjo izdelkov oziroma nudenje storitev, delujejo v skladu z nadzorom predpisanih standardov ali zahtev pod njimi? (Sem spada

tudi potrjevanje ustreznosti in natančnosti vseh merjenj in merilnih sistemov.)

- d) ali obstaja proces nenehnega izboljševanja, ki temelji na pozitivnem prepoznavanju priložnosti in potreb s pomočjo analize podatkov o poslovanju in kupcih ter zunanjih konkurenčnih primerjav?
- e) ali ima podjetje temeljito in rutinsko metodo, da s presojo ali kako drugače ugotavlja učinkovitost in stopnjo uporabe vseh sistemov, s pomočjo katerih obvladuje svoje aktivnosti?
- f) ali podjetje zagotavlja, da se rezultati presoje in drugih ugotovitev (npr. zapisi) vedno uporabljajo za izboljšanje sistemov z odpravljanjem vzrokov (in ne "hitrimi popravili"), da s tem preprečuje ponovitev problema?
- g) so podporne aktivnosti (npr. finance, prodaja, trženje, kadri, pravna služba in tajniška služba) dokumentirane in jih podjetje obvladuje ter nenehno izboljšuje do najmanj take stopnje kot glavne proizvodnje in storitvene aktivnosti?
- h) ali podjetje rutinsko seznanja dobavitelje s trenutno in prihodnjo kakovostjo podjetja in z drugimi zahtevami. Ali obstaja sistem, s katerim podjetje zagotavlja, da je te zahteve mogoče izpolniti oziroma, da se izpolnjujejo in ali so dobavitelji redno informirani in seznanjeni s svojo uspešnostjo.

6 Zadovoljstvo kupcev

V tem poglavju se pregleda, kako podjetje prepozna različne skupine svojih zunanjih kupcev in jih razvršča. V njem iščemo merila in rezultate, ki kažejo na stopnjo zadovoljstva kupcev. Zanimajo nas tako dejansko dojemanje kupca, ki ga je mogoče dobiti z zunanjimi raziskavami itd., kot tudi merila in rezultati, na podlagi katerih bo mogoče napovedati gibanje ali vplivati na zadovoljstvo kupcev, kot so na primer pogostost pritožb, stroški garancije, zamujanje pri dobavah, napačne dobave, stornirana naročila itd. "Napovedi" se lahko štejejo kot "vodilne" kazalce in se jih znotraj podjetja pogosto meri, medtem ko je "dejansko dojemanje" kupca zamudno, a realno merilo zadovoljstva kupca. Dejansko dojemanje se lahko dob le, če kupce vprašamo. V tem poglavju se tudi pregleda, ali podjetje upošteva samo lastno raven in gibanja ali pa jih primerja tudi z zunanjo konkurenco ali drugimi. Kadar se zahteva oceno gibanj in ravni, bi ti v najboljšem primeru morali prekrivati obdobje najmanj treh let. podjetje mora tudi opredeliti, kako pomembni pokazatelji zadovoljstva kupcev so posamezni dejavniki, ki jih meri.

- a) ali ima podjetje točen in realen pregled nad celotnim obsegom pritožb (ustnih in pisnih), ki jih prejmejo vsa področja in funkcije v podjetju?

- b) ali podjetje vrednoti svoj odnos s kupcem z merili, ki napovedujejo ali vplivajo na zadovoljstvo kupca, kot so točnost odziva na pritožbe, pravočasnost, vrnjeno blago, izgubljeni kupci, garancijski zahtevki itd., ter ali meri in pozna rezultate?
- c) ali ima podjetje dobro definirane standarde in ravni storitev za izpolnjevanje zahtev ključnih kupcev in ali podjetje rutinsko meri in pozna svojo uspešnost pri izpolnjevanju teh standardov?
- d) ali napovedi zadovoljstva kupcev pod (a), (b) in (c) zgoraj kažejo gibanje izboljšanja?
- e) ali lahko podjetje pokaže, da so rezultati teh napovedi zadovoljstva kupcev primerljivi s konkurenčnimi oziroma boljši od njih?
- f) ali podjetje rezultate zadovoljstva kupcev z izdelki in storitvami (t. j. dejansko dožemanje kupcev) redno meri in pozna?
- g) ali ti rezultati zadovoljstva kupcev kažejo gibanje izboljšav?
- h) ali podjetje lahko dokaže, da so rezultati zadovoljstva kupcev primerljivi s konkurenčnimi oziroma boljši od njih?
- i) ali ima podjetje metodo za rutinsko postavljanje ciljev za izboljšanje njenih napovedi in meril dožemanja zadovoljstva kupcev in ali je ugotovljena ustreznost meril in ciljev?

7 Zadovoljstvo zaposlenih

V tem poglavju se pregledajo ravni in gibanja zadovoljstva vseh zaposlenih v podjetju. Sprašuje se po dožemanju zaposlenih, ki ga je mogoče dobiti s pomočjo anket, ciljne skupine, itd., pa tudi po merilih in rezultatih, ki napovedujejo ali vplivajo na zadovoljstvo zaposlenih. Sprašuje se, ali so rezultati znani in ali se jih upošteva in ali se jih primerja z rezultati drugih podjetij. Kot pri prejšnjem poglavju so "napovedi" vodilni kazalci, ki bodo mogoče vplivali na zadovoljstvo zaposlenih, medtem, ko je "dejansko dožemanje" mogoče dobiti le tako, da se ljudi vpraša.

Logika, ki stoji za tem poglavjem je, da bo podjetju uspelo samo, če bo vzdrževalo motivirano delovno silo z visoko moralo.

Kjer je zahtevana raven in gibanje, morajo ti v najboljšem primeru pokrivati obdobje treh let.

- a) ali podjetje redno meri dejavnike, ki napovedujejo gibanje ali vplivajo na zadovoljstvo in moralo ljudi, kot so odsotnost z dela, bolniška odsotnost, fluktuacija kadrov, predčasno odhajanje, ravni usposabljanja, interno napredovanje, število nesreč, število priznanj, pritožbe?

- b) ali podjetje redno anketira (s pomočjo vprašalnikov, ciljnih skupin) dojemanje zaposlenih v zvezi z različnimi vidiki podjetja, kot so delovno okolje, komunikacija, možnost napredovanja, vodilni delavci, plača, pohvale, priznanja, usposabljanja, morala in vsesplošno zadovoljstvo zaposlenih?
- c) ali je določena ustreznost meril in ciljev, ki se uporabljajo pri "napovedih" in "dejanskem dojetanju", za zadovoljstvo in moralo zaposlenih in ali so rezultati segmentirani po funkciji in ravni delovnega mesta?
- d) ali so zaposleni seznanjeni z rezultati napovedi zadovoljstva zaposlenih in dejanskimi dojetanji in ali se vodstvo nanje odziva?
- e) ali kažejo rezultati splošno gibanje izboljšanja in ali jih je mogoče pokazati kot konkurenčno primerljive?

8 Vpliv na družbo

V tem poglavju se pregleda tiste aktivnosti podjetja, ki vplivajo na široko skupnost in družbo. Sprašuje se po dejanjih in aktivnostih podjetja kot dobre sosedse, ohranjevalke naravnih virov in njenim prizadevanju po zmanjšanju onesnaževanja. Obravnava se tudi posreden vpliv podjetja preko donacij in dobrodelnih aktivnosti, izobraževalnih dejavnosti, pospeševanje lokalnih interesov in prevzemanja vodilne vloge pri strokovnih aktivnostih v odborih, delovnih skupinah in poklicnih združenjih. V tem poglavju se tudi spoštuje, ali je poznano mnenje družbe o podjetju (razume se, da bo zelo malo podjetij lahko ta trenutek odgovorila na to vprašanje, toda pričakuje se, da bo to postalo vedno pomembnejši dejavnik poslovne odličnosti).

Tako kot prej se tudi tukaj zahteva primerjava z drugimi podjetji.

To poglavje sprašuje po dejanjih podjetja, ki so zunaj in segajo prek njenih zakonitih odgovornosti in običajnih trgovinskih dejavnosti s kupci.

- a) ali podjetje lahko pokaže, da ima aktiven program za preprečevanje ali zmanjšanje škode ali motenja sosedov in okolja na splošno, za ohranjanje in varovanje globalnih virov (npr. energija, recikliranje, odpadki) in za prispevanje k skupnosti (dobrodelne akcije, šport in rekreacija, vodenje v strokovnih zadevah)?
- b) ali kažejo aktivnosti na zgornjih področjih pozitivno gibanje in ali je mogoče rezultate prikazati kot primerljive z drugimi na območju ali v sektorju?

V tem poglavju se pregleduje ključne celokupne (bilančne) kazalce uspešnosti in razmerja, kot so produktivnost, dobiček, donosnost kapitala, tržni delež, donosnost prodaje, donosnost investicij itd. Pregleduje se tudi merila in rezultate ključnih internih procesov in storitev, ki naj bi napovedovali in vplivali na te celokupne kazalce. V slednjo kategorijo bi lahko vključili merila in rezultate za donosnost, zmanjšanje cikličnega časa, donosnost napak, stopnjo donosnosti, kakovost dobaviteljev, napake pri fakturiranju, načrtovanje spremembe itd. Kot v nekaterih drugih poglavjih se tudi tu pregleduje, ali se rezultati in gibanja konkurenčno primerjajo.

V najboljšem primeru se pričakuje, da se zajamejo rezultati in gibanja najmanj za obdobje treh let.

- a) ali so rezultati večine proizvodnih in storitvenih procesov merjeni in poznani?
- b) ali kažejo rezultati proizvodnih in storitvenih procesov gibanja izboljšanja?
- c) ali se rezultate proizvodnih in storitvenih procesov primerja s konkurenco in ali je mogoče dokazati, da so primerljivi oziroma boljši?
- d) ali so rezultati pomožnih in poslovnih procesov merjeni in poznani?
- e) ali kažejo rezultati pomožnih in poslovnih procesov gibanje izboljšanja in ali jih podjetje lahko pokaže kot primerljive s konkurenčnimi, oziroma boljše od njih?
- f) ali ključni finančni in ne-finančni kazalci podjetja (npr. produktivnost, dobiček, tržni delež itd.) kažejo gibanje izboljšanja?
- g) ali imajo ti ključni finančni in poslovni kazalci izmerjene rezultate, ki so primerljivi z neposredno konkurenco oziroma boljši od nje?