

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Radul M. Milutinović

**MODEL ZA UPRAVLJANJE RANIM FAZAMA
INOVACIONIH PROJEKATA**

doktorska disertacija

Beograd, 2020.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF ORGANIZATIONAL SCIENCES

Radul M. Milutinović

**MODEL FOR MANAGING THE EARLY
STAGES OF INNOVATION PROJECTS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2020.

MENTOR:

Dr Biljana Stošić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Maja Levi-Jakšić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Dr Dejan Petrović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Dr Dragana Makajić-Nikolić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Dr Nebojša Bojović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet

Datum odbrane: _____2020. godine.

MODEL ZA UPRAVLJANJE RANIM FAZAMA INOVACIONIH PROJEKATA

Rezime:

Upravljanje ranim fazama predstavlja veoma značajnu oblast upravljanja inovacijama i inovacionim projektima. Ovo mišljenje je potvrđeno na osnovu velikog broja referentnih publikacija koje se mogu naći u navedenoj oblasti, ali i zastupljenošću identifikovane teme u praksi. Imajući u vidu da je upravljanje ranim fazama specificirano kao kritičan faktor uspeha inovacionih projekata, te da predstavlja jedan od najvećih izazova u ovoj oblasti, posebna pažnja se mora posvetiti unapređenju efikasnosti ovog dela projekta. U tom smislu, predmet istraživanja doktorske disertacije se odnosi na unapređenje upravljanja ranim fazama inovacionih projekata, kako bi se izvršila optimizacija pojedinih faktora i svojstava projekata, kao što je slaba strukturiranost, neizvesnost, rizik i dvosmislenost ciljeva.

Osnovni cilj doktorske disertacije jeste razvoj modela za upravljanje ranim fazama i odabir parametara koji utiču na kreiranje efikasnijeg izlaza iz ovog dela projekta. Dok postojeći pristupi upravljanja, uglavnom, razmatraju pojedinačne delove ranih faza, cilj ovog pristupa je da integriše sve pojedinačne delove i da ih poveže u celinu, tako da izlaz iz jednog dela predstavlja ulaz u sledeći. Novorazvijeni pristup obuhvata algoritam za upravljanje idejama; Model 1 za definisanje tehničkih parametara koji ulaze u sastav koncepta proizvoda; Model 2 za određivanje vrednosti tehničkih parametara kojima se obezbeđuje definisani kvalitet uz minimalne troškove; i Model 3 za određivanje vrednosti tehničkih parametara kojima se maksimizira kvalitet u okviru ograničenog budžeta.

Definisani modeli omogućavaju donosiocima odluka da na osnovu eksperimenata nad različitim scenarijima odluče koje rešenje je optimalno u datom trenutku. Proces izvođenja, kao i rezultati eksperimenata, dokumentovani su u cilju kreiranja benčmarka za buduća istraživanja.

Ključne reči:

Upravljanje inovacijama, Upravljanje inovacionim projektima, Rane faze, Projektovanje proizvoda, Koncept proizvoda.

Naučna oblast:

Tehničke nauke

Uža naučna oblast:

Menadžment tehnologije, inovacija i razvoja

MODEL FOR MANAGING THE EARLY STAGES OF INNOVATION PROJECTS

Abstract:

Management of the early stages represents a very important field of innovation management and innovation projects management. This opinion is proven by the large number of referent publications that can be found in this field and also by the presence of identified topic in practice. Stated that the early stages management is specified as a critical success factor of innovation projects, thus representing one of the biggest challenges in this area, special attention must be paid to improving the efficiency of this part of the project. Accordingly, the subject of the doctoral dissertation is to improve the management of the early stages of innovation projects, in order to optimize certain project factors and features, such as poor structure, uncertainty, risk and ambiguity of goals.

The main goal of the doctoral dissertation is to develop a model for managing early stages and the selection of parameters that affect the creation of a more efficient output from this part of the project. While existing approaches mainly consider individual parts of the early stages, the goal of this approach is to integrate all individual parts and to connect them in a way that output from one part represents the input to the next one. The newly developed approach includes an algorithm that represents one of the possible ways of managing ideas; Model 1 for defining the technical parameters that will be a part of the product concept; Model 2 for determining the values of technical parameters that provide defined quality at minimal cost; and Model 3 for determining the values of technical parameters that maximize quality within a limited budget.

Defined models allow decision makers to decide which solution is optimal at a given time based on experiments on different scenarios. The execution process, as well as the results of the experiments, are documented aiming to create a benchmark for future research.

Keywords:

Innovation management, Innovation project management, Early stages, Product design, Product concept.

Scientific field:

Technical Sciences

Scientific subfield:

Management of Technology, Innovation and Development

Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Predmet, cilj istraživanja i hipotetički stavovi o problemu istraživanja	1
1.2. Struktura doktorske disertacije.....	3
2. UPRAVLJANJE INOVACIJAMA I INOVACIONIM PROJEKTIMA	5
2.1. Pojam, definicija i tipologija inovacija i inovacionih projekata	5
2.1.1 Pojmovno određenje inovacija.....	6
2.1.2 Pojmovno određenje inovacionih projekata.....	8
2.1.3 Tipologija inovacija i inovacionih projekata	12
2.2. Modeli upravljanja inovacijama i inovacionim projektima	17
3. RAZVOJ NOVIH PROIZVODA	19
3.1. Pojam i specifičnosti inovacija proizvoda	19
3.2. Kritični faktori uspeha inovacije proizvoda kao izlaza.....	21
3.3. Kritični faktori uspeha procesa inovacije proizvoda.....	23
3.4. Proces razvoja novog proizvoda i model „Faza-Kapija“	26
4. RANE FAZE INOVACIONIH PROJEKATA.....	31
4.1. Pojam i definicija ranih faza inovacionih projekata.....	31
4.2. Karakteristike ranih faza inovacionih projekata	33
4.3. Modeli ranih faza inovacionih projekata	36
4.3.1 Rane faze u modelu „Faza-Kapija“.....	36
4.3.2 Rane faze u agilnom „Faza-Kapija“ modelu.....	37
4.3.3 Trofazni model ranih faza	38
4.3.4 Model razvoja novog koncepta	39
4.3.5 Faza istraživanja koncepta	39
4.3.6 Integrisani model ranih faza.....	40
4.3.7 Holistički model ranih faza	41
4.3.8 Novi model ranih faza.....	41
4.4. Ključne aktivnosti ranih faza inovacionih projekata.....	42
4.4.1 Generisanje ideja – Ideacija	42
4.4.2 Kreiranje koncepta	50
4.4.3 Elaboracija koncepta	50
5. PROJEKTOVANJE PROIZVODA I RAZVOJ KONCEPTA.....	52
5.1. Struktura procesa projektovanja proizvoda.....	55
5.2. Načini unapređenja ranih faza i faze projektovanja inovacionih projekata	62
6. RAZVOJ INTEGRISANOG MODELA ZA UPRAVLJANJE RANIM FAZAMA INOVACIONIH PROJEKATA	72
6.1. Konceptualni okvir i algoritam za kreiranje novih ideja.....	72
6.2. Definisane koncepta.....	80
6.2.1 Definisane koncepta korišćenjem metode QFD	81
6.2.2 Proširenja i unapređenja QFD metode	84
6.3. Primena problema pokrivanja skupova za identifikaciju tehničkih parametara	85
6.3.1 Matematički model za identifikaciju skupa pokrivanja – Model 1.....	90
6.3.2 Rešavanje problema primenom GLPK softvera	91
6.4. Matematički model za određivanje optimalne vrednosti tehničkih parametara – Model 2.....	92
6.4.1 Eksperimenti i numerički rezultati Modela 1 i 2.....	94
6.4.2 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa pet tehničkih parametara.....	99
6.4.3 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa deset tehničkih parametara	103
6.5. Obrnuti model – Model 3.....	111
6.5.1 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa tri tehnička parametra	112
6.5.2 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa pet tehničkih parametara.....	113
6.5.3 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa deset tehničkih parametara	114

6.6.	Analiza rezultata integrisanog modela za upravljanje ranim fazama	116
7.	ZAKLJUČAK.....	120
7.1.	Pregled istraživanja, naučni i stručni doprinosi	120
7.2.	Pravci budućih istraživanja	123
	LITERATURA.....	124
	PRILOZI	133
	BIOGRAFIJA	187

Spisak tabela:

Tabela 1. Razlike u praksi upravljanja konvencionalnim projektima i upravljanja inovacionim projektima (Kerzner, 2019).....	10
Tabela 2. Komparativni prikaz funkcionalnog i projektnog načina organizovanja inovacija (Filippov & Mooi, 2010).....	11
Tabela 3. Tipologija inovacija poslovnog procesa (OECD & Eurostat, 2018).....	14
Tabela 4. Hronološki razvoj modela inovacija (adaptirano prema (Trott, 2017))	17
Tabela 5. Razlika u strukturiranosti ranih faza inovacionih projekata (Ottosson, 2019).....	33
Tabela 6. Razlike između ranih faza i faza razvoja novog proizvoda (Dewulf, 2013; Kim & Wilemon, 2002; Koen et al., 2001).....	34
Tabela 7. Atributi platformi za otvorene inovacije (Bullinger & Moeslein, 2010; Malone et al., 2010; Milutinovic, Stošić, & Đorđević Milutinović, 2020; Milutinović, Stošić, & Štavljanin, 2018)	46
Tabela 8. Atributi proizvoda (adaptirano prema (Hubka & Eder, 1988)).....	56
Tabela 9. Pregled različitih modela projektovanja proizvoda.....	69
Tabela 10. Faze upravljanja idejama.....	73
Tabela 11. Kriterijumi za evaluaciju ideja	77
Tabela 12. Primer primene metode QFD (Franceschini et al., 2007)	86
Tabela 13. Primer određivanja minimalnog skupa tehničkih parametara.....	89
Tabela 14. Primer određivanja minimalnog skupa tehničkih parametara.....	89
Tabela 15. QFD matrica	94
Tabela 16. Rešenje primenom Nemhauzerovog algoritma	95
Tabela 17. Skupovi vrednosti tehničkih parametara – V(i)	96
Tabela 18. Trošak po jedinici mere tehničkog parametra	96
Tabela 19. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	96
Tabela 20. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	96
Tabela 21. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	96
Tabela 22. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	97
Tabela 23. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	97
Tabela 24. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	97
Tabela 25. Rešenje problema definisanog Modelom 2	97
Tabela 26. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	98
Tabela 27. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	98
Tabela 28. Skupovi vrednosti tehničkih parametara – V(i)	99
Tabela 29. Trošak po jedinici mere tehničkog parametra	99
Tabela 30. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	99
Tabela 31. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	100
Tabela 32. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	100
Tabela 33. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	100
Tabela 34. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	100
Tabela 35. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	100
Tabela 36. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	100
Tabela 37. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	101
Tabela 38. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	101
Tabela 39. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	101
Tabela 40. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	101
Tabela 41. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	101
Tabela 42. Rešenje problema definisanog Modelom 2	102
Tabela 43. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	102
Tabela 44. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	103
Tabela 45. Skupovi vrednosti tehničkih parametara – V(i)	103

Tabela 46. Trošak po jedinici mere tehničkog parametra	104
Tabela 47. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	104
Tabela 48. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	104
Tabela 49. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	105
Tabela 50. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	105
Tabela 51. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	105
Tabela 52. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	105
Tabela 53. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	105
Tabela 54. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	105
Tabela 55. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	105
Tabela 56. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	106
Tabela 57. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	106
Tabela 58. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	106
Tabela 59. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	106
Tabela 60. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	106
Tabela 61. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l	106
Tabela 62. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	107
Tabela 63. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	107
Tabela 64. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	107
Tabela 65. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	107
Tabela 66. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	107
Tabela 67. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	107
Tabela 68. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	107
Tabela 69. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	108
Tabela 70. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	108
Tabela 71. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	108
Tabela 72. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	108
Tabela 73. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	108
Tabela 74. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	108
Tabela 75. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	108
Tabela 76. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l.....	109
Tabela 77. Rešenje problema definisanog Modelom 2	109
Tabela 78. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	110
Tabela 79. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	110
Tabela 80. Rešenje problema definisanog Modelom 3	112
Tabela 81. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	112
Tabela 82. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	113
Tabela 83. Rešenje problema definisanog Modelom 3	113
Tabela 84. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	114
Tabela 85. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	114
Tabela 86. Rešenje problema definisanog Modelom 3	115
Tabela 87. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	115
Tabela 88. Analiza osetljivosti i numerički rezultati	116

Spisak slika:

Slika 1. Osnovne aktivnosti upravljanja inovacijama (adaptirano prema (Gaubinger et al., 2015))..5	5
Slika 2. Inovacioni levak (Weis, 2014)	7
Slika 3. Faktori koji utiču na inovacione projekte (Ottosson, 2006, 2019).....	12
Slika 4. Tipologija inovacija na osnovu svrhe (adaptirano prema (OECD & Eurostat, 2018))	13
Slika 5. Tipologija inovacija i inovacionih projekata (adaptirano prema (OECD & Eurostat, 2018))	13
Slika 6. Henderson-Clark inovacioni model (Henderson & Clark, 1990).....	16
Slika 7. 4P inovacioni prostor (Tidd & Bessant, 2009).....	16
Slika 8. Dimenzije za procenu performansi razvoja novog proizvoda (adaptirano prema (Ulrich & Eppinger, 2015))	22
Slika 9. Faktori uspeha inovacije proizvoda (adaptirano prema (Ottosson, 2019))	22
Slika 10. Odnos troškova i životnog ciklusa proizvoda (adaptirano prema (Mital et al., 2014)).....	23
Slika 11. Kritični faktori uspeha (adaptirano prema (Cooper, 2011, 2019; Kahn, 2012)).....	24
Slika 12. Upravljačke promenljive razvoja novog proizvoda (Ullman, 2010).....	26
Slika 13. Modeli razvoja novog proizvoda (adaptirano prema (Trott, 2017))	28
Slika 14. Mrežni model razvoja novog proizvoda (Trott, 2017)	29
Slika 15. Elementi modela „Faza-Kapija“ (adaptirano prema (Cooper, 2011)).....	30
Slika 16. Proces od rađanja ideje za inovacijom do trenutka njenog povlačenja iz prodaje (adaptirano prema (Ottosson, 2019))	32
Slika 17. Obrazac kretanja nestrukturiranosti kroz inovacioni projekat (Kim & Wilemon, 2002; Verganti, 1997)).....	35
Slika 18. Odnos kreativnosti i strukture (Donnelly, 2011).....	36
Slika 19. Rane faze u modelu „Faza-Kapija“ (adaptirano prema (Cooper, 2011)).....	37
Slika 20. Rane faze u agilnom „Faza-Kapija“ modelu (Vedsmann et al., 2016)	37
Slika 21. Trofazni model ranih faza (adaptirano prema (Khurana & Rosenthal, 1997))	38
Slika 22. Model razvoja novog koncepta (adaptirano prema (Koen et al., 2001)).....	39
Slika 23. Faza istraživanja koncepta (adaptirano (Geschka, 2006)).....	40
Slika 24. Integrisani model ranih faza (adaptirano prema (Sandmeier & Jamali, 2007))	40
Slika 25. Holistički model za upravljanje ranim fazama (adaptirano prema (Gaubinger & Rabl, 2014)).....	41
Slika 26. Integrisani model ranih faza inovacionog procesa (Donnellan et al., 2015).....	42
Slika 27. Interni i eksterni izvori ideja	43
Slika 28. Dizajn platformi za otvorene inovacije (Hallerstede, 2013; Milutinović, Stošić, & Štavljanin, 2018).....	44
Slika 29. Ideacija bazirana na igri i otvorenim inovacijama (Milutinović, Stošić, Čudanov, & Štavljanin, 2018).....	47
Slika 30. Poslovni model za ideaciju baziranu na igrama i otvorenim inovacijama (Milutinović, Stošić, Čudanov, & Štavljanin, 2018).....	48
Slika 31. Osnovni elementi projektovanja proizvoda (Ullman, 2010)	52
Slika 32. Projektovanje potrošačkih proizvoda (Mital et al., 2014).....	53
Slika 33. Relativni troškovi između inženjerskog projektovanja i industrijskog dizajna (Mital et al., 2014)	54
Slika 34. Planirani i ostvareni troškovi tokom faze projektovanja (Ullman, 2010)	55
Slika 35. Multidimenzionalnost proizvoda (Trott, 2005).....	56
Slika 36. Osnovni proces inženjerskog projektovanja (French, 1971).....	57
Slika 37. Proces inženjerskog projektovanja (Pahl & Beitz, 1984).....	58
Slika 38. Generalni pristup inženjerskom projektovanju (Mital et al., 2014)	59
Slika 39. Proces inženjerskog projektovanja (Dym, 1994)	60
Slika 40. Proces projektovanja proizvoda (Lawson, 1997).....	60
Slika 41. Integrisani proces razvoja novog proizvoda (Mital et al., 2014).....	61

Slika 42. Optimizacija životnog ciklusa proizvoda	66
Slika 43. Struktura proizvoda (Xuanyuan et al., 2009)	68
Slika 44. Algoritam za upravljanje idejama	74
Slika 45. Izvori ideja (Terwiesch & Ulrich, 2009)	75
Slika 46. Proces evaluacije	80
Slika 47. Dijagram toka za izbor optimalnog koncepta proizvoda.....	81
Slika 48. Primena metode QFD u procesu projektovanja proizvoda (adaptirano prema (Fagnoli & Sakao, 2017).....	83
Slika 49. QFD matrica ili kuća kvaliteta (Milutinović & Stošić, 2019).....	83
Slika 50. Simboli i njihove vrednosti za popunjavanje relacione matrice.....	86
Slika 51. Algoritam za izbor tehničkih parametara primenom problema pokrivanja skupova	90
Slika 52. Odnos ulaznih parametara budžeta i prosečnog kvaliteta za primer od pet tehničkih parametara.....	118

1. UVOD

Globalizacija i konkurentsko okruženje u dvadeset prvom veku vode ka sve većim izazovima u poslovanju kompanija. Poslovanje u ovakvom okruženju nije više fokusirano samo na postizanje profitabilnosti i efikasnosti organizacije, već na kreiranje sistema kojima se mogu postići ciljevi u smislu zadovoljstva korisnika, višeg kvaliteta, responzivnosti i održivosti. Shodno tome, kompanije teže postizanju ovih ciljeva unapređivanjem postojećih pristupa upravljanju operacijama i razvojem novih. U ovakvom scenariju, inovacije imaju ključnu ulogu i prepoznate su kao značajan alat za postizanje konkurentnosti i prevazilaženje izazova savremenog doba.

Rešavanje sadašnjih i novih ekonomskih, socijalnih i ekoloških izazova zahteva nove ideje, inovativna rešenja, pristupe, kao i nove načine organizovanja i saradnje. Inovacije i digitalizacija igraju sve važniju ulogu u gotovo svim sektorima, ali, i u svakodnevnom životu ljudi. U tom smislu, „imperativ inovacije“ se postavlja u središte većine politika, počevši od najnižeg nivoa organizovanja, do nacionalne ekonomije i šire. Međutim, koliko god da su inovacije presudne, inovativne operacije, takođe, moraju biti razvijene kako bi proizvodile i isporučivale takve proizvode i usluge na vreme, sa najvišim mogućim kvalitetom i uz najniže moguće troškove (Garza-Reyes, Kumar, Martinez-Covarrubias, & Lim, 2018).

U cilju dobijanja inovativnog rešenja koje će nositi odgovarajuće troškove i kvalitet i koje će pravovremeno biti lansirano na tržište, neophodno je koristiti adekvatne metode, alate i tehnike, te efikasno upravljati svim delovima inovacionog procesa kako bi se postigao bolji izlaz. Zato je suština mnogih modela za upravljanje inovacionim projektima bazirana na ocenjivanju izlaza iz svake faze, kako bi se odabrale najbolje ideje, razvijali najbolji koncepti proizvoda, prototipi i, na kraju, finalni proizvodi. Upravo je to razlog zbog koga jedan od kritičnih faktora predstavlja upravljanje ranim fazama inovacionih projekata, odnosno, upravljanje fazama i aktivnostima do izrade koncepta proizvoda. Na ovaj način se od samog početka inovacionog projekta postavlja osnova za donošenje ispravnih odluka u kasnijim fazama.

Veliki broj radova se može pronaći na temu ranih faza inovacionih projekata, što ukazuje na istraživački potencijal, ali i značaj ovog segmenta projekta. Većina autora upućuje na slične karakteristike ovog segmenta inovacionih projekata – pre svega, na slabu strukturiranost, visoku neizvesnost i rizik, snažan uticaj na kvalitet finalnog proizvoda, vreme potrebno za lansiranje proizvoda na tržište, te na ukupne troškove proizvodnje proizvoda.

Shodno prethodnom, predmet doktorske disertacije se odnosi na unapređenje ovog dela inovacionih projekata integracijom svih sastavnih delova ranih faza čime bi se omogućio efikasniji izlaz koji je u skladu sa odgovarajućim vremenom, troškovima i kvalitetom.

1.1. Predmet, cilj istraživanja i hipotetički stavovi o problemu istraživanja

Problem upravljanja inovacionim projektima, odnosno, upravljanja njihovim ranim fazama, predstavlja veoma značajnu temu, što se može potvrditi brojem radova u kojima se tema razmatra, te zastupljenošću ovog problema u praksi. Rane faze inovacionih projekata predstavljaju utemeljen koncept koji se često koristi u literaturi i koji predstavlja sam početak projekta i, zavisno od pristupa, može se smatrati delom faze projektovanja. Najšire posmatrano, rane faze obuhvataju faze i pripadajuće aktivnosti od generisanja ideja do odluke o ulaganju sredstava u realizaciju definisanog inovativnog poduhvata.

Jedna od osnovnih karakteristika ranih faza je slaba strukturiranost zbog čega se u literaturi ovaj deo projekta vrlo često naziva i *Fuzzy front end* – *FFE* inovacija. Međutim, oprečna su mišljenja o mogućnosti strukturiranja tog dela projekta, tako da se neki od autora ne slažu sa pomenutim

nazivom. Mogu se sresti različiti nazivi za početni deo inovacionog projekta, i to: *Front end* inovacija (Koen, Bertels, & Kleinschmidt, 2014), faza ideja (Eling & Herstatt, 2017), predrazvojne aktivnosti (Cooper & Kleinschmidt, 1994), pretprojektne aktivnosti (Verganti, 1997), predfaza 0 (Khurana & Rosenthal, 1997), faza otkrića, faza ideja i dr.

Efikasno upravljanje ranim fazama predstavlja jedan od najvećih izazova u oblasti upravljanja inovacionim projektima koje, između ostalog, može doprineti smanjenju neizvesnosti i rizika, izbegavanju odlaganja u kasnijim fazama, povećanju kvaliteta, kao i konkurentskoj prednosti kompanije. Odluke u vezi sa strategijom, kreiranjem koncepta, tehničkom i tržišnom procenom, planiranjem projekta i drugim aktivnostima, karakterističnim za ovu fazu, mogu imati značajan uticaj na inovacioni projekat u celini.

U skladu sa prethodnim, problem istraživanja koji će biti razmatran u doktorskoj disertaciji se odnosi na upravljanje ranim fazama inovacionih projekata. Slaba struktura, dvosmislenost ciljeva, postojanje visokog stepena rizika, samo su neke od karakteristika ranih faza, koje dodatno dobijaju na značaju u uslovima stalnih tržišnih promena, tehnološkog razvoja i dinamike konkurencije. Navedene karakteristike često utiču na dominantno angažovanje projektnog tima u kasnijim fazama inovacionih projekata (razvoj, testiranje, komercijalizacija), s obzirom da su tada jasnije definisani procesi i struktura, sa svom propratnom dokumentacijom i pravilima (Gassmann & Schweitzer, 2014). I pored prepoznatog značaja, rane faze predstavljaju segment projekta kojim se, uglavnom neadekvatno upravlja što, posledično, može dovesti do niza negativnih efekata. Različita istraživanja su pokazala da 85% problema u inovacionim projektima nastaju kao posledica neadekvatnog upravljanja ranim fazama, odnosno, projektovanja proizvoda. Kao posledica takvog upravljanja javlja se odlaganje izlaska na tržište, visoki troškovi razvoja, stalne promene u narednim fazama, slabiji kvalitet itd. Karakteristično je i da se u okviru ranih faza definiše u opsegu od 75-85% ukupnih troškova razvoja (Corbett & Crookall, 1986; Dowlatshahi, 1992; Mileham, Currie, Miles, & Bradford, 1992), a da same faze nose 5-10% troškova (Dowlatshahi, 1992).

Predmet istraživanja se odnosi na unapređenje upravljanja ranim fazama inovacionih projekata kao delom projekta kojim je zbog postojanja prethodno definisanih karakteristika neophodno efikasno upravljati kako bi se dobio izlaz koji je prihvaćen od strane korisnika, koji ima određeni kvalitet i nosi određene troškove.

Naučni cilj istraživanja je da se u oblasti ranih faza inovacionih projekata razvije model, te odaberu parametri koji utiču na kreiranje efikasnijeg izlaza iz ovog dela projekta.

Opšti cilj istraživanja je da se primenom razvijenog modela unapredi efikasnost upravljanja ranim fazama inovacionih projekata, ali i da se model prilagodi tako da bude pogodan za korišćenje od strane članova projektnog tima.

Na osnovu analize dostupne literature i postavljenog predmeta i cilja istraživanja, može se postaviti opšta hipoteza, kao i posebne hipoteze doktorske disertacije koje će u radu biti potvrđene ili demantovane.

Opšta hipoteza istraživanja glasi:

H0: Model baziran na integraciji metoda upravljanja u ranim fazama inovacionih projekata može da unapredi performanse celokupnog inovacionog projekta.

Posebne hipoteze istraživanja su sledeće:

H1: Razvojem integrisanog modela za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata može se unaprediti izlaz, odnosno, sniziti troškovi i skratiti vreme projektovanja inovacije.

- H2: Analiziranjem međusobnog uticaja različitih vrednosti izlaza na dimenzije ranih faza moguće je unaprediti njihove performanse uspeha.
- H3: Specifičnost i ograničenja aktivnosti ranih faza inovacionih projekata povezane su sa tipom inovacija i oblašću u kojoj su primenjene.
- H4: Postoji širok skup parametara koji mogu uticati na slabu strukturiranost ranih faza inovacionih projekata, iz kojeg je potrebno odabrati ključne za razvoj modela.

1.2. Struktura doktorske disertacije

U uvodnom delu doktorske disertacije opisan je problem istraživanja, kao i predmet, cilj i hipoteze koje će biti kasnije razmatrane, sa aspekta pregleda i analize postojećih znanja i literature iz oblasti koje su relevantne za predstavljenu temu. Takođe, u uvodnom delu se u kratkim crtama daje opis strukture rada u smislu kratkog pregleda svakog poglavlja.

Drugo poglavlje se odnosi na pojmovno određenje inovacija i inovacionih projekata. U ovom delu su predstavljeni različiti pristupi inovacijama i inovacionim projektima, u pogledu definicije i tipologije. U tom kontekstu, posebno je objašnjen značaj i aktuelnost teme za navedenu oblast. Takođe, identifikovani su i definisani modeli za upravljanje inovacijama i inovacionim projektima, te generacije modela koje su analizirane u dosadašnjoj teoriji i praksi.

U trećem poglavlju je definisan pojam i specifičnosti odabranog tipa inovacionih projekata, tj. projekata inovacija proizvoda. U ovom poglavlju su identifikovane različite kategorizacije kritičnih faktora uspeha novog proizvoda kao izlaza iz procesa, ali i samog procesa razvoja. Dodatno, prikazani su modeli koji se koriste u literaturi i praksi za upravljanje projektima razvoja novih proizvoda, gde je predstavljen i jedan od najpoznatijih i najčešće korišćenih, model „Faza-Kapinja“ (engl. *Stage-Gate*).

Četvrto poglavlje se odnosi na definisanje pojma i karakteristika ranih faza inovacionih projekata. Prepoznati su različiti konceptualni modeli koji se koriste za upravljanje ovim delom projekta. Takođe, definisane su ključne aktivnosti i faze koje su, uglavnom, sastavni deo svih modela i pristupa upravljanju ovim fazama. U ovom poglavlju su prikazana i neka od konkretnih rešenja kojima se unapređuje izlaz iz ranih faza. Dat je i prikaz različitih metoda koje su istraživači koristili kako bi obezbedili bolji kvalitet proizvoda, kraće vreme razvoja i niže troškove.

Peto poglavlje se bavi suštinom ranih faza inovacionih projekata, a to je projektovanje proizvoda i razvoja koncepta. Kako bi se obezbedila sveobuhvatna analiza, prikazane su različite strukture aktivnosti koje čine ovaj deo projekta, u skladu sa analiziranim tipom inovacije. Dodatno, predstavljeni su i neki od načina za unapređenje ovog segmenta projekta koji su do sada korišćeni u literaturi i praksi.

Šesto poglavlje sadrži prikaz integrisanog modela koji obuhvata algoritam za upravljanje idejama, model za određivanje skupa tehničkih parametara – Model 1, kao i dva modela za određivanje vrednosti tehničkih parametara – Model 2 i 3. Dakle, dat je prikaz jednog od mogućih načina organizovanja procesa upravljanja idejama, zatim optimizacioni model, čijim se rešavanjem dobija minimalan broj tehničkih parametara kojima se pokriva definisani skup korisničkih zahteva, i dva optimizaciona modela za određivanje vrednosti odabranih tehničkih parametara – Model 2, za određivanje vrednosti odabranih tehničkih parametara kojima se obezbeđuje definisani kvalitet uz minimalne troškove i Model 3, za određivanje vrednosti tehničkih parametara kojima se maksimizira kvalitet u okviru ograničenog budžeta. U okviru poglavlja su predstavljeni i eksperimenti, realizovani nad definisanim modelima.

U sledećem poglavlju su izneseni zaključci istraživanja, potvrde postavljenih ciljeva i hipoteza. Prikazani su i ostvareni naučni i stručni doprinosi, kao i pravci budućih istraživanja.

Poslednje poglavlje obuhvata literaturu koja je korišćena za izradu doktorske disertacije. Literaturom je obuhvaćen skup relevantnih referenci iz oblasti na kojima se bazira doktorska disertacija.

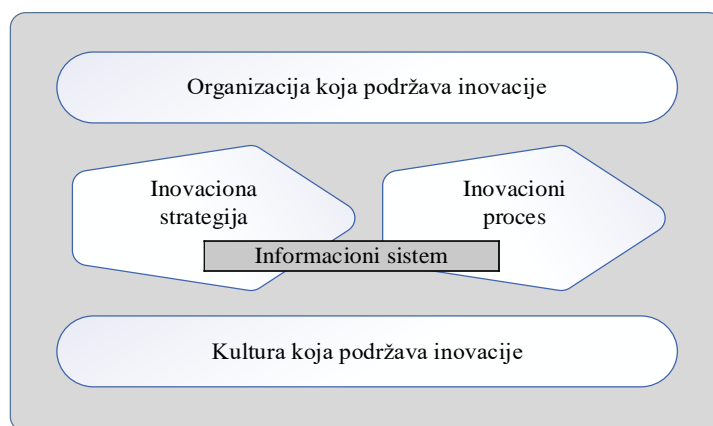
2. UPRAVLJANJE INOVACIJAMA I INOVACIONIM PROJEKTIMA

Za inovacije i inovacione projekte se može reći da su od presudnog značaja za uspeh kompanija, posebno u okruženju gde pritisak konkurenata nameće potrebu za neprekidnim promenama i inovativnim pristupima ispunjavanja zahteva korisnika. Drugim rečima, inovacije su postale neophodnost i to, ne samo u vidu razvoja novih proizvoda ili usluga, već i u vidu novih poslovnih modela (promena pravila igre na tržištu), inovacija procesa, kao i implementacije novih marketing metoda. Kompanije su prinuđene da razvijaju sposobnost adaptacije ukoliko žele da opstanu. Okruženje je takvo da se u svakom trenutku može očekivati ulazak konkurenata na tržište sa novim proizvodom koji može promeniti sve. Stoga, sposobnost prilagođavanja i promene su odlučujuće za opstanak (Stošić, Milutinović, Zakić, & Živković, 2016).

Studije su pokazale da kompanije koje daju prioritet inovacijama imaju najveći porast prihoda. Istraživanje koje je sproveda Evropska komisija pokazuje da je, čak, 79% kompanija koje su uvele barem jednu inovaciju do 2011. godine, ostvarilo porast prihoda za više od 25%. Otuda se inovacije i inovacioni projekti mogu smatrati ključnim pokretačima i preduslovom za konkurentnost, kao i ključnim elementima savremenog upravljanja i kulture poslovanja (European Commission, 2014). Zainteresovanost za inovacije postoji i na makro nivou, u smislu kreiranja okruženja i politike koja podržava inovativnost. S tim u vezi, Evropska komisija je predstavila inovacionu politiku kao centralni element za revitalizaciju evropske ekonomije. Dakle, različiti su aspekti sa kojih se može sagledati značaj inovacija.

2.1. Pojam, definicija i tipologija inovacija i inovacionih projekata

Upravljanje inovacijama predstavlja strukturirano i koordinisano upravljanje inovacionim aktivnostima u cilju uspešnog plasiranja inovativnog rešenja na tržište ili za internu upotrebu (npr. inovacije proizvoda i procesa) (OECD & Eurostat, 2018). Prema (Gaubinger, Rabl, Swan, & Werani, 2015) upravljanje inovacijama obuhvata definisanje ciljeva i strategije; definisanje, upravljanje i kontrolu inovacionog procesa; izgradnju i održavanje informacionog sistema za kontrolu upravljanja inovacijama; izgradnju organizacione strukture koja podržava inovacije; izgradnju i održavanje organizacione kulture koja podržava inovacije (Slika 1).



Slika 1. Osnovne aktivnosti upravljanja inovacijama (adaptirano prema (Gaubinger et al., 2015))

Osnovu efikasnog upravljanja inovacijama predstavlja jasno definisana inovaciona strategija koja proizlazi iz poslovne strategije i ciljeva (Cooper, 2011; Gaubinger et al., 2015; Trott, 2017). Njome bi trebalo definisati raspodelu resursa koji će biti korišćeni u oblasti inovacija, ali i definisati balansirani portfolio inovacionih projekata koji će obezbediti jedinstvenu ponudu na tržištu sa najvećom vrednošću za korisnika. Mnoga istraživanja su pokazala da su kompanije koje imaju jasno

definisani inovacioni proces, uspješnije od ostalih (Cooper, 2011; Fagerberg, Mowery, & Nelson, 2005; Trott, 2017; Ulrich & Eppinger, 2015). Takođe, pokazalo se i da aktivnosti koje prethode fazi razvoja, tzv. rane faze, moraju biti jasno sistematizovane i da značajno utiču na uspeh celokupnog projekta (Cooper, 2011; Gassmann & Schweitzer, 2014; Koen et al., 2001). Svakako se ne može zaobići značaj koji ima multifunkcionalni tim koji uključuje eksperte iz različitih oblasti (istraživanje i razvoj, marketing, proizvodnja i dr.). Uspostavljanje kulture koja podržava inovacije je, takođe, jedan od kritičnih faktora uspeha. Imajući to u vidu, kompanije, u sve većoj meri, organizuju poslovanje tako da podržavaju rad pojedinaca na kreativnim aktivnostima, ugrađuju sisteme za upravljanje idejama i sisteme podsticaja, bivaju otvorene u smislu saradnje sa eksternim činiocima, odnosno, podržavaju kulturu otvorenih inovacija (Gaubinger et al., 2015).

2.1.1 Pojmovno određenje inovacija

Upravljanje inovacijama predstavlja sve značajniju oblast nauke i prakse savremenog menadžmenta i inženjerstva. Posmatrane kao specifičan oblik promene, inovacije se mogu definisati u različitim naučnim oblastima. Zbog toga se može pronaći veliki broj definicija.

Značaj inovacija je među prvima prepoznao austrijski ekonomista *Joseph Schumpeter*, još početkom prošlog veka. Jedna od najčešćih i najvažnijih tema u njegovim radovima odnosila se na uticaj inovacija i preduzetništva na ekonomski rast. On je u svom radu naglasio značaj preduzetnika koji uvode velike, radikalne promene (inovacije). Definicija inovacija koju je predstavio je sveobuhvatna i uključuje pet različitih aspekata (Schumpeter, 1983; Śledzik, 2013):

1. Uvođenje potpuno novog proizvoda ili unapređenje neke karakteristike proizvoda koja ranije nije postojala,
2. Primena novih metoda proizvodnje ili prodaje proizvoda,
3. Otvaranje novih tržišta,
4. Korišćenje novih izvora snabdevanja materijalima ili poluproizvodima,
5. Novi oblici konkurencije koji vode do restrukturiranja ili destrukcije industrije.

Schumpeter je tvrdio da svako ko teži ostvarenju profita mora da uvodi inovacije. Smatrao je da inovacije predstavljaju ključni pokretač konkurentnosti i ekonomskog razvoja. Takođe, verovao je da inovacija predstavlja centar ekonomskih promena koje izazivaju „kreativnu destrukciju“ – pojam koji je definisao u svom radu „Kapitalizam, Socijalizam i Demokratija“ (Schumpeter, 1943). Prema njemu inovacija je kreativna destrukcija koja podrazumeva „proces industrijske mutacije koji neprestano dovodi do revolucije u ekonomskoj strukturi, uništavajući staru u korist kreiranja nove“. Drugim rečima, inovacija je „kreativna destrukcija“ koja razvija ekonomiju, a preduzetnik obavlja funkciju kreatora promene.

Jedno viđenje inovacije su predstavili i Myers & Marquis (1969), prema njima inovacija ne predstavlja pojedinačnu aktivnost, već proces međupovezanih potprocesa. Dakle, inovacija nije samo koncepcija nove ideje, niti izum novog uređaja, niti razvoj novog tržišta, već proces koji podrazumeva integrisano delovanje svih ovih činilaca.

Gardiner & Rothwell (1985) govore da inovacije ne podrazumevaju nužno komercijalizaciju samo velikog napretka (radikalna inovacija), već i uvođenje manjih promena u tehnološki *know-how* (inkrementalne inovacije).

Drucker (1985) naglašava da inovacije predstavljaju specifičan alat preduzetnika, odnosno, sredstvo kojim oni koriste promene kao priliku za drugačije poslovanje ili uslugu.

Definicija koju je predstavio Porter (1990) podrazumeva kako unapređenja u tehnologiji, tako i nove metode ili načine poslovanja. Inovacija se, dakle, može manifestovati u vidu promene

proizvoda ili procesa, novog marketing pristupa, nove forme distribucije koja nastaje kao posledica organizacionog učenja, ali i istraživačko-razvojnih aktivnosti.

Everett (1995) podseća da inovacija predstavlja ideju, praksu ili objekat koji pojedinac ili organizacija percipira kao nov. Percepcija novosti je značajnija od originalnosti.

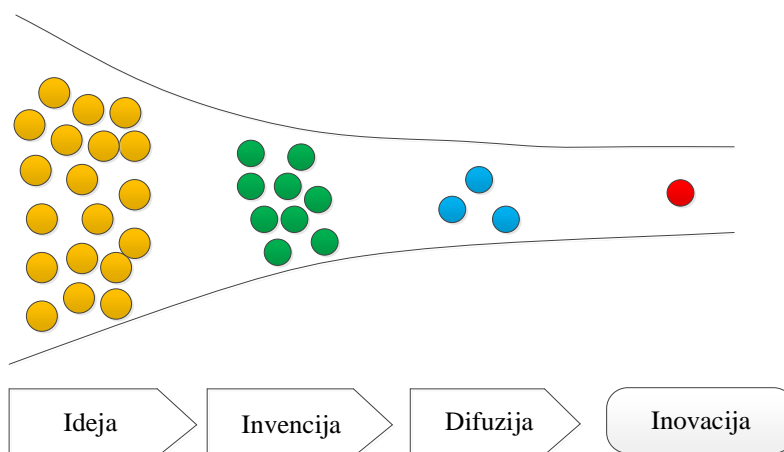
Freeman & Soete (1997) u svom radu definišu industrijske inovacije kao tehničke, dizajnerske, proizvodne, upravljačke i tržišne aktivnosti uključene u marketing novog ili unapređenog proizvoda, ili prvu komercijalnu upotrebu novog ili unapređenog procesa ili opreme.

Inovacija se može tumačiti i kao praktična upotreba invencije, tj. kao prevođenje invencije u vrednost koja će biti plasirana na tržište (Trott, 2005). Invencije zahtevaju dodatne napore različitih eksperata kako bi se pretvorile u inovativna rešenja koja će biti eksploatisana na tržištu. Prema tome, inovacije podrazumevaju upravljanje svim aktivnostima uključenim u proces od generisanja ideja, razvoja tehnologije, proizvodnje i marketinga novih ili unapređenih proizvoda, procesa proizvodnje ili opreme, do lansiranja na tržište.

Prema (Fagerberg, Mowery, & Nelson, 2005) inovacija predstavlja prvi pokušaj prevođenja invencije u praksu, dok invencija predstavlja prvo pojavljivanje ideje za novim proizvodom ili procesom.

Psiholozi vide inovacije kao društveni proces, tumačeći ih kao namerno uvođenje i primenu ideja, procesa, proizvoda ili procedura novih za subjekte koji ih prihvataju, osmišljene tako da značajno koriste pojedincima, grupama, organizacijama i šire (Tidd & Bessant, 2009).

Nova i kreativna ideja ne predstavlja inovaciju, već početni korak koji se mora razraditi kako bi se kreirao novi proizvod, nova usluga, ili proces (kreiranje invencije). Kada se jedna takva invencija uspešno plasira na tržište (proces difuzije) tada predložena ideja postaje inovacija (Weis, 2014). Inovacioni proces od prelaska ideja u invencije, preko generisanja novih proizvoda/usluga na osnovu tih invencija, do njihove difuzije na tržištu se vrlo često prikazuje u vidu levka – tzv. *inovacioni levak* (Slika 2).



Slika 2. Inovacioni levak (Weis, 2014)

U svakom koraku dolazi do gubitaka, što pokazuje da ne mogu sve ideje postati invencije, ali ni sve invencije inovacije. Od velikog broja ideja, samo mali broj prelazi u invencije koje nastavljaju dalji razvoj. Iako procenat uspeha ideja zavisi od industrije i same kompanije, neka istraživanja su pokazala da na jedan uspešan novi proizvod ide 60 ideja (Kerzner, 2019).

Prema *Zakonu o inovacionoj delatnosti* (Službeni glasnik RS br. 110/05, 2013), „inovacija predstavlja tržišnu primenu invencije, odnosno, primenu novog ili značajno poboljšanog proizvoda, procesa ili usluge (uključuje značajna poboljšanja tehničkih karakteristika, komponenti i materijala,

ugrađenog softvera, korisničke orijentisanosti ili drugih funkcionalnih karakteristika) ili marketinške metode ili nove organizacione metode u poslovanju, organizaciji rada ili odnosima pravnog lica sa okruženjem“.

Jedna od najšire prihvaćenih i korišćenih definicija predstavljena je u poznatom standardu *Oslo Manual* – vodič za prikupljanje i interpretaciju podataka o inovacijama (OECD & Eurostat, 2005, 2018). Prema najnovijem izdanju ovog standarda iz 2018. godine, inovacija predstavlja nov ili unapređeni proizvod ili proces (ili njihova kombinacija), značajno izmenjen u odnosu na prethodni, koji se predstavlja potencijalnim korisnicima (inovacija proizvoda) ili ga sam subjekat koristi (inovacija procesa). Subjektat može biti bilo koja institucionalna jedinica u bilo kom sektoru, uključujući i domaćinstva i njihove pojedinačne članove.

Termin inovacija se može koristiti u različitom kontekstu, odnosno, može se govoriti o inovacijama kao *procesu* ili inovacijama kao *izlazu iz procesa*. U standardu *Oslo Manual* za inovacije kao proces se koristi sintagma *inovacione aktivnosti*, dok se za inovacije kao izlaz koristi samo termin *inovacije* (OECD & Eurostat, 2018). *Inovacione aktivnosti* uključuju razvojne, finansijske i komercijalne aktivnosti koje realizuje kompanija sa ciljem razvoja inovacije. Organizacija inovacionih aktivnosti se razlikuje u zavisnosti od kompanije. Mnoge kompanije za upravljanje inovacionim aktivnostima koristi projektni pristup, ali mnoge integrišu inovacione aktivnosti u regularne poslovne operacije i rad kako bi omogućile kontinualno poboljšavanje svojih proizvoda i poslovnih procesa. Takođe, moguć je i *ad hoc* pristup inovacionim aktivnostima.

Poređenjem različitih definicija inovacija, može se uočiti nekoliko elementa karakterističnih za većinu predstavljenih pristupa: *šta se menja* (proizvod, proces i dr.), *kolika je promena* (potpuno novo ili unapređenje), *izvor promene* (npr. tehnologija), *uticaj promene* (društvena ili komercijalna vrednost).

2.1.2 Pojmovno određenje inovacionih projekata

Imajući u vidu prethodno pomenuti pristup da se inovacija može posmatrati kao serija povezanih aktivnosti, vrlo često se u literaturi može sresti termin „inovacioni projekti“ koji, upravo, treba da objasni način povezivanja i realizacije definisanih aktivnosti i kako se dobija izlaz iz tako organizovanih aktivnosti. Inovacioni projekat predstavlja specifičnu kategoriju projekata, a može se definisati kao jedinstveni poduhvat koji se postepeno transformiše kroz tekuće aktivnosti, veoma teško mu je odrediti troškove, a prihode generiše tek kada rezultati projekta postanu komercijalni. Jedna od ključnih karakteristika ovih projekata je da su dinamični i da ih je neophodno sprovesti ubrzano kako bi se izbegla konstantna prilagođavanja promenama iz okruženja. Prema (Ottosson, 2019) ako se inovacije posmatraju u formi inovacionih projekata, onda je misija kompanije realizacija aktivnosti kojima se razvija, plasira i prodaje novi proizvod ili usluga, sa idejom da će predstavljena inovativna rešenja biti prihvaćena na tržištu.

I pored očigledne veze koja postoji između inovacija i projekata (sam proces prevođenja kreativne ideje u neko inovativno rešenje se može posmatrati kao projekat, te zahteva neki vid projektnog upravljanja), ipak, postoji ograničen broj istraživanja sproveden sa ciljem ispitivanja povezanosti ove dve discipline (Amaro Dos Santos, Ohlhausen, & Bucher, 2008; Davies & Hobday, 2005; Kavanagh & Naughton, 2009; Richtner & Sodergren, 2008). Upravljanje inovacionim projektima se ne realizuje uvek korišćenjem filozofije tradicionalnog projektnog menadžmenta imajući u vidu da postoji nekoliko tipova inovacija koji, shodno svojim karakteristikama, zahtevaju i različite alate i metode. Takođe, inovacije se razlikuju od industrije do industrije, čak i kompanije unutar iste industrije ne upravljaju inovacionim projektima na isti način. Kerzner (2019) smatra da je ovo iz razloga što su inovacije često nestrukturirane i bazirane na kreativnosti i slobodnom mišljenju, a da je projektni menadžment jasno strukturiran sa definisanim obuhvatom i, neretko, slabom

tolerancijom na kreativnost. Inovacije podrazumevaju kako inkrementalne, tako i radikalne promene. Prema istom autoru, inkrementalne inovacije se mogu realizovati primenom nekih od standardnih pristupa projektnog menadžmenta, dok radikalne i disruptivne inovacije mogu zahtevati angažovanje drugačijih pravila i aktivnosti.

Za jedinstvene aktivnosti, kao što su one koje se realizuju u okviru inovacija proizvoda, projektno upravljanje i organizovanje može omogućiti „kreiranje mape“ *šta i kako* treba raditi da bi se postigao uspeh. Ovo podrazumeva i kontinualni proces učenja iz prethodnih projekata. Međutim, iako je prirodno integrisati rezultate promena projekata u ovaj proces, teško je znati kada i kako integrisati inovacioni proces u standardni proces kompanije. Projektni menadžment se može posmatrati kao sredstvo za implementaciju ideja i svi projekti mogu uključivati određeni stepen novine i kreativnog napora koji zavisi, pre svega, od tipa inovacije (inovacije proizvoda, inovacije usluga, inovacije procesa i dr.) (Filippov & Mooi, 2010).

Prema (Ottosson, 2006) inovacioni projekti podrazumevaju:

- Usmerenost na razvoj inovativnog (novog) proizvoda ili usluge – *inovacija proizvoda ili usluge*,
- Angažovanje inovativnog metoda ili pristupa – *inovacija procesa*,
- Usmerenost na unapređenje inovativnosti i sposobnosti učenja izvođača projekta – *organizacione inovacije*,
- Realizaciju u bliskoj interakciji sa vlasnikom projekta.

Svaki od ovih primera inovacionih projekata obuhvata faze od generisanja ideje, preko razvoja, do implementacije inovativnog rešenja na tržištu ili unutar organizacije (Ottosson, 2019).

Polazeći od stava da inovacioni projekti predstavljaju specifičnu kategoriju projekata, sledeće karakteristike se mogu smatrati ključnim, u smislu poređenja i razlikovanja u odnosu na konvencionalne projekte (Filippov & Mooi, 2010; Keegan & Turner, 2002; Ottosson, 2019):

1. Konvencionalni projekti imaju jasno definisane ciljeve i zadatke što, uglavnom, nije slučaj i za inovacione projekte. Inovacije su često dvosmislene i teško ih je definisati, pre svega, u njihovim ranim fazama.
2. Postojanje visokog rizika je jedna od karakteristika koja nije sporna kada su u pitanju konvencionalni projekti. Nasuprot njima, kod inovacionih projekata rizik je, itekako, prisutan i potiče od slabo definisanih, dvosmislenih ciljeva, eksperimentalnog i istraživačkog pristupa. Izdaci za inovativne i istraživačke aktivnosti su dugoročni, sa povećanom nesigurnošću u pogledu eventualnog iznosa prihoda. Sa napredovanjem projekta ciljevi i ishodi postaju jasniji, te se smanjuje i rizik. Upravljanje rizikom je neizostavan element inovacionih projekata.
3. Da bi se iskazala kompleksna priroda inovacija, inovacioni projektni tim sačinjavaju ljudi različitih profesija i znanja. Mnogi modeli koji se koriste za upravljanje inovacionim projektima podrazumevaju da se faze sastoje od skupa aktivnosti koje se realizuju paralelno (marketing, istraživanje i razvoj, proizvodnja), što pokazuje potrebu za timovima različite ekspertize.
4. Ideje prezentovane u inovacionim projektima moraju biti prodane „sponzorima“ (funkcija u projektnom timu) što, generalno, nije karakteristika konvencionalnih projekata.

Značajno je da i Kerzner (2019) navodi razlike u praksi između tradicionalnog upravljanja projektima i upravljanja inovacionim projektima (Tabela 1).

Tabela 1. Razlike u praksi upravljanja konvencionalnim projektima i upravljanja inovacionim projektima (Kerzner, 2019)

	Upravljanje konvencionalnim projektima	Upravljanje inovacionim projektima
Troškovi	Poznati	Uglavnom nepoznati
Vreme	Poznato i često ga nije moguće menjati	Uglavnom nepoznato, nije moguće predvideti koliko je vremena potrebno za kreiranje inovacije
Obuhvat	Može biti jasno definisan	<ul style="list-style-type: none"> • Generalno definisan kroz nejasno postavljene ciljeve • Slabo definisana specifikacija zbog postojanja kreativnosti
Struktura posla – WBS	Može se predstaviti detaljna struktura posla	Može imati definisane aktivnosti sa pretpostavkom potencijalnih izmena tokom trajanja projekta
Angažovani resursi	Znanje i veštine angažovanih resursa se mogu predvideti i mogu ostati isti za vreme trajanja projekta	Nivo znanja i veština nije dovoljno poznat sve dok se projekat ne razvije dovoljno i mogu se menjati sa promenama u kompaniji i okruženju
Metrike	Obično se koriste iste, poput troškova, vremena, obuhvata i fiksne su za vreme trajanja projekta	Koriste se i metrike poslovanja i metrike performansi koje se mogu menjati tokom trajanja projekta
Metodologija	Obično nefleksibilna metodologija projektnog menadžmenta koju koristi kompanija	Potreba za velikom fleksibilnošću i inovacionim alatima

Projekti se definišu i koriste sa ciljem jednostavnije realizacije određenih poduhvata, prema unapred zadatim troškovima i vremenskom rasporedu. Ovo se može primetiti kod konvencionalnih projekata razvoja proizvoda koji se mogu zasnivati na potrebama tržišta. Za razliku od ovog pristupa, inovacioni projekti oblikuju zahteve na osnovu „pokušaja i grešaka“ i nemaju jasno definisan vremenski raspored ili ograničenja u troškovima. Započinjanje inovacionih projekata je često želja za novim proizvodom ili nekim rešenjem za kojim postoji identifikovana potreba na tržištu ili unutar kompanije (Kerzner, 2019; Ottosson, 2019).

Jedna od retkih definicija inovacionih projekata, može se naći u *Zakonu o inovacionoj delatnosti* (Službeni glasnik RS br. 110/05, 2013), prema kome “inovacioni projekat predstavlja skup aktivnosti kojima se realizuju programi inovacione delatnosti, a koje za rezultat imaju stvaranje novih proizvoda, tehnologija, procesa i usluga ili značajnu izmenu postojećih u skladu sa potrebama tržišta”.

Premda je projektni pristup u upravljanju inovacijama veoma značajan, važno je naglasiti da to nije jedini način realizacije inovacija. Zapravo, mnoge ideje generišu zaposleni u kompaniji u toku redovnog rada. Štaviše, u određenim situacijama projektni pristup može da škodi inovacijama. Aggeri & Segrestin (2007) u svom radu pokazuju da neke metode projektnog menadžmenta u autoindustriji mogu imati negativne efekte na kolektivno učenje i da ti efekti imaju menadžerske implikacije na inovativni razvoj. Interesantno istraživanje su sprovedeli Jetter, Albar, & Sperry (2016) ispitujući uticaj prakse projektnog menadžmenta na rezultate inovacije, u smislu prilagođavanja projektima različitog stepena inovativnosti (inkrementalne i radikalne inovacije), uspeha inovacije na tržištu, efikasnosti inovacionog procesa (usklađenost sa budžetom, ponovljene aktivnosti, i dr.). Ovim se potvrđuje da ista praksa upravljanja projektima ne može da se primeni na projekte sa različitim nivoom neizvesnosti, odnosno, da ne postoji jedan univerzalni model, tj. način upravljanja. Ključni razlog za prilagođavanje projektnog menadžmenta je postojanje neizvesnosti kod inovacionih projekata koja se može pojaviti u različitim oblastima (finansije, tehnologija, termin plan, tržište, i dr.), različitom

intenzitetu i vremenu. Ovo implicira da karakteristike inovacionih projekata (neizvesnost, kompleksnost, stepen novosti, tehnologija) moraju biti sistematično uključene u projektni pristup upravljanja inovacijama. Osnovni cilj je identifikacija dobre prakse i implementacija u adaptirani pristup koji će odgovarati različitim inovacionim projektima (Jetter et al., 2016).

Filippov & Mooi (2010) predstavljaju osnovne razlike između funkcionalnog i projektnog načina organizovanja inovacija (Tabela 2). Prema njima, ključna razlika između ova dva načina organizovanja inovacija je u ciljevima. Kod funkcionalnog načina organizovanja ciljevi su širi i obuhvatniji, dok kod projektnog se očekuje da ciljevi budu jasni i konkretni. Postizanje specifičnih ciljeva podrazumeva kraj inovacionog projekta. S druge strane, inovacije predstavljaju kontinualnu aktivnost funkcionalno organizovanu.

Tabela 2. Komparativni prikaz funkcionalnog i projektnog načina organizovanja inovacija (Filippov & Mooi, 2010)

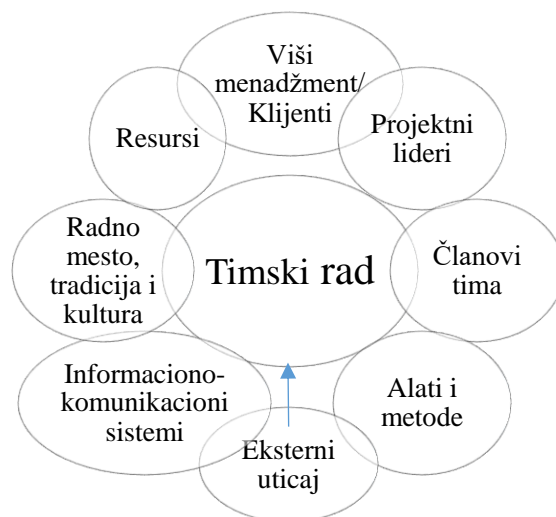
	Funkcionalni način organizovanja inovacija	Projektni način upravljanja inovacijama
Ciljevi	Široko postavljeni	Usko definisani i specificirani
Zainteresovane strane	Ograničen broj	Veliki broj
Vremenska ograničenja	Kontinualne aktivnosti, vremensko ograničenje često nije eksplicitno specificirano	Ograničeno vreme

Ključna razlika između ova dva načina organizovanja inovacija je u ciljevima. Kod funkcionalnog načina organizovanja, ciljevi su širi i obuhvatniji, dok se kod projektnog očekuje da ciljevi budu jasniji i konkretniji. Postizanje specifičnih ciljeva podrazumeva kraj inovacionog projekta. S druge strane, inovacije predstavljaju kontinualnu aktivnost funkcionalno organizovanu. Kao i svaki projekat, inovacioni projekti podrazumevaju učešće velikog broja stejkholdera čijim se očekivanjima mora pažljivo upravljati. U okviru funkcionalne organizacije, broj stejkholdera je ograničen hijerarhijskom organizacijom. Iako izgleda da postoji jasna granica između ova dva načina organizovanja, ipak postoji mogućnost preklapanja (Filippov & Mooi, 2010).

Dodatno, teorija organizacije često predlaže razdvajanje eksploatacije (engl. *exploitation* – postojeći proizvodi i tržišta) od istraživanja (engl. *exploration*) u prostoru i vremenu, odnosno, ove dve aktivnosti bi trebalo da budu realizovane u okviru različitih organizacionih jedinica. Ova podela omogućava organizaciji da planira, vodi i evaluira različite timove i njihove aktivnosti (Govindarajan & Trimble, 2010).

Loch & Kavadias (2008) u svom radu naglašavaju da se organizacije suočavaju sa dva izazova u okviru inovacionih projekata (u radu posmatraju projekte razvoja novog proizvoda) – *dekompozicija i integracija*. Prvo, proces projektovanja proizvoda se mora razbiti na individualne zadatke, da bi se kasnije rezultati rada na tim zadacima integrisali u potpuno projektovanje. Prema njima, centralno pitanje organizovanja inovacionih projekata predstavlja način povezivanja. Generalno, organizovanje predstavlja rezultat formalnih, ali i neformalnih, veza između pojedinaca, tako da čineći grupu, oni ispunjavaju specifičan cilj. Formalna organizaciona struktura podrazumeva dodeljivanje pojedinaca grupama, kao i postavljanje ograničenja i obuhvata rada tih grupa. Neformalne organizacione strukture određuju se stvarnim komunikacionim vezama koje se javljaju između pojedinačnih aktera unutar i između grupa tokom razvoja.

Inovacioni projekti mogu biti različitih veličina, trajanja i nivoa kompleksnosti. Rizik od neuspeha u jednom ili više aspekata kao što su prekomerni troškovi i vreme, niska stopa zadovoljstva, slabi rezultati, zavisi od mnogih faktora (Slika 3).



Slika 3. Faktori koji utiču na inovacione projekte (Ottosson, 2006, 2019)

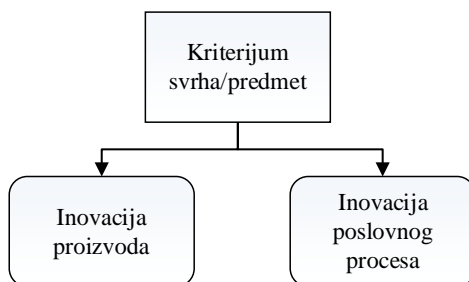
U cilju jačanja veze između principa upravljanja inovacijama i upravljanja projektima, Kerzner (2019) u svom radu predstavlja sedam kritičnih dimenzija koje je potrebno sagledati:

1. *Uloga izvršnog rukovodstva* – mnogo je značajnija i veća uloga višeg nivoa rukovodstva kod inovacionih projekata. Njihovo uključivanje se smatra početnom tačkom svakog inovacionog projekta i njihova uloga je aktivnija nego kod upravljanja konvencionalnim projektima. Može se reći da oni postaju aktivni članovi tima za razvoj.
2. *Postizanje odgovarajućeg balansa između usklađivanja i autonomije* – inovacije zahtevaju visok stepen autonomije, odnosno, izbegavanja čiste formalnosti, čime se podržava kreativnost, te generisanje većeg broja ideja i inicijativa koje će dovesti do kreiranja inovativnih rešenja.
3. *Razvoj inovativne kulture* – kultura koja podržava inovacije u upravljanju projektima, se mora prilagoditi. Timovi moraju biti ohrabrivani da preuzimaju rizik, a kompanije da podržavaju veću toleranciju na greške. Učenje na greškama postaje neizostavni deo inovacione kulture.
4. *Posmatranje projekata kao laboratorija za inovacije* – korišćenje projekata kao laboratorije za testiranje inovacija po svim dimenzijama. Ovo podrazumeva realizaciju projekata za izbor pravog broja članova tima, eksperimentisanje sa uključivanjem virtuelnih timova, testiranje novog načina rada, eksperimentisanje sa brzim rezultatima, unapređenje korišćenja analize podataka u donošenju bržih i efikasnijih odluka.
5. *Razvoj novih kompetentnosti u oblasti inovacija* koje će članovima tima omogućiti brže eksperimentisanje, nove ideje, bržu egzekuciju, a projektним menadžerima pruža priliku za unapređenu i kontinualnu razmenu inovativnih ideja.
6. *Izdvajanje vremena za ponovno razmišljanje* – potrebno je pronaći vreme za razmišljanje o konstruktivnim mogućnostima upravljanja promenama. Izdvajanje vremena za razmišljanje o onome što je naučeno direktno utiče na inovacioni potencijal kompanije, omogućava nove inovativne navike i podržava kreativnost.
7. *Novi načini rada i organizacije radnih mesta* kako bi se obezbedio protok informacija i ideja bez zastoja, obezbedila brža realizacija, te pristup koji će funkcionisati bez prekida. Ovo podrazumeva konstantno prilagođavanje i podržavanje savremene tehnologije.

2.1.3 Tipologija inovacija i inovacionih projekata

U literaturi se mogu pronaći različite tipologije inovacija i inovacionih projekata. Jedna od njih, koja je predstavljena u najnovijem okviru za prikupljanje i interpretaciju podataka o inovacijama, *Oslo manual 2018*, izvršena je na osnovu *svrhe* (engl. *purpose*), odnosno, *predmeta* (engl. *object*)

inovacije (Slika 4). Prema ovoj tipologiji inovacije mogu biti *inovacije proizvoda* (uslovno, produkta, u smislu rezultata) i *inovacije poslovnog procesa*.

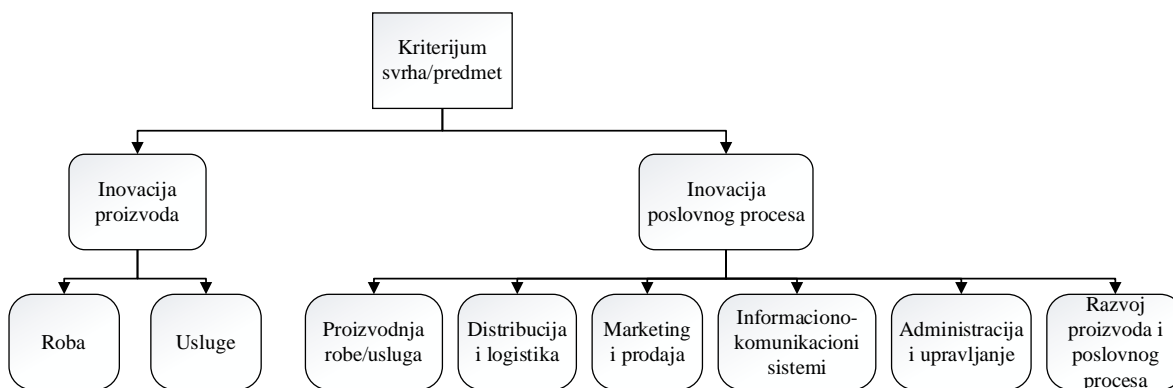


Slika 4. Tipologija inovacija na osnovu svrhe (adaptirano prema (OECD & Eurostat, 2018))

Ova podela se može dalje dekomponovati tako da inovacije proizvoda obuhvataju dve potkategorije, a inovacije poslovnog procesa šest (Slika 5). Ovako definisane kategorije i potkategorije međusobno se ne isključuju imajući u vidu pojavu da jedna inovacija može obuhvatati više različitih tipova.

O inovacijama proizvoda će kasnije biti više reči.

Prema (OECD & Eurostat, 2018), *inovacija poslovnog procesa* predstavlja novi ili unapređeni poslovni proces za jednu ili više poslovnih funkcija, koji se značajno razlikuje od prethodnih i koji je stavljen u upotrebu.



Slika 5. Tipologija inovacija i inovacionih projekata (adaptirano prema (OECD & Eurostat, 2018))

Sve poslovne funkcije mogu biti predmet inovacione aktivnosti. Poslovni proces obuhvata (1) osnovne poslovne funkcije - proizvodnja robe i usluga i (2) funkcija podrške - distribucija i logistika, marketing, prodaja i post-prodajne usluge, usluge informaciono-komunikacionih tehnologija, administrativne i menadžment funkcije, inženjerstvo i druge usluge tehničkog karaktera, i razvoj proizvoda i poslovnog procesa (Tabela 3). Često se poslovni proces može sagledati i kao usluga za koju je sama kompanija korisnik, a koja može biti kreirana unutar kompanije ili nabavljena iz eksternih izvora (OECD & Eurostat, 2018).

Tabela 3. Tipologija inovacija poslovnog procesa (OECD & Eurostat, 2018)

	Naziv	Detalji i potkategorije
1	Proizvodnja dobara i usluga	Aktivnosti koje transformišu ulaze u dobra i usluge, uključujući inženjerstvo i povezane aktivnosti podrške proizvodnji
2	Distribucija i logistika	a. Transport i usluge isporuke b. Skladištenje c. Procesiranje narudžbine
3	Marketing i prodaja	a. Marketing metode koje podržavaju razvoj novog tržišta b. Strategije i metode određivanja cena c. Prodajne i postprodajne aktivnosti, uključujući i pomoćne službe za podršku i odnos sa korisnicima
4	Informaciono-komunikacioni sistemi	Održavanje i pružanje usluga informaciono-komunikacionih sistema: a. Hardver i softver b. Procesiranje podataka i baze podataka c. Održavanje i popravka d. <i>Web-hosting</i> i druge aktivnosti informacione podrške
5	Administracija i upravljanje	a. Strateško i generalno poslovno upravljanje, uključujući definisanje radnih odgovornosti b. Korporativno upravljanje c. Računovodstvo, knjigovodstvo, revizija, isplate i druge finansijske aktivnosti ili aktivnosti osiguranja d. Upravljanje ljudskim resursima e. Nabavka f. Upravljanje eksternim relacijama sa dobavljačima, alijanse, itd.
6	Razvoj proizvoda i poslovnog procesa	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivnosti definisanja obuhvata, identifikacije, razvoja ili prilagođavanja proizvoda ili poslovnog procesa kompanije. • Ova funkcija se može sprovoditi na sistematičan način ili po principu <i>ad hoc</i> i može se sprovoditi unutar kompanije ili dobiti od eksternih relacija. • Odgovornost za ove aktivnosti može biti u zasebnom odeljenju ili u odeljenjima koja su odgovorna za druge funkcije.

Za razliku od tipologije predstavljene u poslednjem dokumentu *Oslo Manual*, tipologija iz prethodne verzije standarda *Oslo Manual* (2005) prepoznaje četiri ključna tipa inovacija, i to:

1. *Inovacije proizvoda (usluga)* – uvođenje dobara/usluga koji su novi ili značajno unapređeni u smislu njihovih karakteristika i planirane namene (značajna unapređenja tehničkih karakteristika, komponenti i materijala, ugradnja softvera i dr).
2. *Inovacije procesa* – implementacija novog ili značajno unapređenog metoda proizvodnje i isporuke (promene u tehnici, opremi i softveru).
3. *Inovacije organizacije* – implementacija novog metoda organizovanja u poslovnoj praksi, organizaciji radnog okruženja i eksternim relacijama (povećanje performansi kompanije snižavanjem administrativnih ili transakcionih troškova, unapređenje produktivnosti zaposlenih, sniženje troškova nabavke).
4. *Marketing inovacije* – implementacija novog marketing metoda koji podrazumeva značajnu promenu u dizajnu proizvoda ili pakovanja, distribuciji, promociji i ceni proizvoda.

Mnoge inovacije mogu imati karakteristike koje obuhvataju više od jednog tipa inovacija (Frenz & Lambert, 2012; O'Brien, Arundel, & Butchart, 2015; OECD, 2013):

- Inovacije poslovnog procesa mogu značajno unaprediti kvalitet proizvoda, što može rezultovati i inovacijom proizvoda.
- Inovacija proizvoda može zahtevati podršku inovacija poslovnog procesa. Uobičajena situacija koja se javlja sa razvojem informacionih tehnologija.

- Inovacije usluga i inovacije poslovnih procesa mogu biti usko povezane zbog bliske interakcije proizvodnje, isporuke i korišćenja usluge.
- Smanjenje uticaja na životnu sredinu može biti rezultat inovacije poslovnog procesa, ali i inovacije proizvoda, ako kompanija uključi promenu u proizvod koji se plasira na tržište.

Dodatno, kada je u pitanju tipologija, u literaturi i praksi se često sreće još jedan tip inovacija, poznat kao *inovacija poslovnog modela*. Poslovni model obuhvata sve ključne poslovne procese kao što su proizvodnja, logistika, marketing, ali i ključne proizvode koje kompanija prodaje trenutno ili će prodavati u budućnosti, u cilju postizanja strateških ciljeva (Johnson, Christensen, & Kagermann, 2008). Poslovni model se odnosi na način poslovanja, odnosno, način na koji organizacija kreira i isporučuje vrednost (Chesbrough, 2010; Osterwalder & Pigneur, 2010). Na osnovu definicije, može se zaključiti da inovacija poslovnog modela može uključivati inovacije koje se odnose na način kreiranja vrednosti, na inovacije načina isporuke vrednosti i inovacije koje obuhvataju oba zajedno. Prema ovome one mogu biti *delimične* i *sveobuhvatne* (OECD & Eurostat, 2018). Delimične inovacije poslovnog modela utiču na kreiranje vrednosti – zapravo, samo na proizvode ili samo na poslovne funkcije kompanije, dok sveobuhvatne utiču na oba istovremeno. Na osnovu definicije i obuhvata, teško je napraviti razliku između *delimičnih inovacija poslovnog modela* i *inovacija proizvoda* i *poslovnog procesa*. Sveobuhvatne inovacije poslovnog modela mogu imati značajan uticaj na lanac snabdevanja i proizvodnju, transformaciju postojećih tržišta i potencijalno kreiranje novih. One mogu uticati i na samu vrednost koja se kreira za korisnika (inovacija proizvoda), ali i na to kako se ta vrednost proizvodi, plasira na tržište i kako se određuje cena (inovacije poslovnog procesa).

Inovacije se mogu razmatrati i prema svojoj prirodi, te podeliti na *inkrementalne* i *radikalne*. Inkrementalne inovacije podrazumevaju uvođenje relativno malih promena na postojećem proizvodu, koristeći potencijal dokazanog dizajna. Iako, uglavnom, nisu rezultat značajnih naučnih dostignuća, zahtevaju veštine i sposobnosti i tokom vremena mogu imati ekonomski efekat. S druge strane, radikalne inovacije se baziraju na različitim inženjerskim i naučnim principima i često utiču na stvaranje potpuno novih tržišta i novih primena (Norman & Verganti, 2014).

Može se govoriti o tri kriterijuma prema kojima se identifikuju radikalne inovacije (Dahlin & Behrens, 2005):

1. Inovacija mora biti nova – različita od prethodnih inovacija,
2. Inovacija mora biti jedinstvena – različita od trenutnih inovacija,
3. Inovacija mora biti prihvaćena – utiče na sadržaj budućih izuma.

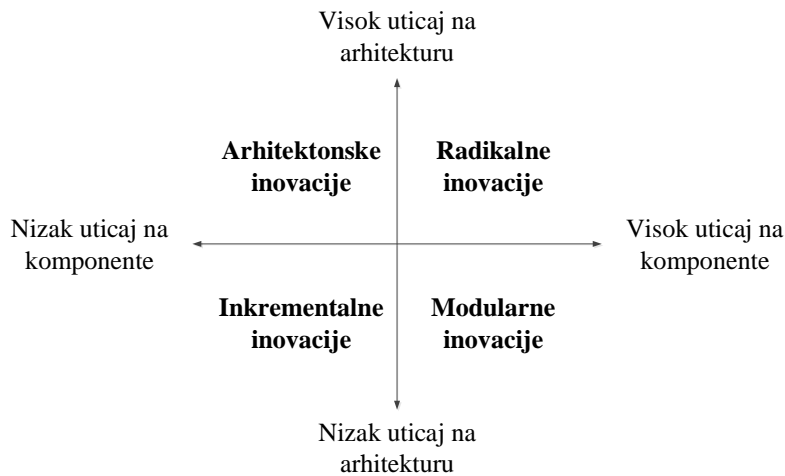
Prema znanju koje je potrebno za razvoj, inovacije se mogu podeliti na one koje *povećavaju konkurentnost* i one koje *uništavaju konkurenciju*. Kod inovacija koje povećavaju konkurentnost, kompanija iskorišćava prednost postojećeg znanja i vrši nadogradnju na osnovu eksperimentalnog učenja. Nasuprot njima, inovacije koje uništavaju konkurenciju zahtevaju iskorak u odnosu na postojeće znanje, te sticanje potpuno novih znanja i sposobnosti (Garza-Reyes et al., 2018).

Jedna od klasifikacija, koja je posebna tema u savremenoj teoriji inovacija, odnosi se na *održive* (engl. *sustaining innovations*) i *disruptivne* (engl. *disruptive innovations*). Podela je napravljena u pogledu uticaja koji ostvaruju na industriju. Održive inovacije ne vode ka značajnim promenama konkurentne pozicije i udela na tržištu, dok disruptivne vode značajnim promenama (Christensen, 1997; Christensen, Raynor, & McDonald, 2015).

U zavisnosti od toga da li utiču na osnovne funkcije proizvoda ili na pomoćne, inovacije se mogu posmatrati i kao *osnovne* i *periferne* (Ma, Gill, & Jiang, 2015).

Poznata je tipologija koju su dali Henderson & Clark (1990) naglašavajući da inkrementalno-radikalna dihotomija nije dovoljna da se objasni šta je bolje za samu kompaniju i pod kojim uslovima. Zato su oni razvili model koji predlaže podelu inovacija u odnosu na dve nove dimenzije (Slika 6):

1. *komponente proizvoda* (osnovna tehnologija),
2. *arhitektura proizvoda* – osnovne komponente koje sačinjavaju proizvod i njihove međusobne veze koja nastaje kao posledica funkcionalnih interakcija, fizičke blizine ili neželjenih uticaja.

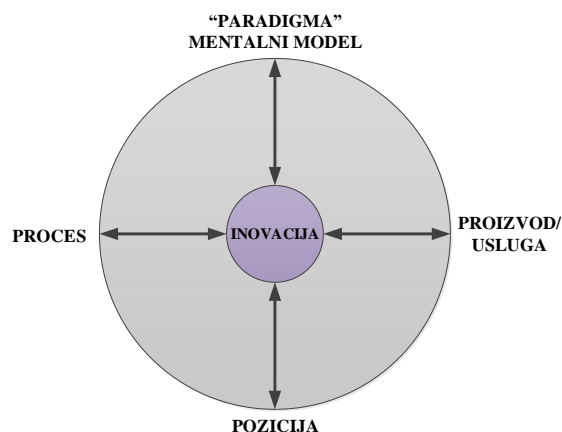


Slika 6. Henderson-Clark inovacioni model (Henderson & Clark, 1990)

Može se uočiti da autori, pored inkrementalnih i radikalnih, uvode dva dodatna tipa inovacija: (1) *modularne inovacije* i (2) *arhitektonske inovacije*. Modularni tip inovacija podrazumeva nova znanja za jednu ili više komponenata (promene u nekoliko funkcionalnih elemenata osnovne tehnologije), dok arhitektura proizvoda ostaje nepromenjena (npr. zamena analognog digitalnim telefonom). Arhitektonske inovacije podrazumevaju promenu u arhitekturi proizvoda, dok komponente koje čine jezgro dizajna koncepta ostaju nepromenjene. Suština ovih inovacija leži u rekonfiguraciju uspostavljenog sistema povezivanjem komponenata na potpuno novi način. Ovo ne znači da ostale komponente ostaju nepromenjene, naprotiv, arhitektonske inovacije su često podstaknute promenama u komponentama – veličina ili neki drugi pomoćni parametar njegovog dizajna, koje stvaraju nove interakcije i nove veze sa drugim komponentama u definisanom proizvodu (Henderson & Clark, 1990).

Tidd & Bessant (2009) su razvili model poznat kao *4P* koji predlaže četiri tipa inovacija (Slika 7):

1. *Inovacija proizvoda,*
2. *Inovacija procesa,*
3. *Inovacija pozicije,*
4. *Inovacija paradigme.*



Slika 7. 4P inovacioni prostor (Tidd & Bessant, 2009)

U ovoj kategorizaciji inovacija pojavljuju se dva nova tipa, a to su *inovacija pozicije* i *inovacija paradigme*. Inovacija pozicije podrazumeva repositioniranje percepcije uspostavljenog proizvoda ili

procesa u određenom korisničkom kontekstu (primer proizvoda *Coca-Cola*, koji je u početku bio korišćen kao lek protiv glavobolje, da bi kasnije postao gazirano piće koje se koristi svakodnevno). Poslednje *P* se odnosi na inovaciju paradigme, odnosno, inovaciju kojom se definiše ili redefiniše dominantna paradigma organizacije ili celog sektora. Inovacije zasnovane na paradigmi se odnose ne mentalne modele koji oblikuju organizaciju ili posao (kompanije *Lego* i *Addidas* vide korisnike kao potencijalne dizajnere i projektante proizvoda, pre nego kao pasivne potrošače) (Tidd & Bessant, 2009).

2.2. Modeli upravljanja inovacijama i inovacionim projektima

Tradicionalna argumentacija o inovacijama prepoznaje dve škole mišljenja: *društveno determinisane inovacije* i *individualno determinisane inovacije*. Društveno determinisane inovacije nastaju kao rezultat delovanja eksternih faktora i uticaja, kao što su demografske promene, ekonomski uticaj i promene kulture i, u tom slučaju, inovacije nastaju onda kada se stvore uslovi u okruženju. Sa druge strane, individualno determinisane inovacije nastaju kao rezultat jedinstvenog individualnog talenta. One polaze od stava da se inovatori rađaju kao takvi (Trott, 2017).

U poslednjih desetak godina, literatura o pokretačima inovacija se može sagledati kroz dva pristupa: (1) *zasnovan na tržištu* (engl. *market-based view*) i (2) *zasnovan na resursima* (engl. *resource-based view*). Prvi pristup polazi od toga da tržišni uslovi određuju kontekst koji olakšava ili ograničava obim inovacione aktivnosti kompanije (Porter, 1980; Slater & Narver, 1994; Trott, 2017). Ključni problem koji se javlja u ovom slučaju je sposobnost kompanije da prepozna šanse i mogućnosti na tržištu. Drugi pristup koji se zasniva na resursima, podrazumeva da kompanije koriste vlastite resurse kako bi obezbedile stabilniji kontekst u kojem će razvijati svoje inovacione aktivnosti i oblikovati tržište na svoj način (Conner & Prahalad, 1996; Eisenhardt & Martin, 2000; Trott, 2017). Pristup koji se zasniva na resursima stavlja fokus na kompaniju, njene resurse, sposobnosti i veštine. Ovim se potvrđuje da kompanije koje poseduju resurse koji su vredni, retki i nije ih lako kopirati, mogu postići održivu konkurentsku prednost, najčešće u formi inovacije proizvoda.

Samim tim, tokom vremena razvijali su se različiti modeli koji su se koristili za realizaciju inovacionog procesa. Istorijski se mogu predstaviti kroz modele nekoliko generacija (Tabela 4).

Tabela 4. Hronološki razvoj modela inovacija (adaptirano prema (Trott, 2017))

Generacija	Model	Karakteristike
1950/60 _{te}	<i>Technology push</i>	<ul style="list-style-type: none"> Jednostavan linearno-sekvencijalni proces Naglasak na istraživanju i razvoju i nauci
1970 _{te}	<i>Market pull</i>	<ul style="list-style-type: none"> Jednostavan linearno-sekvencijalni proces Naglasak na marketingu Tržište kao izvor novih ideja za istraživanje i razvoj
1970 _{te}	Dominantan dizajn	<ul style="list-style-type: none"> Inovacioni sistem prolazi kroz tri faze pre formiranja dominantnog dizajna
1980 _{te}	Modeli povezivanja	<ul style="list-style-type: none"> Integracija istraživanja i razvoja i tržišta
1980/90 _{te}	Interaktivni modeli	<ul style="list-style-type: none"> Kombinacija <i>push</i> i <i>pull</i> modela
1990 _{te}	Arhitektonske inovacije	<ul style="list-style-type: none"> Prepoznavanje uloge znanja koje poseduje kompanija i njegovog uticaja na inovacije
1990 _{te}	Modeli umrežavanja	<ul style="list-style-type: none"> Naglasak na akumulaciji znanja i eksternim vezama
2000 _{te}	Otvorene inovacije	<ul style="list-style-type: none"> Eksternalizacija inovacionog procesa Povezivanje sa inputima znanja Saradnja radi iskorišćavanja rezultata znanja

Svi predstavljeni modeli imaju kako prednosti, tako i nedostatke i niti jedan od njih se ne može proglasiti univerzalnim i sveobuhvatnim. Nemoguće je uključiti sve faktore koji utiču na inovacioni proces u jedan model tako da on odgovara svim rešenjima.

Pregledom modela inovacija i inovacionih projekata, mogu se definisati sledeće karakteristike (Preez et al., 2009):

1. Većina modela uključuje faze: (1) *generisanja ideja*, (2) *razvoja koncepta*, (3) *evaluacije i selekcije koncepta*, (4) *razvoja* i (5) *implementacije*.
2. Inovacije mogu biti *market pull* ili *technology push* ili kombinacija.
3. Integracija između različitih funkcija je od velike važnosti.
4. Model otvorenih inovacija favorizuje mrežni pristup u kojem inovacije nisu rezultat samo internog napora, već i eksternih veza.
5. Većina modela ignoriše eksploataciju novih inovacija na tržištu. Eksploatacija je jedini mehanizam za konkurentnost i finansijski opstanak i stoga je treba uključiti u okvir.

U današnjem konkurentskom okruženju ključno pitanje nije više zašto inovirati, već kako inovirati. Samim tim, inovaciona teorija i praksa su prepoznale da dobre ideje ne dolaze samo iz internih izvora kompanije, kao i da sve dobre ideje nastale unutar određene kompanije ne moraju biti komercijalizovane od strane te kompanije. U skladu sa tim, uveden je pristup *otvorenih inovacija* koji podrazumeva da kompanije, pored internih izvora ideja, mogu i treba da koriste eksterne izvore ideja, kao i interne i eksterne tržišne kanale, ako žele da unaprede poslovanje (Chesbrough, 2006; Chesbrough, 2003b). Jedan od ključnih faktora koji je doveo do primene ovog pristupa je mobilnost zaposlenih i pristupačnost znanju korišćenjem savremenih informacionih tehnologija. Dakle, cilj implementacije modela otvorenih inovacija je da kompanija na najbolji mogući način iskoristi prednosti kako internih, tako i eksternih izvora ideja.

I u ovom slučaju literatura prepoznaje dva pravca (Hallerstede, 2013), prvi, čiji je glavni predstavnik *Henry Chesbrough*, zasniva se na šansama i mogućnostima kao što je akvizicija znanja eksternih eksperata i eksternih prava intelektualne svojine, ali i mnogih drugih načina kojima se prevazilazi sindrom „nije otkriveno ovde“ (engl. *not invented here*); i drugi, čiji je predstavnik *Eric von Hippel*, bazira se na motivaciji korisnika da dobrovoljno učestvuju i doprinose definisanom problemu.

Pored otvorenog pristupa, savremene kompanije su počele da praktikuju i ugrađuju dva široko poznata pristupa u već postojeće modele inovacija, tj. da ugrađuju agilni i *lean* pristup, tako da se danas mogu sresti npr. između ostalih, agilni „Faza-Kapija“ model i *lean* „Faza-Kapija“ model.

3. RAZVOJ NOVIH PROIZVODA

Uvođenje novih proizvoda na tržište je jedno od ključnih pitanja u savremenom poslovnom okruženju, imajući u vidu da se leaderska pozicija na tržištu, odgovarajući tržišni udeo, održivi rast i razvoj, upravo, stiču razvojem i lansiranjem novih proizvoda. Shodno tome, značajno je prepoznavanje najbolje prakse u razvoju novih proizvoda (tehničke, metode, procesi ili aktivnosti), koja bi omogućila njihovu efikasniju i efektivniju isporuku na tržište. Neke od poznatih organizacija (asocijacija), na globalnom nivou, čiji je fokus rad na unapređenju razvoja novog proizvoda, su *Product development & management association – PDMA*¹, *Stage-Gate International*² i *American productivity quality center – APQC*³.

3.1. Pojam i specifičnosti inovacija proizvoda

Prema (OECD & Eurostat, 2018) *inovacija proizvoda* predstavlja novi ili unapređenu proizvod koji se značajno razlikuje od prethodnih i koji je plasiran na tržište. Inovacije proizvoda obezbeđuju značajna unapređenja jedne ili više karakteristika ili performansi proizvoda, dodavanjem novih ili unapređenjem postojećih funkcija. Relevantne funkcionalne karakteristike se odnose na kvalitet, tehničke specifikacije, sigurnost, trajnost, funkcionalnost, ekonomsku efikasnost tokom korišćenja, praktičnost, upotrebljivost i lakoću korišćenja.

Inovacije proizvoda obuhvataju dve potkategorije (OECD & Eurostat, 2018):

- *Roba* – opredmećeni proizvodi i proizvodi za prikupljanje znanja (engl. *knowledge-capturing products*) nad kojima se mogu utvrditi vlasnička prava i čije se vlasništvo može preneti putem tržišne transakcije.
- *Usluge* – neopredmećeni proizvodi, odnosno, aktivnosti koje se proizvode i koriste istovremeno. Uključivanje korisnika je često neophodan uslov koji vodi do koprodukcije usluge između korisnika i kompanije. Usluge, takođe, uključuju proizvode za prikupljanje znanja.

Proizvodi za prikupljanje znanja mogu imati karakteristike obe potkategorije proizvoda i odnose se na pružanje, skladištenje, čuvanje, komunikaciju i širenje digitalnih informacija kojima korisnici mogu stalno pristupiti. Ovi proizvodi se mogu čuvati na fizičkim objektima i infrastrukturi, kao što su elektronski mediji ili *Cloud*. Proizvodi za prikupljanje znanja se odnose na robu kada korisnici mogu da je dele ili prodaju drugima nakon kupovine, a na usluge, kada su korisnička prava limitirana licencom koja zabranjuje njihovo deljenje ili prodaju (OECD & Eurostat, 2018).

Razlikovanje robe i usluga nekada može biti teško, uzevši u obzir da neki proizvodi mogu imati karakteristike oba. Kompanija može prodavati robu korisnicima ili iznajmljivati tu robu u vidu usluge. Kompanije mogu povezati dodatne usluge kao što su ugovori o pružanju usluga ili osiguranje njihove robe. Širenje ponude kompanije, mimo proizvodnje, postao je efikasan način za povećanje profita i postizanje konkurentnosti. Kao posledica ovog pristupa nastao je termin *servitizacija* ili *sistem proizvod-usluga*, koji predstavlja novi poslovni model na osnovu koga se kreira dodata vrednost korisnicima, dodavanjem usluge proizvodu (Helo, Gunasekaran, & Rymaszewska, 2017).

Triantis (2013) naglašava da razvoj novog proizvoda obuhvata set funkcija i procesa počevši od ideacije do lansiranja proizvoda na tržište. On ističe da u proseku 30% prodaje i profita dolazi od novih proizvoda, što je posledično dovelo do porasta ulaganja u istraživanje i razvoj. Brojni su strateški razlozi zbog kojih kompanije treba da streme ka projektima razvoja novih proizvoda

¹ <https://www.pdma.org/>

² <https://www.stage-gate.com/>

³ <https://www.apqc.org/>

(postizanje konkurentne prednosti, poboljšanje korporativnog imidža, postizanje diferencijacije, osnaživanje brenda i mnogi drugi) (Brown & Eisenhardt, 1995; Trott, 2017). Ova intencija prevazilazi nivo kompanije, tako da se poslednjih decenija posmatra konkurentnost i na nivou države. Za meru konkurentnosti država koristi se indikator ulaganje u istraživanje i razvoj (% BDP) (engl. *The Gross Domestic Expenditure on Research and Development (R&D) – GERD*), čija vrednost u razvijenim zemljama iznosi 2.5-3%, u najrazvijenijim i preko 4%. U Republici Srbiji za 2018. godinu iznosi 0.92% (rast u odnosu na prethodne godine).

BCG grupa (*Boston Consulting Group*) je sproveda istraživanje koje je pokazalo da se inovacija proizvoda nalazi među tri strateška prioriteta kod 71% kompanija i da 70% kompanija smatra proizvode *nove za svet* kao „značajne“ ili „veoma značajne“ za budućnost kompanije (Andrew, Manget, Michael, Taylor, & Zablitz, 2010). Čak je i za vreme recesije 2008. godine, *Booz & Company* (sada *Strategy&*, poslovna jedinica u okviru *PricewaterhouseCoopers – PwC* grupe) pokazala da su svetski najveći inovatori povećavali ulaganje u istraživanje i razvoj uprkos smanjenju prihoda. Više od 90% njihovih direktora je okarakterisalo inovacije kao kritične kada se priprema za ekonomski preokret (Jaruzelski & Dehoff, 2007). Međutim, i pored velikog značaja, Asocijacija za razvoj i upravljanje proizvodima (*The Product Development and Management Association – PDMA*) je u studiji pokazala da samo 59% komercijalizovanih novih proizvoda doživi uspeh, dok se 54% komercijalizovanih novih proizvoda smatra uspešnim u pogledu profita (Slater, Mohr, & Sengupta, 2014).

Wheelwright & Clark (1992) u svom radu definišu razvoj novog proizvoda kao efikasno organizovanje i upravljanje aktivnostima koje kompaniji omogućava lansiranje uspešnih novih proizvoda na tržište, u okviru zadovoljavajućeg vremena i troškova razvoja.

Loch & Kavadias (2008) naglašavaju da se razvoj novog proizvoda sastoji od aktivnosti koje dovode do niza novih ili unapređenih proizvoda na tržištu tokom vremena. Ovo podrazumeva generisanje šansi, njihovu selekciju i transformaciju u proizvode i usluge koje se nude korisniku, ali i institucionalizaciju unapređenja u samim aktivnostima razvoja. Prema njima razvoj novih proizvoda obuhvata sledeće fundamentalne korake:

- Generisanje ideja – identifikovanje nove kombinacije tehnologije, procesa i tržišnih mogućnosti sa potencijalom kreiranja ekonomske vrednosti.
- Selekcija – odabir onih ideja koje imaju najveći potencijal i u koje treba investirati.
- Transformacija – kreiranje proizvoda ili usluge.
- Koordinacija – tok informacija, saradnja i kooperacija više različitih strana uključenih u aktivnosti razvoja.

Poznat je pristup koji su razvili Ulrich & Eppinger (2015) gde se razvoj novog proizvoda definiše kao set aktivnosti koji započinje percepcijom šansi na tržištu, a završava, proizvodnjom, prodajom i isporukom inovativnog proizvoda.

Razvoj novog proizvoda predstavlja interdisciplinarnu aktivnost koja zahteva učestvovanje skoro svih funkcija u okviru organizacije, ali tri se mogu smatrati centralnim (Ulrich & Eppinger, 2015):

1. *Marketing* – posreduje između organizacije i njenih korisnika. Funkcija marketinga treba da olakša identifikaciju novih prilika, definisanje segmenata tržišta i identifikaciju potreba korisnika. Takođe, ovom funkcijom se definiše cena, nadgleda plasiranje i promocija proizvoda.
2. *Projektovanje* – ključna uloga prilikom definisanja fizičkog oblika proizvoda prema definisanim zahtevima korisnika. U tom smislu, funkcija projektovanja podrazumeva inženjersko projektovanje (mehaničko, električno, softversko, itd.) i industrijski dizajn (estetika, ergonomija, korisnički interfejs).

3. *Proizvodnja* – primarno odgovorna za projektovanje, upravljanje i koordinaciju proizvodnog sistema sa ciljem proizvodnje proizvoda.

Razvoj uspešnih proizvoda predstavlja veoma zahtevan i izazovan proces za razvojni tim i kompaniju. Tome u prilog ide i činjenica da samo mali broj kompanija realizuje uspešan razvoj i plasman novih proizvoda na tržište. Neke od karakteristika koje postavljaju izazov pred razvoj novog proizvoda su (Ulrich & Eppinger, 2015):

- *Trade-off* – poboljšanje neke karakteristike proizvoda veoma često utiče na pogoršanje neke druge (npr. unapređenje neke karakteristike proizvoda dovodi do porasta troškova proizvodnje).
- *Dinamika* – prilagođavanje okruženju u kojem dolazi do konstantnog progresa tehnologije, gde zahtevi korisnika postaju složeniji, a konkurenti uvode nove proizvode, postaje sve teže.
- *Detalji* – razvoj proizvoda, čak i manje kompleksnosti, može sadržati brojne odluke o detaljima koje značajno utiču na ukupne troškove proizvodnje.
- *Pritisak vremena* – odluke o razvoju novog proizvoda se, uglavnom, moraju donositi brzo i bez potpunih informacija.
- *Ekonomija* – razvoj, proizvodnja i marketing novih proizvoda zahtevaju velike investicije.

3.2. Kritični faktori uspeha inovacije proizvoda kao izlaza

Ključno za održavanje konkurentne prednosti je sposobnost da se u više navrata komercijalizuju uspešni proizvodi (dobra i usluge) (Griffin & Page, 1996). Zato je veoma važno definisati skup relevantnih faktora na osnovu kojih će se vršiti procena da li se neki proizvod može smatrati uspešnim. Teško je utvrditi ovakav skup, ali realizovan je veliki broj studija koje su se bavile ovom problematikom.

Hopkins (1981) smatra da se novi proizvod može smatrati uspešnim ukoliko ispunjava očekivanja rukovodstva u svim značajnim aspektima.

Prema studiji koju su izveli Cooper & Kleinschmidt (1988), uspeh se definiše sa aspekta *profitabilnosti*, odnosno, stepena u kojem novi proizvod prevazilazi (ili ne) prihvatljivi nivo za taj tip investicije.

Griffin & Page (1996) uspeh novog proizvoda posmatraju kroz tri nezavisna kriterijuma: *prihvaćenost od strane korisnika, finansijske performanse i tehnički uspeh*. Zapravo, prema njima novi proizvod koji doprinosi konkurentskoj prednosti kompanije mora biti prihvaćen od strane korisnika, donosi veliku finansijsku dobit za kompaniju i tehnički je elegantan.

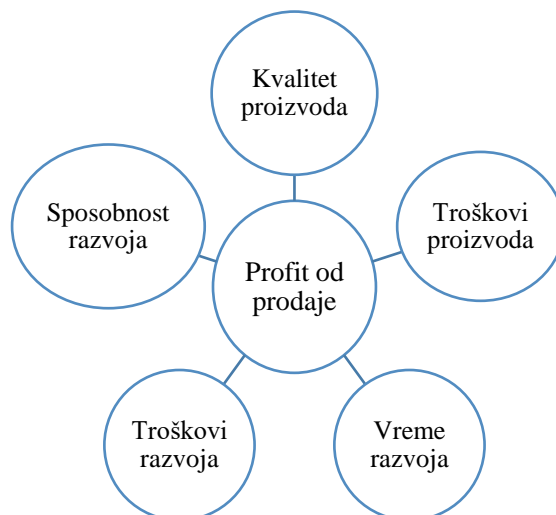
Millson & Wilemon (2002) u studiji naglašavaju da je uspešan onaj novi proizvod koji premašuje očekivanja nametnuta od strane kompanije koja ga razvija. Oni definišu četiri mere uspeha: *profit, prodaja, sposobnost ulaska na postojeća tržišta i kreiranje novih tržišta*.

Dakle, može se reći da ne postoje univerzalno definisani kriterijumi koji će važiti za merenje uspeha novog proizvoda. Takođe, uspeh predstavlja skup ciljeva, percepcije, ponašanja i stavova. Sa aspekta investitora u kompaniji, uspešan razvoj proizvoda rezultuje proizvodom koji se može proizvesti i prodati profitabilno, iako je to veoma teško proceniti brzo i direktno.

Ulrich & Eppinger (2015) predlažu pet specifičnih dimenzija, koje utiču na ostvareni *profit* i koje se, uglavnom, koriste za procenu performansi procesa razvoja proizvoda (Slika 8):

1. *Kvalitet proizvoda* – kvalitet izlaza iz definisanog procesa razvoja, robusnost, pouzdanost, tržišni udeo i cena koju su korisnici spremni da plate za predloženi izlaz.

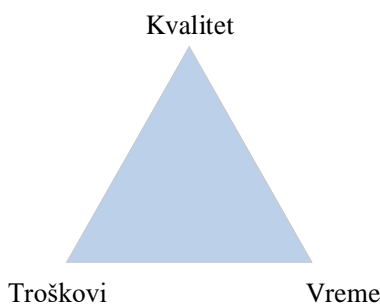
2. *Troškovi proizvoda* – troškovi proizvodnje proizvoda, odnosno, troškovi kapitalne opreme i alata, inkrementalni troškovi proizvodnje svake jedinice proizvoda.
3. *Vreme razvoja* – brzina razvoja proizvoda, responzivnost kompanije na konkurentsko okruženje i tehnološki razvoj, vreme povraćaja investicija na osnovu uloženog rada.
4. *Troškovi razvoja* – sredstava za razvoj proizvoda.
5. *Sposobnost razvoja* – sposobnost tima na osnovu dosadašnjeg iskustva.



Slika 8. Dimenzije za procenu performansi razvoja novog proizvoda (adaptirano prema (Ulrich & Eppinger, 2015))

Visoke performanse kod svih pet faktora vode ekonomskom uspehu. Ne treba zanemariti i uticaj drugih faktora kao što su *članovi razvojnog tima, drugi zaposleni, društvo u kojem se razvija proizvod.*

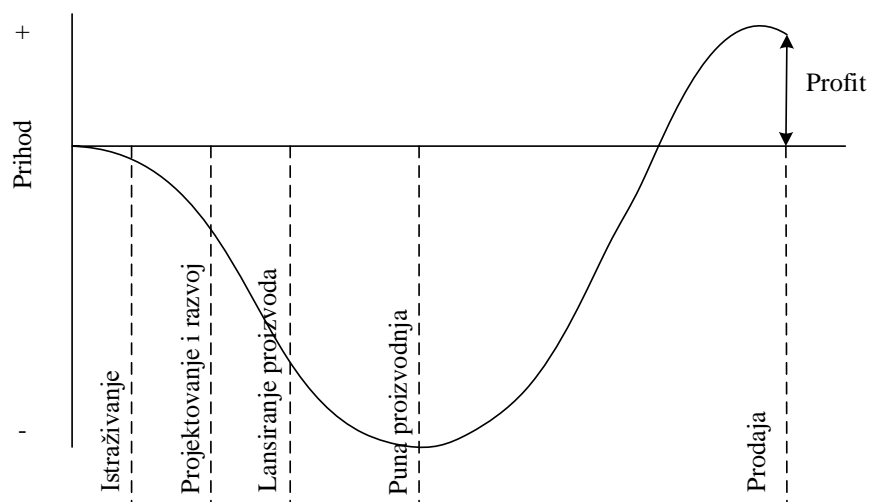
Prema (Ottosson, 2019), uspeh inovacije proizvoda se može meriti korišćenjem tri standardne mere: *kvalitet, troškovi i vreme* (Slika 9). U radu se naglašava i značaj *profitabilnosti inovacije, ali i trajnosti inovacije na tržištu.*



Slika 9. Faktori uspeha inovacije proizvoda (adaptirano prema (Ottosson, 2019))

Autori Mital, Desai, Subramanian, & Mital (2014) naglašavaju da je neophodno razviti kvalitetne proizvode koji će na brz, jednostavan i efikasan način zadovoljiti potrebe tržišta. Prema njima kritični faktori uspeha novog proizvoda su:

1. *Troškovi* – troškovi proizvodnje proizvoda i troškovi razvoja (Slika 10).
2. *Kvalitet* – zadovoljene potrebe korisnika.
3. *Vreme razvoja proizvoda* – vreme od procene potrebe tržišta do prodaje proizvoda.
4. *Razvoj know-how* – sposobnost ponavljanja procesa u budućnosti.



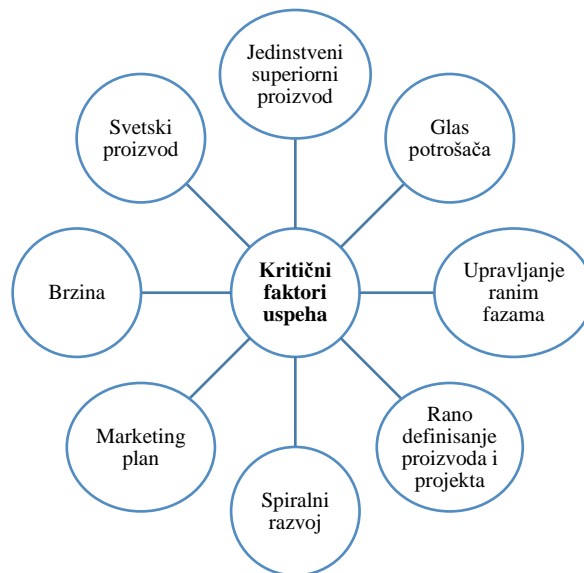
Slika 10. Odnos troškova i životnog ciklusa proizvoda (adaptirano prema (Mital et al., 2014))

3.3. Kritični faktori uspeha procesa inovacije proizvoda

Proces razvoja novog proizvoda predstavlja putokaz koji bi kompanije trebalo da prate sa ciljem kreiranja inovativnog rešenja koje bi im omogućilo opstanak na nepredvidivom tržištu. Kompanije, posebno one koje su lideri u svom sektoru, konstantno implementiraju prepoznate faktore uspeha kako bi unapredile stopu uspešnosti novih proizvoda na tržištu. Kritični faktori uspeha razvoja novih proizvoda se mogu povezati sa najboljom praksom koja može doprineti većoj verovatnoći postizanja dobrih poslovnih rezultata (Kahn, 2012).

Cooper (2011) u poznatoj knjizi „Winning at new products“, ali i u većini ostalih radova na ovu temu, predlaže sledeće kritične faktore uspeha (Slika 11):

1. *Jedinstveni, superiorni proizvod* – diferencirani proizvod koji isporučuje jedinstvene koristi i vrednosti za korisnike (superiorni proizvodi imaju pet puta veću stopu uspeha, preko četiri puta veći tržišni udeo i četiri puta veću profitabilnost).
2. *Glas potrošača* (engl. *voice of customer*) – fokus na tržište (korisnike).
3. *Uspešno upravljanje ranim fazama inovacionih projekata* (engl. *early stages*).
4. *Rano definisanje proizvoda i projekta* – jasno definisan koncept proizvoda sa svim karakteristikama, atributima i specifikacijama.
5. *Iterativni ili spiralni razvoj* – izrada, testiranje, povratna veza i revizija (dobijanje povratnih informacija od strane korisnika još od ranih faza zarad plasiranja proizvoda sa pravim specifikacijama).
6. *Orijentacija na svetsko tržište* – globalni proizvod lokalno proizveden.
7. *Dobro osmišljeno i adekvatno realizovano lansiranje novog proizvoda* – dobro definisan marketing plan.
8. *Brzina* je veoma bitna, ali bez uticaja na kvalitet.



Slika 11. Kritični faktori uspeha (adaptirano prema (Cooper, 2011, 2019; Kahn, 2012))

Mital et al. (2014), takođe, u svom radu daju pregled različitih faktora koji utiču na uspeh razvoja novog proizvoda:

- *Jedinstvenost* – superiorna vrednost i različite karakteristike proizvoda obezbeđuju jasne i jedinstvene koristi.
- *Fokus na korisnicima i tržišna orijentisanost.*
- *Upravljanje ranim fazama* – nose mali procenat ukupnih troškova, ali imaju veliki uticaj na uspeh celokupnog inovacionog projekta.
- *Jasno i rano definisanje proizvoda* – izlaz iz ranih faza inovacionih projekata.
- *Realizacija aktivnosti* – iskusni projektni timovi koji realizuju identifikovane aktivnosti u okviru ranih faza.
- *Organizaciona struktura i klima* – neophodno je kreirati multifunkcionalne timove i radnu klimu koja pruža podršku, prepoznaje uloženi napor i nagrađuje uspeh.
- *Odluka o izboru projekta* – jasni kriterijumi za prioritizaciju inovacionih projekata.
- *Upoznavanje okruženja sa kvalitetom proizvoda* – adekvatna promocija novog proizvoda.
- *Uloga top menadžmenta* – podrška projektnom timu, pre svega, u obezbeđivanju neophodnih resursa.
- *Brzina, ali bez ugrožavanja kvaliteta.*
- *Sistematski proces razvoja novih proizvoda* – primena formalizovanog procesa za razvoj novog proizvoda.
- *Atraktivnost tržišta* – atraktivnost u smislu veličine tržišta, mogućnosti rasta, ekonomske klime, potrebe za novim proizvodima, korisnika koji prihvataju promene i dr.
- *Iskustvo i jezgro kompetencija* – iskustvo i znanje o osnovnoj tehnologiji, sposobnostima, kategorijama proizvoda, tržišnim potrebama, resursima neophodnim za razvoj proizvoda itd.
- *Ostali faktori.*

Jedan od pionira u oblasti kritičnih faktora uspeha razvoja je bio projekat SAPPHO (Rothwell et al., 1974) u okviru koga je izvršeno poređenje uspešnih i neuspešnih inovacija sa istog tržišta. Kao rezultat projekta zaključeno je da uspešne kompanije imaju bolje razumevanje *potreba korisnika*, veću pažnju posvećuju *marketingu* i *oglašavanju*, efikasnije sprovode *proces razvoja novog proizvoda* i autorizuju i promovišu *odgovorne i iskusne zaposlene* na više nivoje menadžmenta.

Rubenstein, Chakrabarty, O’Keefe, Souder, & Young (1976) su naglasili da ne postoje jasni kriterijumi koji vode ka uspehu imajući u vidu da neki faktori predstavljaju ograničenje za jedne, a

olakšavajuće okolnosti za druge kompanije. Ipak, oni su podelili faktore u tri kategorije: *tržišna orijentacija, otvorena komunikacija i podrška višeg nivoa menadžmenta*.

Cooper (1979) je u okviru projekta *Newprod* ispitivao 102 uspešna i 93 neuspešna projekta inovacija proizvoda. Tim putem je definisao 77 faktora koji motivišu razvoj novog proizvoda. Ispitanici su se opredelili za 11 faktora koje su oni prepoznali kao ključne (pogledati (Cooper, 1979)).

Rosenau & Moran (1993) su predstavili vodič za primenu alata upravljanja projektima u procesu razvoja novog proizvoda naglašavajući značaj *brzine izlaska na tržište, upravljanje kvalitetom i multifunkcionalne timove*.

Montoya-Weiss & Calantone (1994) su u svom radu dali sveobuhvatni pregled literature na temu determinanti uspeha razvoja novog proizvoda ispitujući faktore iz četiri ključne oblasti: *strateški faktori, faktori procesa razvoja, faktori tržišta i organizacioni faktori*.

Brown & Eisenhardt (1995) predlažu sedam kritičnih faktora uspeha koji su karakteristični za uspešne projekte: *prepoznavanje i negovanje osnovnih sposobnosti kompanije, vizija koju dele svi članovi multifunkcionalnog tima, projektno upravljanje i organizacija, sposobnost angažovanja tima koji će biti posvećen, sposobnost brzog učenja i smanjivanja grešaka, sposobnost unapređenja performansi kompanije i sposobnost projektnog organizovanja sistemskim pristupom*.

Bobrow (1997) predlaže listu faktora koja uključuje *jasan strateški pravac, korporativnu kulturu koja podržava razvoj, politiku alokacije resursa i posvećene multifunkcionalne timove*.

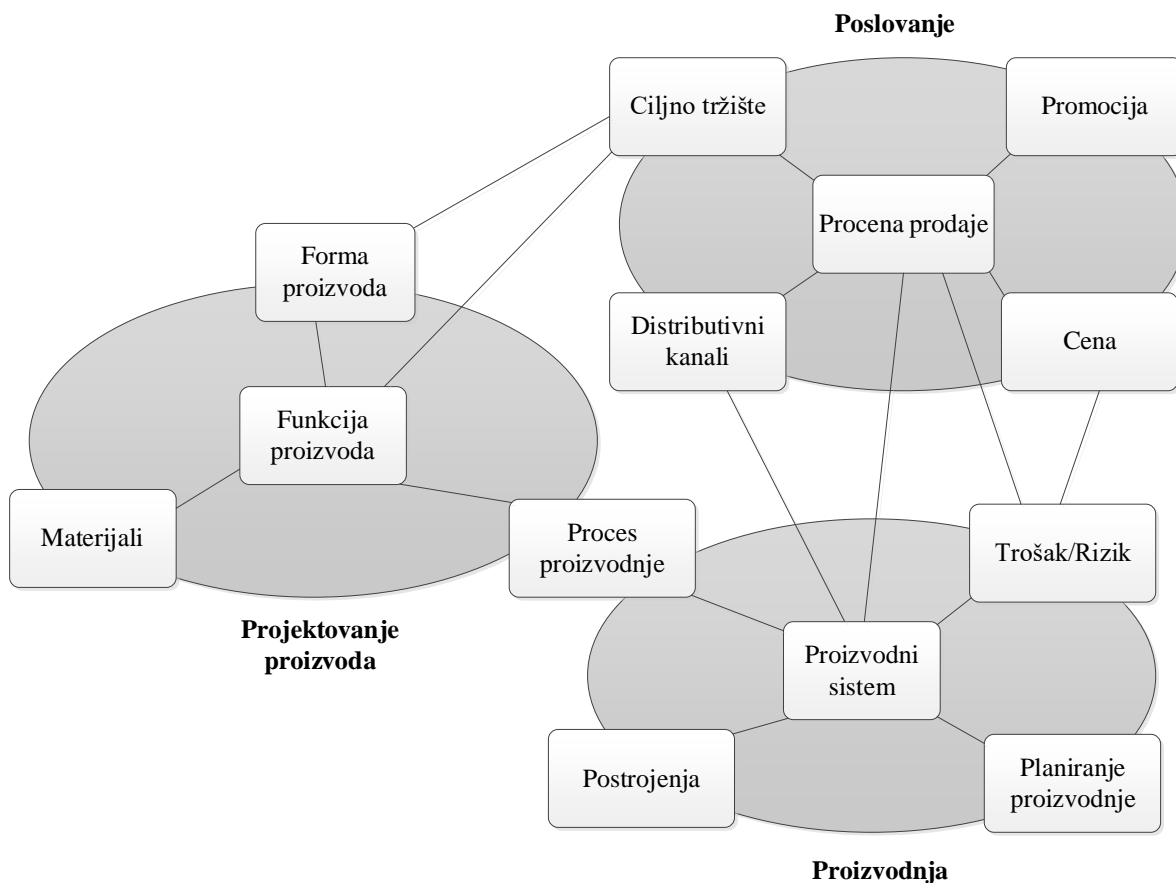
Lester (1998) u svom radu navodi da uspeh razvoja novih proizvoda zavisi od 16 faktora u pet različitih oblasti: *posvećenost višeg nivoa menadžmenta, organizaciona struktura i procesi koji podržavaju poduhvat, atraktivan koncept novog proizvoda, timovi sa odgovarajućim članovima i resursima i upravljanje projektima*. Oni tvrde da obraćanje pažnje na ove faktore, još od ranih faza razvoja, omogućava menadžerima da značajno uštede vreme i troškove, te da smanje mogućnost potencijalnih odlaganja i rizik.

March-Chordà, Gunasekaran, & Lloria-Aramburo (2002) naglašavaju značaj *podrške višeg nivoa menadžmenta, procesa razvoja novog proizvoda i analize zahteva tržišta*.

Gonzalez & Palacios (2002), takođe, naglašavaju značaj *podrške višeg nivoa menadžmenta, ali i prirode tržišta, kvaliteta proizvoda, dobavljača i učešća korisnika u procesu projektovanja proizvoda*.

Varela & Benito (2005) za kritične faktore uspeha predlažu *učešće višeg nivoa menadžmenta, iskustvo u razvoju novih proizvoda, centralizaciju, novost, proces razvoja novih proizvoda i tehničke aktivnosti*.

Ullman (2010) faktore koji mogu uticati na uspeh razvoja novog proizvoda klasifikuje u tri ključne grupacije, i to *projektovanje proizvoda, proizvodnju i poslovanje* (Slika 12).



Slika 12. Upravljačke promenljive razvoja novog proizvoda (Ullman, 2010)

Faktori koji utiču na projektovanje proizvoda se fokusiraju na funkcije proizvoda. Sa funkcijama su povezani forma proizvoda, materijali i proces proizvodnje. Forma obuhvata arhitekturu proizvoda, oblik, boju, teksturu i druge faktore u vezi sa njegovom strukturom. Od jednake važnosti su ostali faktori – materijali i proces proizvodnje. Sa Slike 12 se može zapaziti da su forma proizvoda i funkcije značajne i za poslovanje, s obzirom da korisnici ocenjuju proizvod prema onome čemu je namenjen i kako izgleda. Cilj faktora koji se odnose na poslovanje je postizanje procenjene prodaje. Na prodaju utiče i sposobnost kompanije da promoviše proizvode, isporučuje proizvode i definiše cenu. Poslovanje zavisi i od sposobnosti kompanije da proizvede proizvode. Centralni faktor koji utiče na proizvodnju je proizvodni sistem. Kao što se može videti na prethodnoj slici, faze projektovanja proizvoda i proizvodnje zavise od procesa proizvodnje. Izbor forme i materijala proizvoda značajno utiče na proces proizvodnje. S druge strane, proces proizvodnje utiče na troškove i cenu proizvoda (Ullman, 2010).

3.4. Proces razvoja novog proizvoda i model „Faza-Kapija“

Proces predstavlja niz koraka kojima se vrši transformacija ulaza u skup izlaza. Kada se govori o procesu razvoja novog proizvoda onda proces predstavlja niz koraka ili aktivnosti koje jedna kompanija angažuje kako bi osmislila, projektovala i komercijalizovala proizvod. Svaka organizacija sprovodi proces razvoja novog proizvoda na svoj način, jer kao što je i ranije navedeno u tekstu, ne postoji univerzalni način upravljanja koji može da se primeni u bilo kojoj kompaniji. Višestruki su razlozi razvoja efikasnog i efektivnog procesa razvoja novog proizvoda (Ulrich & Eppinger, 2015):

- *Obezbeđenje kvaliteta* (engl. *quality assurance*) – definisanje faza projekta, kao i tačaka kontrole. Adekvatno odabrane faze i tačke kontrole obezbeđuju kvalitet rezultujućeg proizvoda.

- *Koordinacija* – master plan koji definiše uloge svih učesnika razvojnog tima.
- *Planiranje* – plan ključnih događaja direktno utiče na vremenski raspored celokupnog projekta.
- *Upravljanje* – razvojni proces predstavlja benčmark za ocenjivanje performansi tekućeg projekta.
- *Unapređenje* – dokumentovanje, tekuća revizija razvojnog procesa i rezultati predstavljaju značajan izvor za unapređenje procesa.

Uspeh u razvoju novih proizvoda se može smatrati opštim ciljem svake kompanije. Utvrđeno je, različitim studijama, da pozitivni efekti mogu nastati kao rezultat angažovanja formalnih nacrti i mapa, odnosno, modela i procesa razvoja novog proizvoda. Kompanije implementiraju različite modele kako bi obezbedile ponovljivost i održivost inovacionih sposobnosti. Tradicionalni modeli upravljanja inovacijama i inovacionim projektima se, uglavnom, odnose na projekte inovacija proizvoda (Wheelwright & Clark, 1992).

U literaturi se mogu naći različiti modeli razvoja novog proizvoda. *Utterback* je bio pionir u modeliranju inovacionog procesa kao zasebnog procesa u kompaniji. Prema njemu model obuhvata sledeće faze: generisanje ideja, rešavanje problema, implementacija i difuzija. *Cooper* tvrdi da najuspešnije kompanije za razvoj novog proizvoda upošljavaju formalni proces sa jasno definisanim kriterijumima za donošenje odluka, odnosno, jasno definisane faze i kapije (tačke odluka) za upravljanje inovacionim projektima, npr. model „Faza-Kapija“ (engl. *Stage-Gate*). Ovaj model se konstantno unapređuje i do sada je kreiran veći broj verzija koje su u skladu sa savremenim pristupima poslovanju (npr. hibridni, agilni, *lean*, otvoreni pristup). Wheelwright & Clark (1992) su predložili model razvojnog levka (engl. *funnel*) koji podrazumeva veliki broj ideja na početku levka čije sužavanje oslikava proces progresivne selekcije projekata koji treba da napreduju.

Trott (2017) predstavlja sledeću kategorizaciju modela koji se mogu koristiti za razvoj novog proizvoda:

1. *Modeli bazirani na departmanima* (engl. *Departmental-stage models*)

Predstavljaju jedan od najranijih modela. Baziraju se na linearnim modelima inovacija, gde je svaki departman zadužen za određeni zadatak. Započinju istraživanjem i razvojem u okviru koga se predlaže nova ideja, zatim odeljenje za projektovanje i konstrukciju na osnovu odabrane ideje razvija prototip, sledi odeljenje proizvodnje koje istražuje moguće načine za proizvodnju proizvoda i, na kraju, marketing odeljenje razvija plan i upravlja lansiranjem (Slika 13). Ovaj model nazivaju i „over-the-wall“ modelom zbog toga što odeljenja izvršavaju sve zadatke pre nego što „prebace“ projekat u sledeću fazu. Ovakav način organizovanja više nije prihvatljiv jer usporava proces razvoja.

2. *Modeli bazirani na aktivnostima i konkurentnom inženjeringu* (engl. *Activity-stage models and concurrent engineering*)

Sličnih su karakteristika kao i prethodni, ali omogućavaju lakšu interakciju među aktivnostima, korišćenjem povratne sprege. Ipak, zadržali su fenomen „over-the-wall“. Naglašavaju simultanu prirodu aktivnosti u okviru procesa, što nagoveštava potrebu za međufunkcionalnim pristupom.

3. *Međufunkcionalni modeli* (engl. *Cross-functional models (teams)*)

Modeli kojima se prevazilazi problem komunikacije između odeljenja. Njima se omogućuje povezivanje ljudi iz različitih funkcija, što često iziskuje promenu organizacione strukture. Naglasak je na korišćenju projektnog upravljanja i interdisciplinarnih timova.

4. *Modeli bazirani na odlukama* (engl. *Decision-stage models*)

Modeli u kojima postoje tačke odlučivanja koje su neophodne da bi projekat napredovao u sledeću fazu. Ovaj model koristi povratnu spregu, koja je pre implicitna nego eksplicitna, što je i glavna

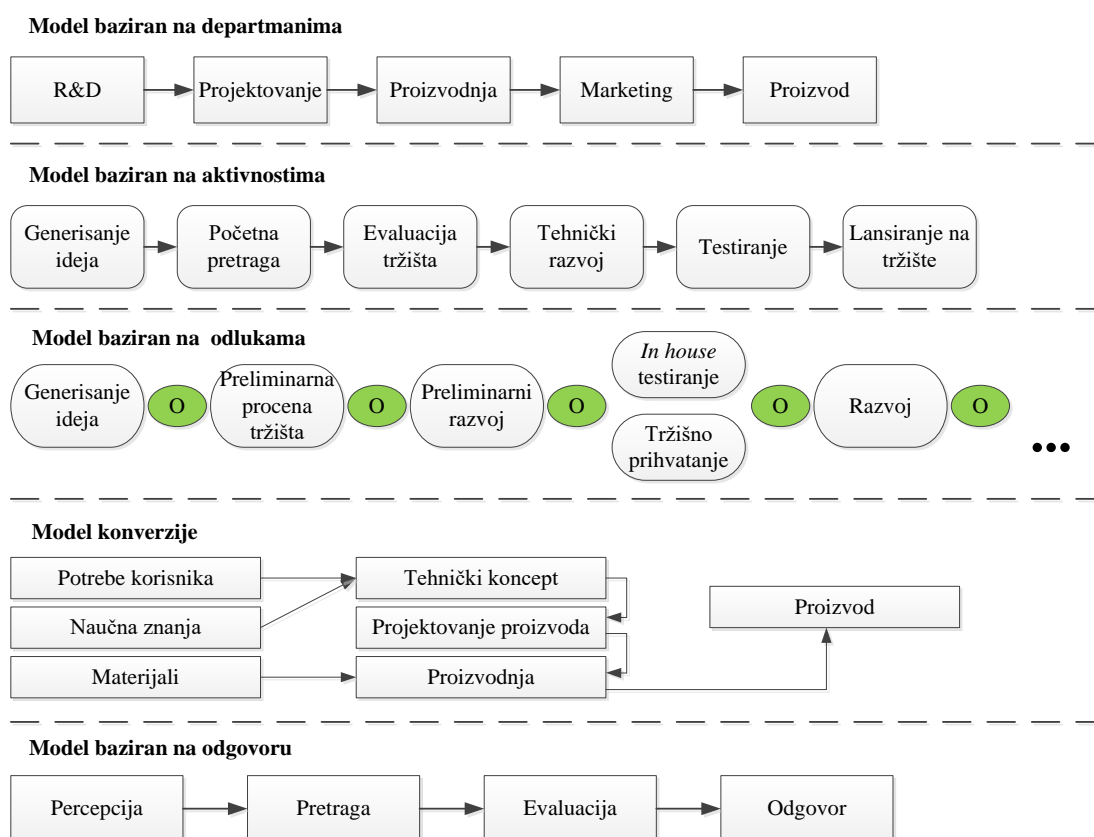
kritika modela. Jedan od ključnih predstavnika ove grupacije modela je model koji su kreirali Cooper i Edgett, poznat kao model „Faza-Kapija“.

5. Modeli konverzije (engl. *Conversion-process models*)

Posmatraju razvoj novog proizvoda kao veliki broj inputa koji ulaze u crnu kutiju gde se pretvaraju u neki izlaz. Ovaj koncept podrazumeva raznovrsne ulazne informacije koje dovode do novog proizvoda, ali nedostatak detalja predstavlja najveće ograničenje.

6. Modeli bazirani na odgovoru (engl. *Response models*)

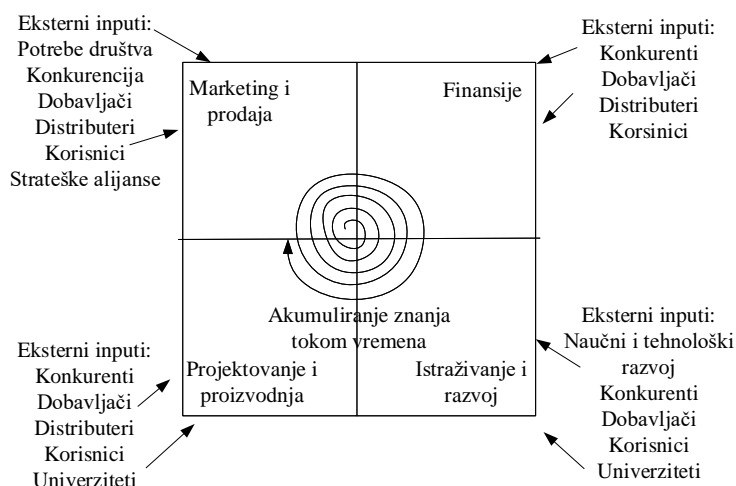
Koriste bihevioralni pristup za analiziranje promena. U suštini, ovi modeli se fokusiraju na individualne organizacione odgovore na predloge novih proizvoda ili novih ideja. Ovaj pristup otkriva dodatne faktore koji utiču na odluku o prihvatanju predloga za novi proizvod, pre svega, u skrining fazi.



Slika 13. Modeli razvoja novog proizvoda (adaptirano prema (Trott, 2017))

7. Mrežni modeli (engl. *Network models*)

Podrazumevaju prikupljanje znanja iz različitih izvora (marketing, istraživanje i razvoj, proizvodnja). Ovo znanje se postepeno izgrađuje tokom vremena, u skladu sa napredovanjem projekta. U suštini, mrežni modeli naglašavaju eksterne veze uparene sa internim aktivnostima za koje se pokazalo da doprinose uspešnom razvoju novog proizvoda (Slika 14).



Slika 14. Mrežni model razvoja novog proizvoda (Trott, 2017)

Model „Faza-Kapija“ predstavlja rešenje koje prihvata sve veći broj kompanija sa ciljem prevazilaženja nedostataka koji se odnose na razvoj novog proizvoda. Ovaj model se još može predstaviti i kao model od ideje do realizacije. Najjednostavnije, model „Faza-Kapija“ predstavlja vodič za razvoj jednog uspešnog i efikasnog novog proizvoda (Cooper, 2011; Kahn, 2012). Njime se omogućava koordinacija međufunkcionalnih kreativnih procesa i definisanje okvira za investiciono odlučivanje zasnovano na opcijama, kako bi se ubrzalo vreme do tržišta, maksimizirao profit i minimizirao rizik. Model „Faza-Kapija“ se smatra „industrijskim standardnom“ jer ima najveći broj implementacija i referenci u praksi za upravljanje inovacionim projektima (Stage-Gate International, 2020a). Negde oko 75% kompanija u Americi je prihvatilo predstavljeni model, ali i najveći deo velikih kompanija u Evropi koristi neke od verzija ovog modela. Brojne su prednosti i koristi primene ovog modela (Vedsmand, Kielgast, & Cooper, 2016):

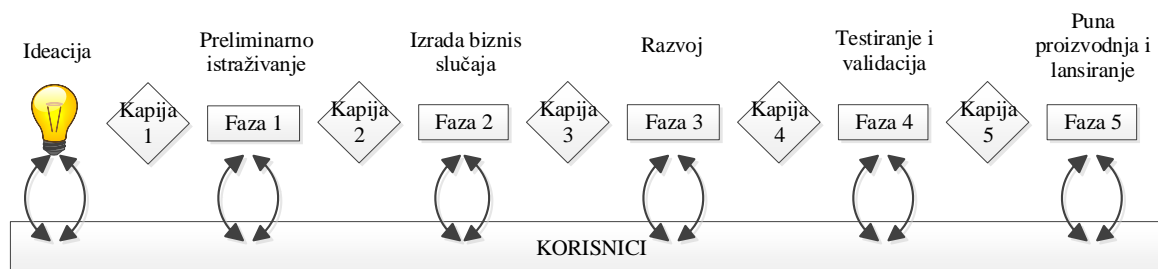
- *Sistem kojim se izbegava rizik* deljenjem investicionih odluka u seriju faza i kapija. Ovim inkrementalnim pristupom obezbeđuje se identifikacija loših projekata na samom početku, čime se smanjuje šansa od pogrešnog investiranja.
- *Jednostavni model za donošenje odluka* u kojem se kapije baziraju na predefinisanim kriterijumima i ulazima. U kapijama „čuvari kapija“ (engl. *gatekeepers*) donose odluke o nastavku projekta, investicione odluke, prioritizuju i dodeljuju resurse projektu.
- *Transparentni proces od ideje do realizacije* u kojem svi mogu da vide koji su definisani zahtevi, kao i ko odlučuje o tome da li neka ideja prelazi u sledeću fazu.
- *Sveobuhvatni skup metoda, alata i obrazaca razvijenih za svaku fazu i kapiju* – obrasci za ideje, biznis slučaj, evaluaciju, plan lansiranja itd.
- *Ugrađen sistem za portfolio menadžment* koji se zasniva na ekonomskim metodama poput neto sadašnje vrednosti, interne stope rentabilnosti i indeksa produktivnosti, kao i na kvalitativnim metodama.
- *Sistem sa dokazanim rezultatima i ugrađenom najboljom praksom.*
- *Dobro poznat i široko implementiran model.*
- *Adaptivni i skalabilni model* – prilagodljiv i primenjiv kod različitih tipova i veličina projekata i organizacija.

Zavisno od pristupa, može se reći da kapija prethodi fazi ili sledi nakon faze (ovo iz razloga posmatranja ideacije kao nulte faze). Kapije predstavljaju tačke odlučivanja i prioritizacije, odnosno, tačke kontrole u kojima se donosi odluka o nastavku projekta. Osnovni elementi kapija su (Cooper, 2011):

1. *Ulaz* (engl. *deliverables*) – projektni lider i tim dostavljaju sažete rezultate realizovanih aktivnosti faze koja prethodi.

2. *Kriterijumi* – elementi na osnovu kojih se vrši ocenjivanje ulaza. Neki od kriterijuma moraju biti ispunjeni (npr. poštovanje zakona), neki nisu toliko striktni.
3. *Izlaz* (engl. *output*) – odluka (nastaviti/prekinuti/zadržati/ponoviti), odobreni akcioni plan za sledeću fazu i lista ulaza sa datumima za sledeću kapiju.

Cilj svake faze je prikupljanje informacija relevantnih za projekat u tom trenutku (tržišne, tehničke, operacione i druge informacije), koje omogućavaju da projekat napreduje. S obzirom na raznovrsnost informacija koje se mogu prikupljati u okviru iste faze, smatra se da je ovaj proces međufunkcionalni (ne postoji jedna posebna faza koja se odnosi na istraživanje i razvoj ili marketing). Svaku fazu karakterišu aktivnosti koje se odvijaju paralelno i koje realizuju članovi tima iz različitih funkcionalnih jedinica. Tipičan inovacioni projekat podrazumeva primenu modela sa pet faza (Slika 15) (Cooper, 2011).



Slika 15. Elementi modela „Faza-Kapija“ (adaptirano prema (Cooper, 2011))

Na kraju svakog inovacionog projekta realizuje se *post-implementacioni pregled*. U nekom trenutku, nakon komercijalizacije, projekat razvoja novog proizvoda se zatvara, tim se raspušta, proizvod postaje regularni deo portfolija. Vršu se revizija prihoda, troškova i vremena koji su ostvareni na projektu i na osnovu njih se donosi odluka da li proizvod ostaje u portfoliju ili ga treba povući sa tržišta. Takođe, nakon završetka projekta treba kreirati bazu znanja, odnosno, dokumentovati sve dobre prakse u cilju unapređenja budućih projekata (Cooper, 2011).

Imajući u vidu kada je prvi put predstavljen, model „Faza-Kapija“ je pretrpeo značajne promene i poboljšanja i danas može uključivati različite nove prakse i pristupe (Kahn, 2012):

- Pristup *otvorenih inovacija* koji se može primeniti na različitim aktivnostima u različitim fazama inovacionog procesa (Cooper, 2011).
- Primena različitih verzija modela u zavisnosti od nivoa rizika i obima projekta, npr. verzije za nisko rizične projekte i projekte manjeg obima (engl. *Lite* i *XPress*) i verzije za visokorizične i velike inovacione projekte (engl. *Full Stage-Gate*) (Cooper, 2014).
- Ugradnja *lean* pristupa sa ciljem stalnog uklanjanja gubitaka i postizanja kontinualnog poboljšavanja procesa (Cooper, 2014).
- Ugradnja modela „Faza-Kapija“ u sistem za upravljanje životnim ciklusom proizvoda. Model predstavlja deo sistema u kompaniji koji upravlja informacijama u vezi sa svim resursima koji se koriste za razvoj proizvoda, od generisanja ideja do povlačenja proizvoda sa tržišta.
- Ugradnja oštih kapija, tzv. *kapija sa „zubima“* kako bi fokusirali resurse na projekte koji donose najveću vrednost.
- Ugradnja *agilnog* pristupa korišćenjem spiralnog razvoja ili simultanih aktivnosti, čak i faza koje se preklapaju (Cooper & Sommer, 2018).
- Automatizacija modela korišćenjem softvera za upravljanje razvojem novog proizvoda od ideje do realizacije, koji podrazumeva i upravljanje resursima (Stage-Gate International, 2020b).

4. RANE FAZE INOVACIONIH PROJEKATA

Prema istraživanju koje je nedavno sprovedla kompanija (konsultantska kuća) *PwC*, pokazalo se da inovacije predstavljaju jedan od najvećih prioriteta top menadžmenta (Chief Executive, 2013). Međutim, interesantno je da većina stručnjaka iz prakse zanemaruje uticaj ranih faza inovacionih projekata i dominantno se bavi fazama projekta u kojima su već definisane procedure i dokumentovane odgovornosti i uloge, iako su upoznati sa značajem koji nose rane faze (Gassmann & Schweitzer, 2014). Napor uložen za efikasnu realizaciju ovog dela projekta je nedovoljan u odnosu na to koliko mogu uticati na uspeh celokupnog inovacionog projekta. Ovaj deo projekta se u literaturi i praksi oslovljava i kao *Fuzzy front end* – *FFE* (Reinertsen & Smith, 1991), *Front end* inovacija (Koen, Bertels, & Kleinschmidt, 2014), faza ideja (Eling & Herstatt, 2017), rane faze inovacija, predrazvojne aktivnosti (Cooper & Kleinschmidt, 1994), preprojektne aktivnosti (Verganti, 1997), predfaza 0 (Khurana & Rosenthal, 1997), faza otkrića, faza ideja, i dr.

4.1. Pojam i definicija ranih faza inovacionih projekata

Interesantan pristup ovoj tematici predstavljen je u monografiji „Management of the Fuzzy Front End of Innovation” gde se upravljanje ranim fazama inovacionih projekata interpretira kao čin balansiranja između dokazanih i novih sposobnosti; stabilnosti i fleksibilnosti; sigurnosti i nesigurnosti; formalne i neformalne interakcije; *market pull*-a i *technology push*-a; kreativnosti i discipline; slobode i ograničenja (Gassmann & Schweitzer, 2014).

Termin *Fuzzy front end* inovacija se prvi put dovodi u kontekst ranih faza inovacionih projekata u radu autora Reinertsen & Smith (1991). Oni su opisali ovaj deo projekta kao vreme između trenutka uočavanja prilike na tržištu i trenutka kada treba uložiti značajan napor za razvoj projekta.

Moenaert, De Meyer, Souder, & Deschoolmeester (1995) definišu rane faze inovacija kao proces u kojem organizacija formuliše koncept proizvoda i utvrđuje da li nastaviti sa investiranjem u dalji razvoj ideje.

Prema autorima Murphy & Kumar (1997), rane faze se odnose na vreme između identifikovanja šanse na tržištu i početka realizacije procesa razvoja novog proizvoda. Samim tim, ovaj deo projekta bi trebalo da obuhvata generisanje ideja, definisanje proizvoda i evaluaciju projekata.

Khurana & Rosenthal (1997) primećuju da rane faze uključuju formulisanje strategije proizvoda, identifikaciju i ocenu šansi, generisanje ideja, definisanje proizvoda, projektno planiranje i rani izveštaj višeg menadžmenta. Sve ove aktivnosti prethode detaljnom dizajnu i razvoju novog proizvoda.

Koen et al. (2001) pišu da su rane faze inovacionih projekata aktivnosti koje prethode formalnom, strukturiranom procesu razvoja novog proizvoda. Oni u svom radu prvi put navode termin *Front end* inovacija sa ciljem da zamene termin *Fuzzy front end*, smatrajući da rane faze inovacionih projekata nisu toliko misteriozne i da se njima može upravljati.

Herstatt & Verworn (2007) naglašavaju da kapija u kojoj se donosi odluka da li implementirati koncept, predstavlja poslednju tačku ranih faza. U ovom delu inovacionog projekta razvija se koncept proizvoda koji će predstavljati osnovu za dalji razvoj i odlučuje se o tome da li ulagati resurse za nastavak projekta. Rane faze prestaju onog trenutka kada kompanija odobri koncept i počne sa formalnim razvojem proizvoda (Trott, 2017).

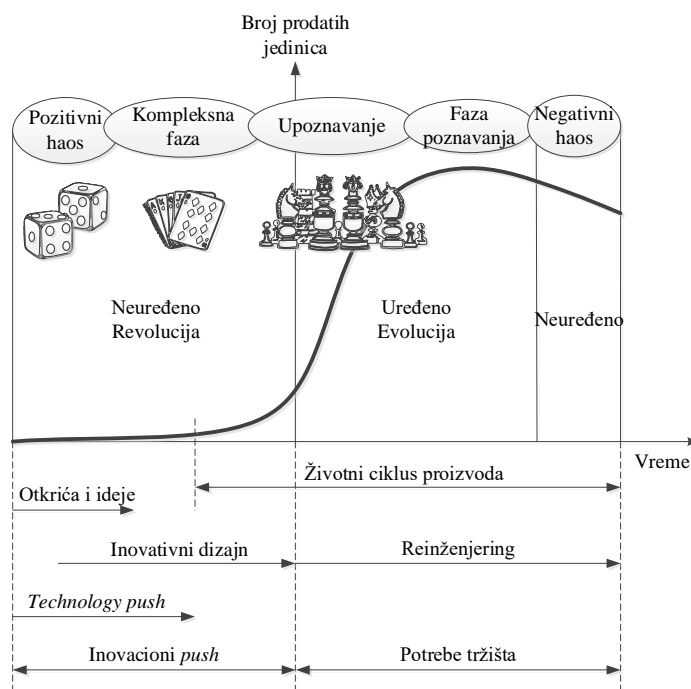
Većina autora na sličan način definiše početni deo inovacionih projekata, tako i Brentani & Reid (2011) *Front end* definišu kao rane faze inovacionih projekata koje obuhvataju generisanje i

evaluaciju ideja, kreiranje koncepta, ali naglašavaju i potencijalno početno planiranje projekta razvoja.

Crawford & Di Benedetto (2011) navode da proces ranih faza inovacija daje odgovor na sledeća pitanja:

- *Šta* – opis projekta koji će se razvijati,
- *Zašto* – koja strategija se nalazi iza razvoja novog proizvoda,
- *Ko* – opisuje ljudske resurse neophodne za realizaciju razvoja,
- *Kada* – daje prikaz vremenske odrednice projekta,
- *Kako* – opisuje sve zahteve proizvoda u pogledu novina u razvoju.

Na Slici 16. prikazan je proces od rađanja ideje o novom proizvodu do povlačenja proizvoda iz prodaje. Prvi, haotični deo predstavlja rane faze inovacionih projekata. Kada jedna ili više obećavajućih ideja nastane, nastaje i prvi koncept. Kako bi koncept postao novi proizvod, projektni lider i njegov tim se susreću sa kompleksnom situacijom za koju je potrebna kreativnost i improvizacija, kao i testiranje ideja, kako bi se pravovremeno reagovalo na promene. Dakle, postepeno se kreira znanje koje je neophodno, kako sa tehničkog aspekta, tako i sa aspekta zahteva korisnika. Kada korisnik prvi put kupi novi proizvod i upotrebi ga, kreće faza upoznavanja. Sa povećanjem broja korisnika proizvoda, sve je veće i znanje o proizvodu – faza poznavanja. Ako se ne nastavi sa unapređivanjem etabliranog proizvoda može doći do smanjenja interesa i prodaje, što, ujedno, izaziva pojavu negativnog haosa. Na osnovu prethodnog, Ottosson (2019) zaključuje da postoji pet faza u životnom ciklusu proizvoda: *pozitivni haos, kompleksna faza, upoznavanje, faza poznavanja* i *negativni haos*.



Slika 16. Proces od rađanja ideje za inovacijom do trenutka njenog povlačenja iz prodaje (adaptirano prema (Ottosson, 2019))

Ottosson (2019) naglašava da se upravljanje prvim trima fazama može metaforički predstaviti kao bacanje kockica, igranje pokera i igranje šaha (Slika 16). Ove metafore mogu lako poslužiti za različite situacije karakteristične za inovacione projekte, a povezane su sa nivoom strukturiranosti posmatranog dela projekta (Tabela 5).

Tabela 5. Razlika u strukturiranosti ranih faza inovacionih projekata (Ottosson, 2019)

Šah (need)	Poker (want)	Kockice (wish)
Planiranje unapred	Planirati kratkoročno, ali misliti dugoročno	Nije moguće planiranje
Posedovanje većine potrebnih informacija	Plaćati za nove informacije	Ne dobijaju se nove informacije
Znamo šta imamo i šta ima konkurencija	Usput se saznaje šta ima i dobija kompanija, a šta drugi	Nema uzročnog odnosa
Spore igre	Brze igre	Veoma brze igre
Niska sposobnost preuzimanja rizika	Veća sposobnost preuzimanja rizika	Veoma visok rizik
Često je nerešeno	Nekoliko mogućih pobednika	Stohastički izlaz

Gassmann & Schweitzer (2014) dele aktivnosti *FFE* na *rane* i *kasne*. Rane aktivnosti *FFE* uključuju identifikaciju problema ili šanse i prateće procese skrininga i evaluacije. U ovom delu se donose strateške odluke u vezi sa razvojem novog proizvoda. Kasne faze *FFE* obuhvataju sve aktivnosti koje se odnose na specifikaciju identifikovanih prilika i pronalaženje mogućih rešenja. Ove aktivnosti uključuju generisanje ideja, evaluaciju ideja, razvoj i evaluaciju koncepta. Jedan od najznačajnijih činilaca, za ovaj deo projekta, predstavlja uloga korisnika, imajući u vidu da je vrednost kojoj se teži namenjena baš njima.

Primarnim izlazima iz ranih faza inovacionih projekata mogu se smatrati (Khurana & Rosenthal, 1997):

1. *Koncept proizvoda* – jasan koncept usklađen sa zahtevima korisnika,
2. *Definicija proizvoda* – eksplicitna i stabilna,
3. *Projektni plan* – prioriteti, vremenski plan i plan resursa.

Kim & Wilemon (2002) predlažu sledeće izlaze iz ranih faza inovacionih projekata:

1. *Izbor i definisanje proizvoda i projekta* – jedan od najbitnijih ciljeva ranih faza je razumevanje projektnih zahteva i kreiranje jasno definisanog proizvoda. Da bi se to postiglo kompanije moraju efikasno upravljati predrazvojnim aktivnostima jer se aktivnosti u narednim fazama (od faze razvoja pa nadalje) realizuju na osnovu definicije proizvoda. Jasno definisan koncept proizvoda omogućava i jasno razumevanje potrebnog vremena, troškova, tehničke ekspertize, razvojnog tima, tržišnog potencijala rizika i organizacione podobnosti. Problemi koji se ne reše ovde preslikavaju se na kasnije faze projekta.
2. *Vremenska dimenzija* – ukupni troškovi ranih faza dominiraju u troškovima kašnjenja. Troškovi ranih faza su, uglavnom, viši nego što se očekuje. S obzirom na različitost aktivnosti koje se realizuju u ovom delu projekta, neophodno je identifikovati sve barijere kako bi se ubrzao proces.
3. *Ljudi* – značaj ljudi se često zanemaruje. Stav i akcije menadžmenta, uključujući podršku i nagrađivanje za vreme i nakon realizacije projekta, može da utiče na moral i ponašanje članova projekta.

4.2. Karakteristike ranih faza inovacionih projekata

Imajući u vidu da je životni ciklus proizvoda skraćen, te da se tehnologija i konkurentsko okruženje brzo menjaju, kompanije moraju ubrzano da kreiraju ili usvajaju novu tehnologiju i razvijaju nove proizvode, odnosno, moraju konstantno da preispituju zahteve korisnika i da im se prilagođavaju. Kako bi smanjile uticaj ovog izazova, kompanije sa velikom ozbiljnošću pristupaju

upravljanju ranim fazama inovacija. Kvalitet, troškovi i vreme se najvećim delom definišu za vreme ovog dela procesa (Tabela 6). Napor da se izvrši optimizacija ranih faza ne mora biti veliki, ali je zato efekat koji mogu ostvariti na celokupan inovacioni proces izuzetan. Zato su rane faze često okarakterisane kao jedna od najslabijih tačaka inovacija proizvoda (Herstatt & Verworn, 2007; Khurana & Rosenthal, 1997). U literaturi se mogu identifikovati tri osnovne karakteristike ranih faza (Takey & Carvalho, 2016):

1. Predstavlja početak razvoja inovacija,
2. Prethodi formalnom i strukturiranom delu razvoja inovacija,
3. Kraj ove faze karakteriše formalno odlučivanje o budućnosti projekta (prekid ili ulazak u razvoj).

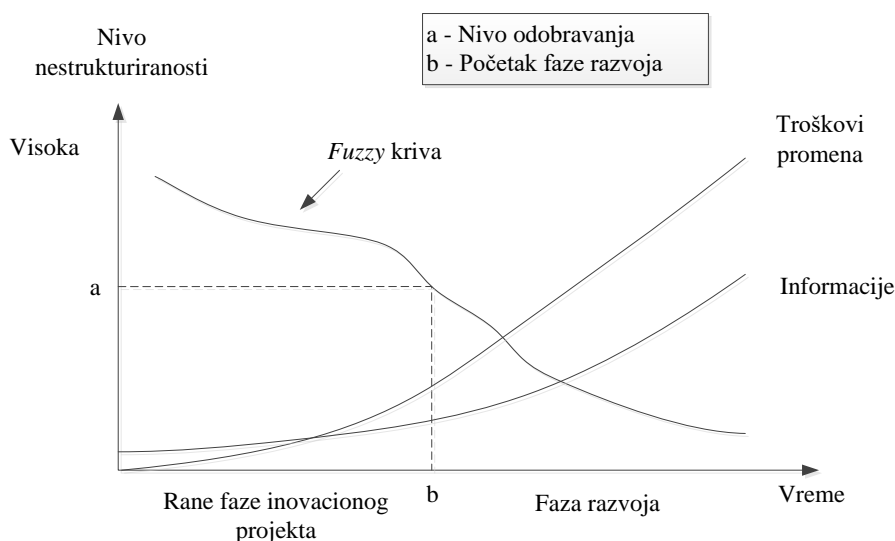
Studija koju su sprovedi Cooper & Kleinschmidt (1994) je pokazala da je ono što odvaja uspešne projekte, upravo, kvalitet realizacije ranih faza. Ranije u tekstu je spomenuto da su mnogi autori prepoznali rane faze kao kritičan faktor uspeha razvoja novog proizvoda (Slika 11). Cooper & Kleinschmidt (1988) su u studiji zaključili da se neznatna količina sredstava troši na aktivnosti ranih faza, tačnije, samo 6% novčanih sredstava i 16% uloženog rada.

Tabela 6. Razlike između ranih faza i faza razvoja novog proizvoda (Dewulf, 2013; Kim & Wilemon, 2002; Koen et al., 2001)

	Rane faze	Faze razvoja
Priroda posla	Eksperimentalan, često haotičan, težak za planiranje, „eureka“ momenat	Strukturiran, disciplinovan i ciljno orijentisan sa projektnim planom
Datum komercijalizacije	Nepredvidiv	Definisan
Budžet	Mali, promenljiv	Definisan budžet
Očekivani prihod	Često neizvesan, realizuje se sa mnogo spekulacija	Pouzdan, sa značajnijom sigurnošću, analizom i dokumentacijom kako se približava datum lansiranja
Aktivnosti	Individualne i timske sa ciljem minimizacije rizika i optimizacije potencijala	Multifunkcionalni razvojni tim
Mogućnost odbijanja ideja	Veoma moguće	Mnogo teže
Izlaz	Skica, koncept	Prototip
Stepen formalizacije	Nizak	Visok
Tim	Pojedinci ili mali projektni timovi	Potpuni razvojni tim
Format ideje	Probabilistički, <i>fuzzy</i> , promenljiv, moguće odbijanje	Određen, formalan, precizan
Informacije	Često kvalitativne, neformalne, aproksimativne	Kvantitativne, formalne, precizne
Uključivanje višeg nivoa menadžmenta	Ne postoji ili mala	Uglavnom velika
Mera progressa	Nivo definisanja koncepta	Ključni događaji

Na Slici 17. se može uočiti kretanje nestrukturiranosti (engl. *fuzziness*) jedne ideje koje se postepeno smanjuje sa napretkom inovacionog projekta. Kada se nivo nestrukturiranosti spusti na zahtevani nivo odobravanja (tačka *a* na grafiku) koji je specifičan za svaku kompaniju, počinje faza

razvoja (presek a i b). Nivo odobravanja je definisan kao tačka u kojoj menadžment odlučuje da se posveti razvoju novog proizvoda, odnosno, tačka kada se završavaju rane faze.



Slika 17. Obrazac kretanja nestrukturiranosti kroz inovacioni projekat (Kim & Wilemon, 2002; Verganti, 1997))

Stevens (2014) u svom radu naglašava da postoje tri faktora koja utiču na to da rane faze inovacionih projekata budu *fuzzy*:

1. neizvesnost,
2. dvosmislenost i
3. kompleksnost.

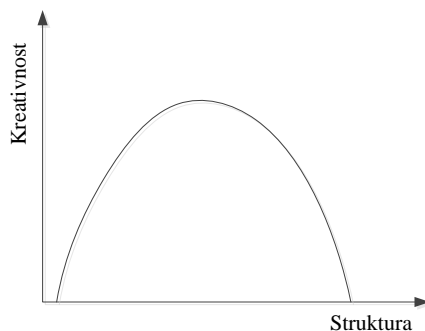
Neizvesnost se javlja kao posledica nedovoljno dostupnih informacija što otežava identifikaciju problema ili rešenja. Neke od strategija koje se mogu primeniti u ovom slučaju su bolje procesiranje informacija, organizacija multifunkcionalnih timova i uspostavljanje informacionih sistema koji olakšavaju komunikaciju. Jetter (2004) u svom radu razlikuje četiri tipa neizvesnosti, i to (1) tržišna neizvesnost, (2) tehnološka neizvesnost, (3) ekološka neizvesnost i (4) neizvesnost alokacije resursa. *Dvosmislenost* se javlja kao posledica različitih interpretacija istih činjenica, podataka i informacija. Kao potencijalne strategije reagovanja na ovakve situacije navode se sticanje kontekstualnog znanja, uzimanje eksterne ekspertize za interpretaciju, ponovno postavljanje okvira i komunikacionih kanala. *Kompleksnost* nastaje kao posledica interakcije velikog broja delova sistema.

Autori i stručnjaci iz prakse reagovali su na izazove neizvesnosti i međusobne zavisnosti kroz tri osnovne strategije: (1) skraćivanje vremena do lansiranja na tržište, (2) povećanje fleksibilnosti i (3) rano suočavanje sa problemom (engl. *front-loading of problem-solving*). Dok se skraćivanje vremena lansiranja i povećanje fleksibilnosti prvenstveno bave problemom neizvesnosti, rano suočavanje sa problemom se može smatrati pokušajem rešavanja problema međuzavisnosti (Jetter, 2003; Thomke & Fujimoto, 2000).

Skraćivanje vremena izlaska na tržište smanjuje rizik da se zahtevi korisnika i tehnologije proizvoda promene u periodu između definisanja koncepta proizvoda i izlaska proizvoda na tržište i njegove eksploatacije. *Povećanje fleksibilnosti* se postiže putem fleksibilnog dizajna i proizvodne tehnologije (npr. parametarska konstrukcija, brza prototipizacija, virtualne laboratorije) i putem modularne arhitekture proizvoda, kao i kroz paralelan rad na alternativnim konceptima proizvoda. Štaviše, fleksibilnost se može povećati tako što će se održati niska ulaganja i izdvojiti dovoljno vremena i novca za neizvesne aktivnosti za ispitivanje i učenje. *Rano suočavanje sa problemom* se bavi problemom međuzavisnosti anticipiranjem budućih ograničenja i prilika u najranijoj mogućoj tački vremena (Jetter, 2003).

4.3. Modeli ranih faza inovacionih projekata

Može se reći da u ranim fazama inovacionih projekata dolazi do konstantnog konflikta između kreativnosti i sistematizacije. Ova tvrdnja se može tumačiti sa aspekta postojanja visokog rizika i ne tako jasnog načina postavljanja i postizanja ciljeva. Dakle, značajno je organizovati rane faze tako da se pronađe balans između fleksibilnosti i kreativnosti, sa jedne strane, i strukture i birokratije, sa druge strane (Donnely, 2011).



Slika 18. Odnos kreativnosti i strukture (Donnely, 2011)

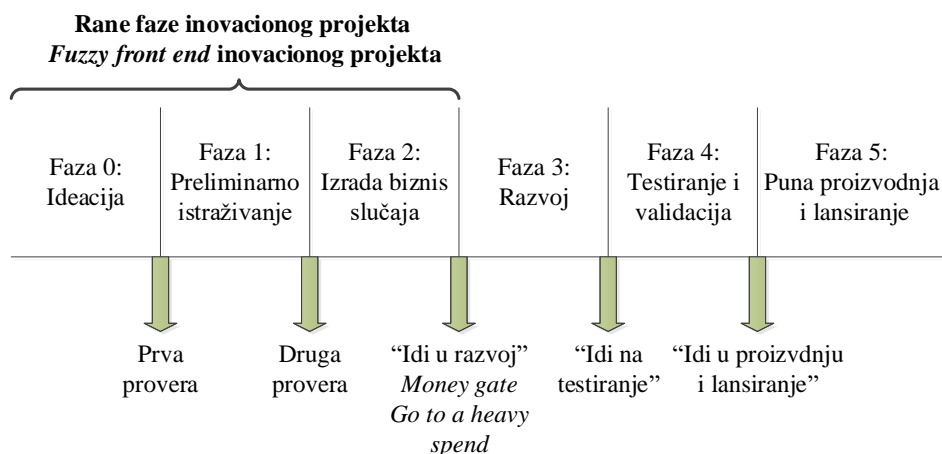
Na osnovu Slike 18. može se zaključiti da premalo, ali i previše strukture, negativno utiče na kreativnost. Kreativno rešavanje problema ne mora nužno biti haotično, već može proisteci iz dobre strukture i definisanih pravila. Deterministički kaos, kaos u kojem se kreativnost realizuje kroz formalan proces, se može smatrati preporukom s obzirom da omogućava zaposlenima da u potpunosti iskoriste svoj kreativni potencijal, bez ikakve smetnje i sa jasnim ciljevima i vremenskim okvirom (Brown & Eisenhardt, 1998; Quinn, 1985).

Iz prethodnog se može zaključiti da je efikasno upravljanje ranim fazama inovacionih projekata jedan od najvećih izazova u oblasti inovacija i inovacionih projekata. Tim povodom razvijeni su različiti konceptualni modeli za strukturiranje ovog dela projekta. Neki od modela koji predlažu strukturirani početni deo inovacionih projekata su:

1. Model „Faza-Kapija“,
2. Trofazni model ranih faza,
3. Model razvoja novog koncepta,
4. Faza istraživanja koncepta,
5. Integrisani proces ranih faza,
6. Holistički model ranih faza,
7. Novi model ranih faza.

4.3.1 Rane faze u modelu „Faza-Kapija“

Nove ideje generisane u fazi ideacije korišćenjem internih ili eksternih izvora, se ocenjuju i filtriraju u okviru faze *preliminarnog istraživanja* na osnovu kriterijuma, poput strateške pogodnosti, tržišne privlačnosti i tehničke izvodljivosti.

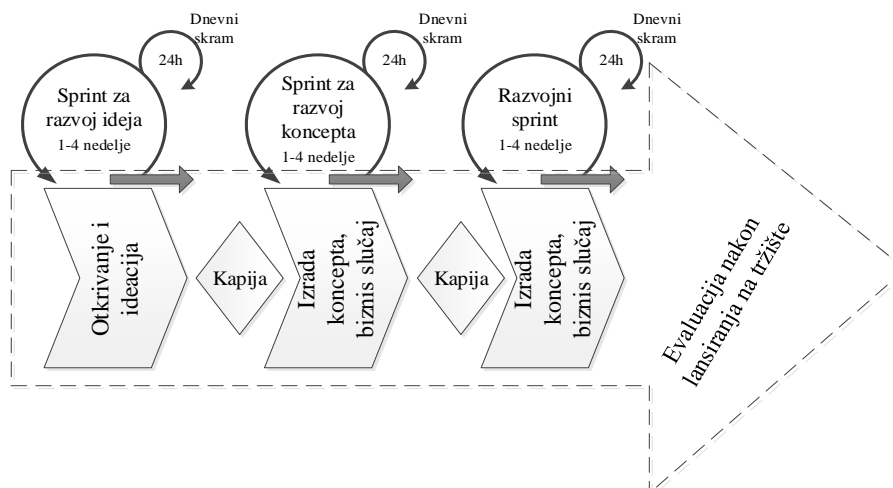


Slika 19. Rane faze u modelu „Faza-Kapija“ (adaptirano prema (Cooper, 2011))

U fazi 1 se definiše grubi elaborat o tržištu i tehničke prednosti koje se ocenjuju u kapiji 2. U fazi 2 se detaljno ispituju tehnologija, tržište i konkurencija i kreira se dokument biznis slučaj (definicija proizvoda, opravdanost i akcioni plan) koji predstavlja ključni izlaz iz ove faze. Kapija 3 (poznata i kao *Money gate* ili *Go to a heavy spend*) predstavlja krajnju tačku ranih faza, tačku kada se donosi odluka o ulasku definisanog koncepta u fazu razvoja (Slika 19) (Cooper, 2011).

4.3.2 Rane faze u agilnom „Faza-Kapija“ modelu

Agilni „Faza-Kapija“ model se, uglavnom, koristi u toku faza razvoja i testiranja, ali je pronašao primenu i u ranim fazama inovacionih projekata (ideacija, definisanje koncepta i izrada poslovnog slučaja). Slika 20. ilustruje ugradnju agilnih principa i skrama u ranim fazama.



Slika 20. Rane faze u agilnom „Faza-Kapija“ modelu (Vedsmann et al., 2016)

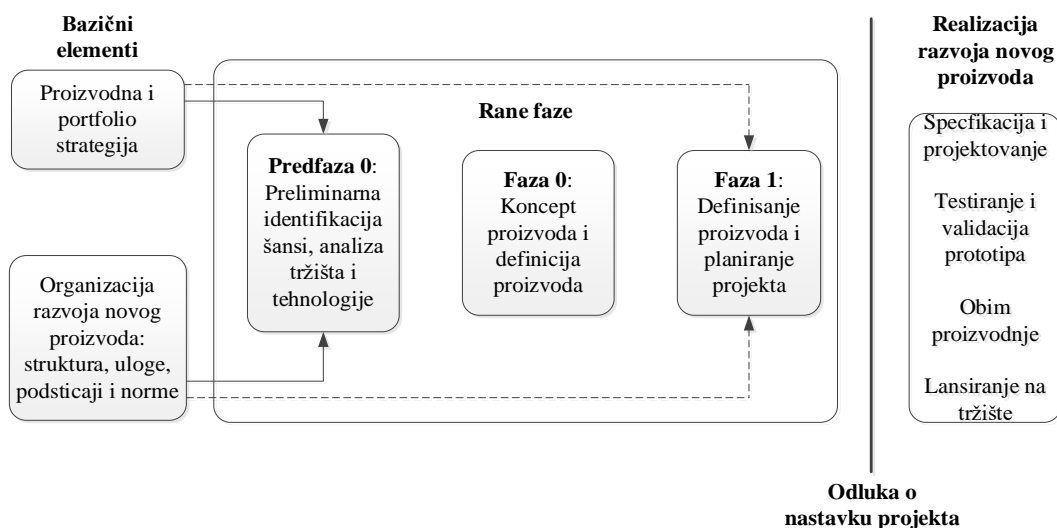
Iterativni sprintovi u ranim fazama uključuju sprint ideja i sprint koncepta, nakon čega sledi razvojni sprintovi. Svaka od ovih faza se sastoji od nekoliko sprintova pre nego što uđe u kapiju. Revizija sprinta, koja se radi za svaki sprint, u stvari predstavlja „malu kapiju“ u okviru koje se ocenjuje svaki inkrement realizovan sprintom. Nasuprot njima, svaka kapija omogućava detaljniju evaluaciju svih inkremenata realizovanih projektom do tog trenutka, kao i donošenje odluke o nastavku projekta.

Svaki od sprintova u okviru faze ideacije i kreiranja koncepta traje od jedne do četiri nedelja i sastoji se od aktivnosti koje se ponavljaju. Neka od značajnih upozorenja i dobrih praksi koje se postižu ovim pristupom su (Vedsmand et al., 2016):

- Pre prvog sprinta viši menadžment definiše viziju,
- Podrška višeg menadžmenta je neophodna za napredovanje projekta,
- Korisničke priče (engl. *user-stories*) su veoma značajne za prioritetnu listu želja (engl. *backlog*) u ranim fazama kada novo rešenje još uvek nije poznato. Korisničke priče predstavljaju vodič za inicijalni sprint ideja na dva načina:
 - Identifikuju potrebe korisnika i poslove koje treba uraditi (engl. *jobs-to-be-done*),
 - Ilustruju način na koji korisnici rešavaju izazove koristeći nova rešenja i koristi koje se dobijaju od rešenja.

4.3.3 Trofazni model ranih faza

Prema ovom modelu rane faze se mogu podeliti u tri dela: Predfaza 0, Faza 0 i Faza 1. Predfaza 0 zavisi od elemenata koji su specifični za projekat (definicija projekta, planiranje i koncept proizvoda), ali i od projektno nezavisnih aktivnosti, tzv. bazičnih elemenata. Ovi elementi predstavljaju značajan faktor koji utiče na kvalitet implementacije, kao i na efikasnost. Bazični elementi podrazumevaju jasno definisanu strategiju proizvoda i portfolija, kao i jasno definisane uloge, norme i strukturu za organizovanje razvoja proizvoda. U okviru Predfaze 0 vrši se potraga za šansama i idejama na osnovu analize tržišta i tehnologije i započinje se inovacioni projekat zajedno sa elaboratom koncepta koji treba pratiti u Fazi 0. U okviru Faze 0 sagledavaju se potrebe korisnika, segmenti tržišta, konkurentska i poslovna analiza. U Fazi 1 se procenjuju tehnološka i ekonomska izvodljivost koncepta proizvoda i planira se razvoj koncepta proizvoda. Finalno, menadžment odlučuje o nastavku ili prekidanju projekta (Khurana & Rosenthal, 1997).

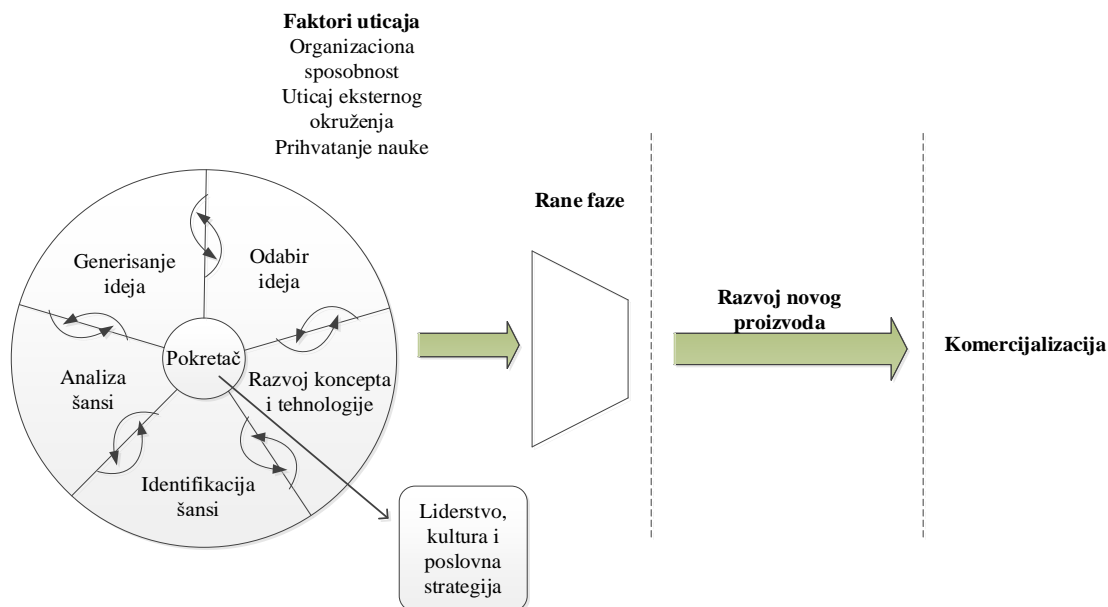


Slika 21. Trofazni model ranih faza (adaptirano prema (Khurana & Rosenthal, 1997))

Prednosti ovog modela se zasnivaju na dodatnim razmatranjima elemenata organizacionog okruženja. Smatra se korisnim alatom za vizualizaciju i strukturiranje aktivnosti ranih faza jer se ovim pristupom smanjuje nestrukturiranost i olakšava komunikacija. Slabe strane modela su nepostojanje povratne sprege, nepostojanje detaljnog opisa načina preliminarne identifikacije šansi i generisanja ideja, nedostatak fleksibilnosti (Khurana & Rosenthal, 1997).

4.3.4 Model razvoja novog koncepta

Koen et al. (2014) su predstavili model razvoja novog koncepta koji se sastoji iz tri dela: pokretač, elementi ranih faza i faktori uticaja (Slika 22). Najznačajnija karakteristika ovog modela jeste kružna i iterativna postavka elemenata ranih faza. Ne postoji nikakav redosled elemenata, već se oni mogu sprovoditi nasumično, paralelno ili uzastopno. Pokretač je sačinjen iz dva segmenta: organizacioni atributi i tim i kolaboracija (Koen et al., 2014).

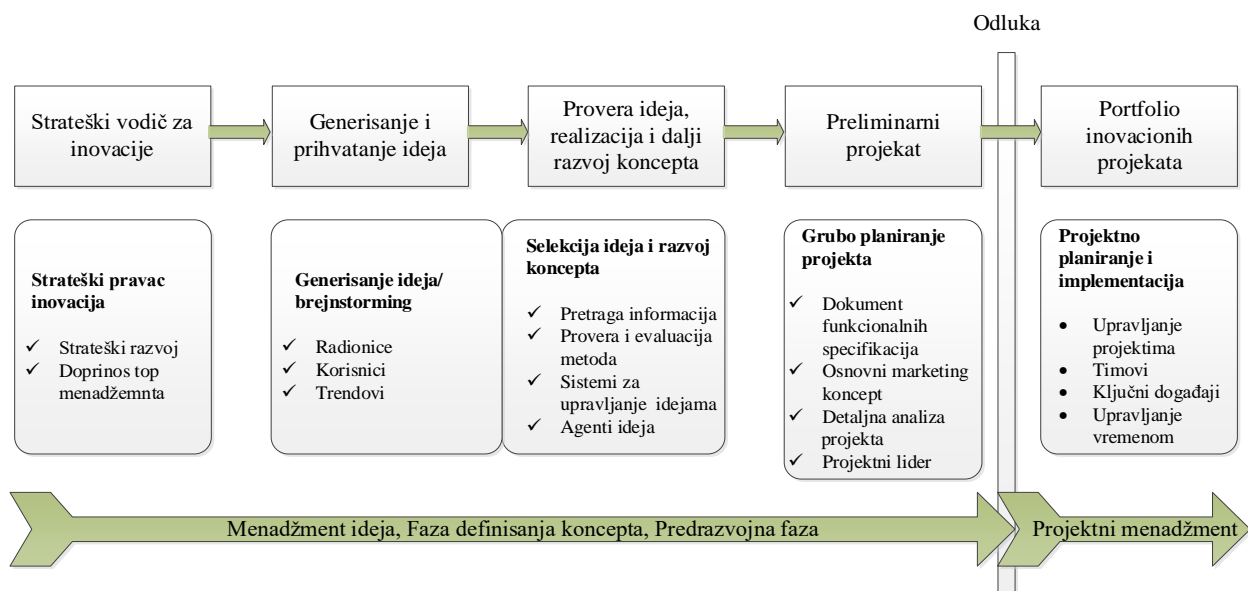


Slika 22. Model razvoja novog koncepta (adaptirano prema (Koen et al., 2001))

Ključne prednosti ovog modela su uključivanje svih faktora uticaja za kompaniju, stimuliše inovacije kroz faze koje nemaju obavezni redosled i podržava kako radikalne, tako i inkrementalne inovacije. S druge strane, ovo je model koji je apstraktan i teško ga je implementirati u poslovnom okruženju (Koen et al., 2014).

4.3.5 Faza istraživanja koncepta

Geschka (2006) u modelu koji je predstavio za upravljanje ranim fazama, ističe četiri uzastopne faze: generisanje koncepta, razvoj inovacionih elemenata, kreiranje tržišne spremnosti i uvođenje na tržište (Slika 23). Prva faza, kreiranje koncepta, predstavlja zaseban model. Prema njemu, rane faze započinju strateškom orijentacijom, odnosno, odlukom top menadžmenta da implementira inovacije. U narednim fazama ideje se generišu, prikupljaju, ocenjuju i vrši se selekcija. Sa razvojem ideje, koncept se pretvara u pretprojekat koji je povezan sa troškovima i svim inputima. Pretprojekat podleže detaljnoj analizi. Konačno, u kapiji odluke, bira se jedan pretprojekat koji će ući u proces razvoja proizvoda.

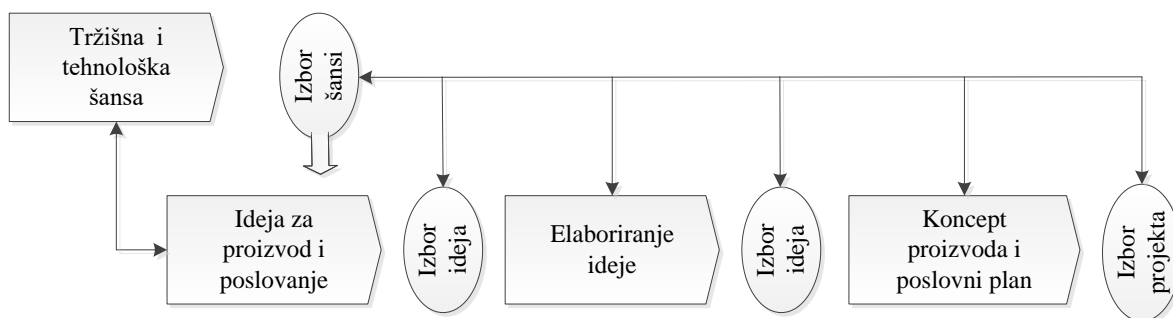


Slika 23. Faza istraživanja koncepta (adaptirano (Geschka, 2006))

Neke od prednosti modela su da je izgrađen na podršci menadžmenta, lako ga je implementirati i jednostavan je proces. S druge strane, nije fleksibilan, sekvencijalan je i ne postoje kapije, odnosno, tačke odlučivanja.

4.3.6 Integrisani model ranih faza

Integrisani model ranih faza se može opisati kao vodič ili kontrolna lista koja obezbeđuje sveobuhvatan pristup aktivnostima u ranim fazama, ali, u isto vreme, određuje i potreban prostor za kreativnost. Model se sastoji od tri faze koje su povezane filterom (Slika 24).

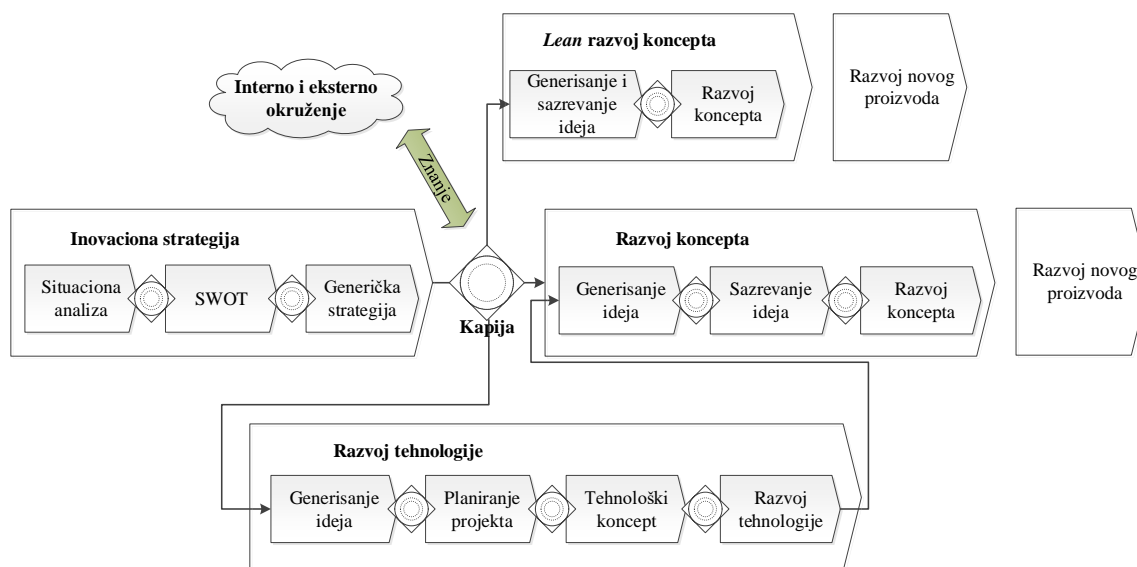


Slika 24. Integrisani model ranih faza (adaptirano prema (Sandmeier & Jamali, 2007))

U prvoj fazi se identifikuju tržišne i tehnološke šanse i definiše se inovaciona strategija koja je vrlo slična strategiji kompanije. Definiše se i cilj inovacije. Samo nekoliko šansi može da prođe u sledeću fazu koja se fokusira na generisanje, prikupljanje i evaluaciju ideja. Od izabranih ideja kreiraju se koncepti proizvoda i poslovni plan. Ključne prednosti ovog modela su uključivanje znanja korisnika u sve faze, kreativnost i struktura, konstantna unapređenja putem povratne sprege. S druge strane, model može biti kompleksan, težak za implementaciju i zahteva jasno definisane komunikacione strukture (Sandmeier & Jamali, 2007).

4.3.7 Holistički model ranih faza

Gaubinger & Rabl (2014) su razvili holistički model koji pravi balans između strukture i kreativnosti i predstavlja skalabilan procesno orijentisan okvir za strukturiranje ranih faza inovacionih procesa (Slika 25). Modul inovaciona strategija obuhvata tri faze koje se odnose na identifikaciju strateški orijentisanih šansi na tržištu. Razvoj tehnologije je integrisan kao ključni modul ovog okvira. Ovaj okvir omogućava skalabilan proces koji uključuje dva različita procesa za razvoj koncepta. Broj faza kroz koje prolazi projekat je povezan sa visinom rizika. Ipak, odluka u kapiji zavisi od stepena novine i rizika potencijalnog projekta.

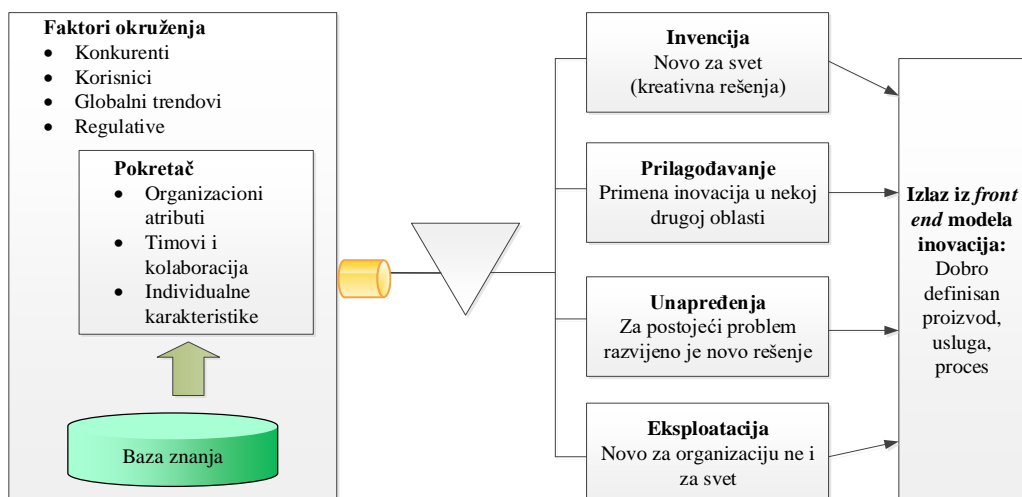


Slika 25. Holistički model za upravljanje ranim fazama (adaptirano prema (Gaubinger & Rabl, 2014))

Prednosti ovog modela se odnose na integraciju strategije, skalabilnost modela, otvorenost ka eksternim relacijama, povratnu spregu i *fuzzy* kapije, a nedostaci na kompleksnost prilikom evaluacije u kapijama, kompleksnost celog modela i mogućnost ranog odustajanja od projekata.

4.3.8 Novi model ranih faza

Donnellan et al., (2015) su u svom radu predložili novi, integrisani model za upravljanje ranim fazama. Ključni faktor uspeha ovog modela jeste matrica znanja o inovacijama (engl. *Knowledge innovation matrix*) koja predstavlja prizmu za identifikaciju i uspostavljanje razlike između kategorija inovacija na osnovu ciljeva i karakteristika inovacionog projekta (Slika 26).



Slika 26. Integrisani model ranih faza inovacionog procesa (Donnellan et al., 2015)

Može se reći da je ovaj model baziran na modelu razvoja novog koncepta i matrici znanja o inovacijama.

4.4. Ključne aktivnosti ranih faza inovacionih projekata

Verganti (1997) navodi da rane faze inovacionih projekata predstavljaju faze kada dolazi do kreiranja koncepta proizvoda, specifikacije proizvoda, kao i osnovne odluke u vezi sa projektom u smislu arhitekture proizvoda, ključnih komponenata, tehnologije procesa i organizacije projekta. Ullman (2010) i Ulrich & Eppinger (2015) smatraju da su rane faze deo veće faze projektovanja i da uključuju faze identifikovanja potreba, planiranja procesa projektovanja, razvoja specifikacija, razvoja koncepta (konceptualni dizajn).

U daljem delu teksta su predstavljena tri elementa koja se najčešće navode, kako u različitim definicijama ranih faza, tako i u modelima za upravljanje ranim fazama.

4.4.1 Generisanje ideja – Ideacija

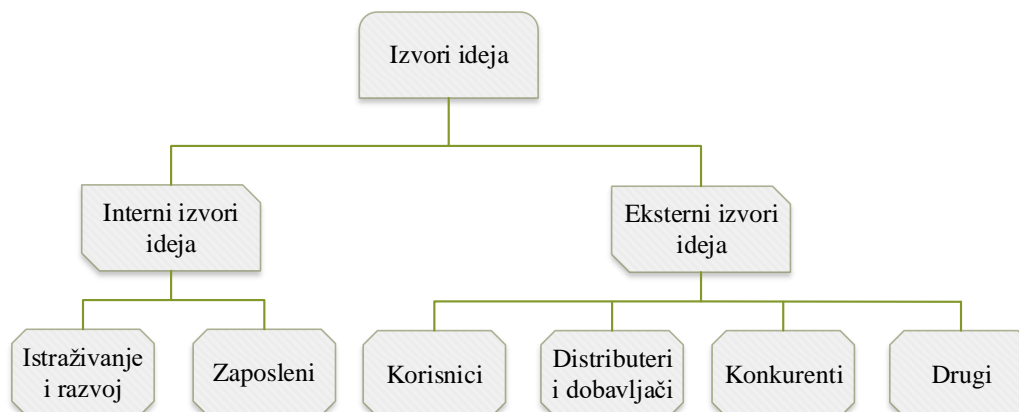
Kako se može videti u modelima za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata, jedna od prvih i nezaobilaznih faza ovog modela je ideacija. Najšire posmatrano, polazište procesa pronalazanja ideje predstavlja razliku između stvarnog stanja i planiranog stanja. Dakle, proces započinje identifikacijom poslovnih prilika putem analize poslovnog okruženja, a zatim se primenjuje strategija rešavanja problema koja rezultuje idejom. U zavisnosti od strategije rešavanja problema, ideje se mogu dobiti na dva načina (Gassmann & Schweitzer, 2014; Vahs & Brem, 2013):

1. *Prikupljanje ideja* (engl. *collection of ideas, idea gathering*) – postojeće ideje se prikupljaju iz različitih izvora koji mogu biti interni i eksterni (korisnici, dobavljači, zaposleni, konkurenti i dr.). Dakle, pretpostavka je da za većinu problema postoji rešenje koje je već neko smislilo. Takva rešenja treba sistemski prikupljati.
2. *Generisanje ideja* (engl. *generation of ideas*) – u ovom procesu se razvijaju ideje koje prethodno nisu bile dostupne kompaniji, i to korišćenjem različitih kreativnih tehnika i alata. Proces može podrazumevati kreiranje potpuno novih ideja, kao i dalju razradu i prilagodavanje postojećih proizvoda i strategija za rešavanje problema.

U praksi, dva načina dobijanja ideja se obično sprovode paralelno ili na komplementaran način, a sve sa ciljem povećanja obuhvata ideja. Verovatnoća pronalaska kvalitetnih ideja eksponencijalno

raste sa brojem različitih izvora. Gilson & Litchfield (2017) govore o značaju iskorišćavanja različitih izvora ideja. Činjenica je da generisanje ideja, te korišćenje različitih izvora, nudi veliki potencijal za inovativna rešenja koja značajno doprinose budućnosti kompanije. Istraživanja su pokazala da postoji jaka relacija između broja ideja i verovatnoće pronalaza korisnih ideja (Gilson & Litchfield, 2017).

Najšire posmatrano izvori ideja se mogu podeliti u dve grupe na *interne* i *eksterne* izvore (Slika 27).



Slika 27. Interni i eksterni izvori ideja

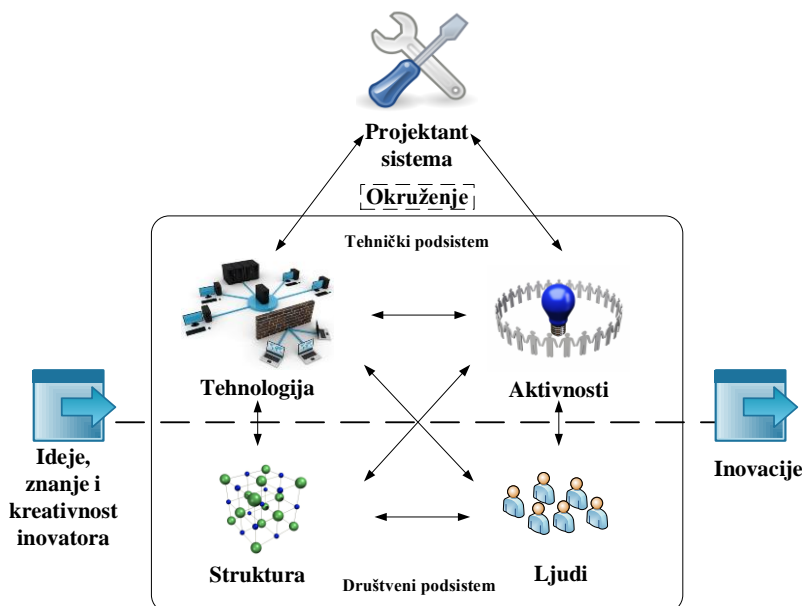
Interni izvori ideja podrazumevaju izvore koji nastaju unutar organizacije, pre svega, od strane zaposlenih i istraživačko-razvojnog odeljenja. Ideje koje predlažu zaposleni su, uglavnom, inkrementalne prirode, odnosno, utiču na unapređenje procesa, dok ideje koje potiču iz istraživačko-razvojnog odeljenja mogu biti i radikalne. Eksterni izvori ideja podrazumevaju prikupljanje ideja koje su generisane izvan okvira kompanije. Najčešći eksterni izvori su korisnici, dobavljači, distributeri, konkurenti, patentne informacije i dr. Izlazak van granica kompanije, bilo da je u pitanju generisanje ideja ili potrebe bilo koje druge faze inovacionog procesa, predstavlja koncept otvorenih inovacija (Chesbrough, 2003a).

4.4.1.1 Platforme za otvorenu ideaciju

Jedan od glavnih faktora koji je uticao na kompanije da kreiraju nove ekosisteme (u smislu povezivanja sa kompanijama i pojedincima koji su uključeni u proces kreiranja vrednosti), je razvoj interneta (Ringel, Baeza, & Manly, 2019). Digitalno doba je omogućilo potpuno drugačiji pristup generisanju i prikupljanju novih ideja, deljenju informacija i znanja. Shodno tome, kompanije konstantno preispituju svoje poslovanje sa ciljem povezivanja sa različitim eksternim relacijama. Današnji inovacioni ekosistemi zahtevaju kompletno nove pristupe u kojima kompanije ciljano teže eksternom generisanju ideja (Chesbrough, 2006; Chesbrough, 2003; Chesbrough, 2010; Von Hippel, 2005). Ovo podrazumeva primenu nove kulture koja je orijentisana prema pronalazačima rešenja (engl. *solution finders*), pre nego prema onima koji rešavaju problem (engl. *problem solvers*). Ovaj pristup je nastao sa pojavom otvorenih inovacija koje se, kako je ranije rečeno, mogu opisati kao kombinacija internog i eksternog generisanja ideja, ali i internih i eksternih puteva plasmana na tržište sa ciljem unapređenja inovativnih rešenja (Chesbrough, 2003).

Jedan od pristupa koji podrazumeva uključivanje eksternih eksperata u poslovanje, deljenje ekspertskog znanja, kao i uključivanje korisnika u proces inovacija, predstavlja razvijanje *platformi za otvorene inovacije* (engl. *open innovation platforms*). Neprekidan tok ideja koji generišu profesionalni inženjeri, marketing stručnjaci, dizajneri, potencijalni korisnici, je neophodan da bi organizacija bila konkurentna. Kao posledica toga, nedavno se pojavio veliki broj *online* platformi za otvorene inovacije koje su poznate i kao *sistemi kolektivne inteligencije* (engl. *collective intelligence*

systems) (Malone, Laubacher, & Dellarocas, 2010). Inovaciona zajednica može poslužiti kao baza pronalazača rešenja koji se često nazivaju i inovatorima. Platforme za otvorene inovacije predstavljaju alat baziran na informacionim tehnologijama koji olakšava primenu otvorenih inovacija, odnosno, uključivanje potencijalnih učesnika, tzv. inovatora u inovacioni proces. Sa tehničkog aspekta, platforme predstavljaju virtuelno okruženje koje služi kao infrastruktura za razmenu informacija (Slika 28). Većina njih je u formi *web* platformi sa interfejsom za interakciju sa korisnicima. Dakle, kako bi funkcionisala, platforma mora da sadrži odgovarajući hardver (server), softver (izvorni kod platformi i *web* servera) i internet uslugu. Prema tome, platforme za otvorene inovacije se mogu definisati kao virtuelno okruženje koje obezbeđuje digitalne usluge sa namerom kreiranja inovacija, obezbeđujući podsticaj inovatorima u pogledu vremenske i prostorne nezavisnosti (Hallerstede, 2013; Milutinović, Stošić, & Štavljanin, 2018).



Slika 28. Dizajn platformi za otvorene inovacije (Hallerstede, 2013; Milutinović, Stošić, & Štavljanin, 2018)

Postoje različiti tipovi platformi za otvorene inovacije (Hallerstede, 2013):

1. Inovaciona takmičenja (engl. *Innovation Contest*)
2. Inovacione zajednice (engl. *Innovation Community*)
3. Tržište inovacija (engl. *Innovation Marketplaces*)
4. Inovacioni set alata (engl. *Innovation Toolkits*)
5. Tehnologije za inovacije (engl. *Innovation Technologies*).

Inovaciona takmičenja imaju dugu tradiciju i uticala su na razvoj, kako industrije, tako i društva. Jedan od ranih primera ovog vida poslovanja je bilo takmičenje koje je organizovao *Fredkin Prize for Computer Chess* 1997. godine, koji je davao nagradu od 100 hiljada dolara onome ko napravi softver koji će moći da pobeđi Garija Kasparova, tadašnjeg velemajstora u šahu (Bullinger & Moeslein, 2010; Hallerstede, 2013). Primena inovacionih takmičenja doživljava uspon sa razvojem informacione tehnologije, prevažadno interneta, koji je omogućio *online* takmičenja. U današnje vreme, velika brzina internet protoka omogućava pojedincima, kompanijama, javnim preduzećima, nevladinim organizacijama da organizuju ovaj oblik takmičenja (Piller & Walcher, 2006). Takmičenje započinje kada organizator postavi otvoreni izazov/problem na platformu. Učesnici zatim razrađuju i dostavljaju rešenja za vremenski period koji je unapred definisan. Nakon toga, grupa eksperata ili drugi inovatori, vrše evaluaciju doprinosa. Rezultati evaluacije se koriste za određivanje pobjedničke ideje koja dobija nagradu (Haller, Bullinger, & Moeslein, 2011).

Za razliku od takmičarskog pristupa kod inovacionog takmičenja, *inovaciona zajednica* se okuplja kako bi zajednički kreirala inovativno rešenje. Članovi zajednica diskutuju o novim idejama za proizvode i usluge, odnosno, o pitanjima kako da ih unaprede. Interesovanje da se bude član zajednica zavisi od samih karakteristika zajednice kao što je jezik, netikecija, norme i individualna motivacija (Hallerstede, 2013). Zajednice mogu da implementiraju karakteristike inovacionog takmičenja postavljanjem izazova unutar zajednice. U tom slučaju, izazov nosi manju nagradu, vrlo često i nema nagrade, kako se ne bi narušio duh saradnje među članovima zajednice. Članovi *online* zajednice mogu da učestvuju u svim fazama jednog inovacionog projekta, od ideacije i selekcije ideja, preko definisanja dizajna i izrade prototipa, do izrade celokupnog rešenja. Primer za uključivanje *online* zajednice u inovacioni proces je kompanija Audi i razvoj Audi *infotejment* sistema. Kompanija ima veliku brend zajednicu i organizuje virtuelne sastanke kojima mogu svi da pristupe putem oficijelnog sajta kompanije, nekomercijalnih sajtova kao što su Audi klubovi, diskusionih grupa i drugih virtuelnih zajednica namenjenih ljubiteljima automobila (Füller, Bartl, Ernst, & Mühlbacher, 2006).

Tržište inovacija pruža mogućnost postavljanja izazova za koje inovatori mogu da daju predloge rešenja ili obrnuto, inovatori postavljaju rešenja za određene probleme sa ciljem pronalazjenja nekoga kome je to rešenje potrebno. U ovom slučaju inovaciona platforma je posrednik između organizatora, koji postavlja izazov na platformu i zajednice (inovatori) koja daje predloge rešenja za definisane izazove. Organizatori garantuju inovatoru da će isplatiti nagrade od koje posrednici (platforma) uzimaju procenat. Pojedinačni projekat u okviru tržišta inovacija, može se posmatrati kao inovaciono takmičenje (Hallerstede, 2013). Jedno od najpoznatijih tržišta inovacija je platforma *InnoCentive*⁴ koja predstavlja virtuelnu mrežu za saradnju između kompanija, istraživačkih organizacija, univerzitetskih laboratorija i slobodnih naučnika. Kompanije kojima je potrebna pomoć za rešavanje određenog problema, postavljaju izazov za koji su spremni da daju određenu nagradu. *InnoCentive* ima ulogu brokera koji olakšava saradnju, definiše prava intelektualne svojine i garantuje isplatu nagrade. Ideja platforme je da obezbedi saradnju između onih koji postavljaju izazov (engl. *seekers*) i onih koji rešavaju izazove (engl. *solvers*). Trenutno ima preko 380 hiljada registrovanih pronalazača iz preko 200 različitih zemalja i preko 2 hiljade izazova. Nagrade se kreću u rasponu od 0 do 1 miliona dolara.

Inovacioni set alata obezbeđuje virtuelno okruženje sa ograničenim prostorom u kome inovatori mogu da kreiraju inovativna rešenja za definisani proces. Inovatori ne moraju da imaju posebna znanja iz oblasti. Inovacioni set, s jedne strane, limitira kreativnost inovatora postavljanjem ograničenja, dok s druge strane, podstiče kreativnost davanjem impulsa u onom pravcu gde se očekuje doprinos (Hallerstede, 2013). Inovatori obezbeđuju doprinos organizatorima koji se može smatrati i jednim oblikom prototipa. Dobar primer za ove platforme je bila *Miadidas* platforma.

Inovativne tehnologije omogućavaju implementaciju ideja. Ovaj tip platformi predstavlja interfejs za prenos određenog dizajna do uređaja za brzu prototipizaciju, kao što su 3D štampači, 3D skeneri ili laseri. Inovatori su u mogućnosti da generišu opipljive prototipe iz svog kastomizovanog dizajna. Ovi prototipi imaju višestruke namene u inovacionom procesu. Specifičnosti i rezultati inovativne tehnologije su korak više u odnosu na rezultat platformi inovacionog seta alata, imajući u vidu da se virtuelni prototipi pretvaraju u fizičke korišćenjem novih tehnologija. Dakle, glavni fokus ovih alata je faza implementacije. Primeri ovih platformi su: *Ponoko*, koji nudi mogućnost kreiranja i distribucije kastomizovanog dizajna korišćenjem konfiguratora, *eMachineShop* za proizvodnju metalnih prototipa od podataka iz programa *CAD*, *ShapeWays* za proizvodnju prototipa korišćenjem različitih materijala (Bullinger, Hoffmann, & Leimeist, 2011).

U zavisnosti od tipa platforme razlikuju se atributi (elementi dizajna) koji su karakteristični i koji moraju biti razmatrani prilikom implementacije ovakvog pristupa inovacijama (Tabela 7).

⁴ <https://www.innocentive.com/>

Malone, Laubacher, & Dellarocas (2010) su u svom radu identifikovali osnovne elemente (engl. *building blocks*) ili genome, kako ih još nazivaju, koji se mogu koristiti za opisivanje *online* platformi namenjenih kolektivnoj inteligenciji. Za klasifikaciju genoma koriste četiri pitanja *Šta treba uraditi? Ko to radi? Zašto to rade?* i *Kako to rade?*, odnosno, da bi se izgradio sistem kolektivne inteligencije (inovaciona platforma) koji bi trebalo da ispuni očekivanja organizatora, menadžeri postavljaju pitanja i daju odgovore na njih (Malone, Laubacher, & Dellarocas, 2010). Za razliku od ovog pristupa, Bullinger & Moeslein (2010) su identifikovali okvir od deset elemenata dizajna koji karakterišu inovaciono takmičenje, a koji su u mnogim kasnijim radovima prihvaćeni kao okvir i za druge tipove inovacionih platformi (Tabela 7).

Tabela 7. Atributi platformi za otvorene inovacije (Bullinger & Moeslein, 2010; Malone et al., 2010; Milutinovic, Stošić, & Đorđević Milutinović, 2020; Milutinović, Stošić, & Štavljanin, 2018)

Pitanja (Malone et al., 2010)	ELEMENTI DIZAJNA (Bullinger & Moeslein, 2010)	VREDNOSTI ELEMENATA DIZAJNA (vrednosti atributa)					
Šta?	Specifikacija problema – prostor za koji se mogu davati doprinosi	Široka (otvorena tema)		Definisana		Jasna specifikacija	
	Stepen razrade – zahtevani nivo razrade predloženih rešenja	Ideja	Skica	Koncept	Prototip	Rešenje	Razvoj
Ko?	Medij – okruženje	Online		Kombinacija		Offline	
	Ciljna grupa – opis učesnika	Definisana			Nedefinisana		
	Organizator – entitet koji organizuje platformu za otvorene inovacije	Kompanija	Javna organizacija	Neprofitna organizacija		Pojedinaac	
	Način učešća – broj osoba koje čine entitet učesnika	Pojedinaac		Tim		Oba	
Zašto?	Motivacija – podsticaj za učestvovanje	Novčana		Nenovčana		Kombinacija	
Kako?	Vreme trajanja	Kratko	Veoma kratko		Dugo		Veoma dugo
	Alat za interakciju	Inovaciono takmičenje	Inovaciona zajednica	Tržište inovacija	Inovacioni set alata	Kombinacija	
	Evaluacija – metoda koja omogućava rangiranje doprinosa	Ocena eksperata	Ocena korisnika	Samocenjivanje		Kombinacija	

Kao što se može videti iz prikazane tabele pristupi se preklapaju, odnosno, pitanja koja su definisali (Malone et al., 2010) mogu se direktno povezati sa određenim elementima dizajna platformi koje su definisali (Bullinger & Moeslein, 2010).

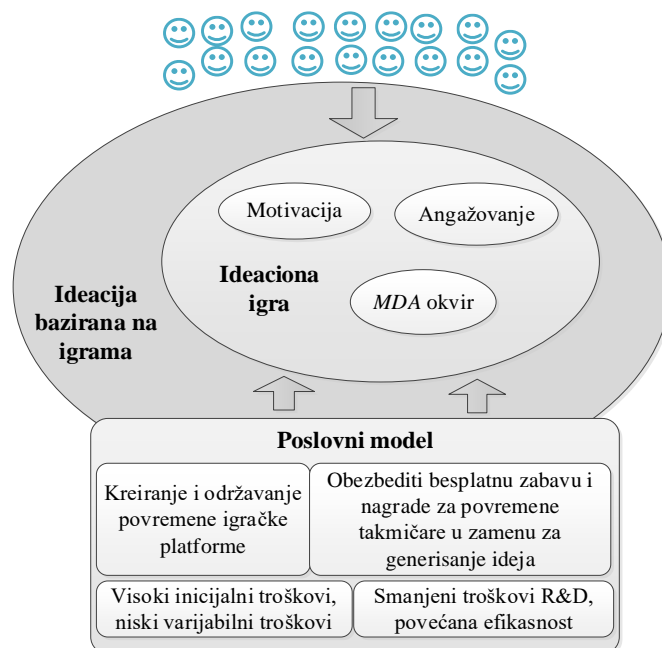
4.4.1.2 Kolaborativno generisanje ideja bazirano na gamifikaciji

Današnji integrativni modeli inovacionog procesa se zasnivaju na vezi kompanije, strategije i okruženja, te kreiranju mreže gde se ljudi okupljaju i dele ideje i inovativna rešenja. Uzevši u obzir česte navode da dobra ideja vredi više od sredstava za proizvodnju, kompanije su primorane da menjaju poslovanje kako bi iskoristile raznovrsnost koju nudi gomila (engl. *crowd*) (Burke, 2014). Evidentno je da dominacija digitalne tehnologije rezultuje potpuno novim načinima poslovanja. Upravo jedan od novih načina poslovanja je korišćenje digitalnih platformi za otvorene inovacije.

Witt (2017) u svom radu objašnjava da organizacije koje žele da implementiraju platforme moraju da se suoče sa dva međupovezana izazova, i to (1) kako motivisati nekoga da učestvuje i (2) kako inspirisati učesnike da generišu kreativne ideje. Jedna od aktivnosti koja doprinosi povećanju motivacije, osećaja učestvovanja i uključenosti, je igra. Realna primena igre u okviru *online* platformi za otvorene inovacije se ostvaruje korišćenjem mehanizama igre, odnosno, gamifikacijom. Primenjena na ideaciju, gamifikacija može da posluži kao faktor motivacije ljudima da podele svoje ideje sa zajednicom i da glasaju za najbolje. Gamifikacija predstavlja efikasan alat koji doprinosi

kolaborativnom *crowdsourcing* pristupu inovacijama kojim se pozivaju ljudi da se udruže i učestvuju u nečemu što ima više ciljeve od pojedinačnih. Različiti elementi igre kao što su *poeni*, *rang liste*, *bedževi* (popularno *PBL – points, badges and leaderboards*) mogu uticati na uspeh implementacije platformi za otvorene inovacije.

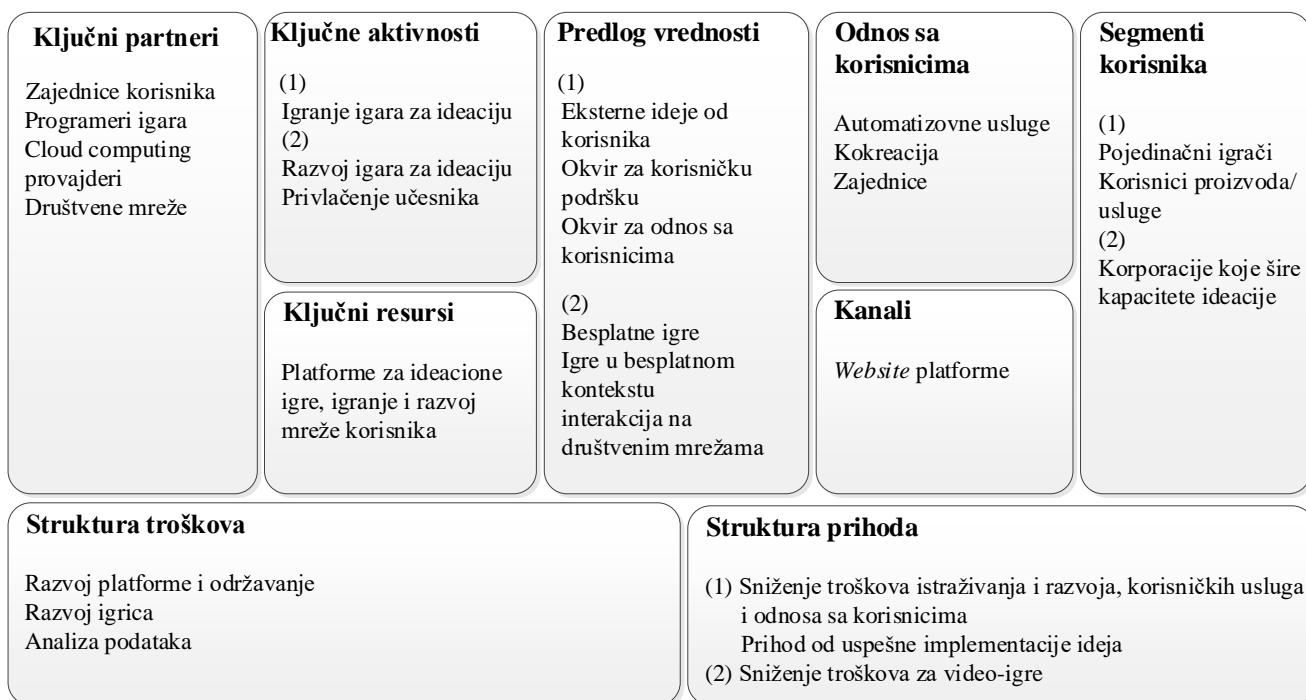
Osnovni elementi koje moramo uzeti u obzir prilikom implementacije ovakvog pristupa su motivacija potencijalnih učenika, angažovanje učesnika (engl. *engagement*) i sredstava za postizanje ciljeva ideacije, tzv. *MDA okvir* (*Mechanics, Dynamics and Aesthetics*) (Hunicke, Leblanc, & Zubek, 2004). Stoga, u radu (Milutinović, Stošić, Čudanov, & Štavljanin, 2018) je predstavljen jedan integrisani pristup za ideaciju baziranu na igrama koji uključuje pomenute elemente kao deo igračkog razmišljanja (engl. *game thinking*); koncept otvorenih inovacija koji je neophodan za angažovanje inovacione zajednice ili *crowdsourcing*; i poslovni model kao neophodni element za uspešnu difuziju koncepta i kreiranje vrednosti (Slika 29).



Slika 29. Ideacija bazirana na igri i otvorenim inovacijama (Milutinović, Stošić, Čudanov, & Štavljanin, 2018)

Sa ciljem ilustracije koncepta datog u radu (Milutinović, Stošić, Čudanov, & Štavljanin, 2018) predstavljeno je nekoliko primera iz prakse korišćenjem okvira poslovnog modela (Slika 30). Poslovni model je važan za organizovanje, stvaranje i isporuku vrednosti inovacija. Shodno tome, on se može smatrati neizostavnim delom integrisanog pristupa za kolaboraciju koji ima za cilj da obezbedi da predloženi pristup ideaciji bude održiv i profitabilan za sve učesnike. Za predstavljanje koncepta korišćen je šablon koji su razvili (Osterwalder & Pigneur, 2010). Šablon se sastoji od devet gradivnih elemenata: *segment korisnika*, *predložena vrednost*, *kanali distribucije proizvoda*, *odnosi sa kupcima*, *tokovi prihoda*, *ključne aktivnosti*, *ključni partneri* i *struktura troškova*.

U ovom slučaju poslovni model za ideaciju baziranu na igrama se zasniva na dva povezana *segmenta korisnika* (1) pojedinačni igrači i (2) korporacije koje šire kapacitete ideacije. Sa efikasnom platformom broj korisnika značajno raste postizanjem efekta mreže. Kanal za komunikaciju dva segmenta korisnika predstavlja gamifikovana platforma. U konkretnom slučaju, takva platforma bi trebalo da ponudi igre ideacije sa ciljem da privuče definisane grupe korisnika.



Slika 30. Poslovni model za ideaciju baziranu na igrama i otvorenim inovacijama (Milutinović, Stošić, Čudanov, & Štavljanin, 2018)

Samsung Nation je jedan od primera primene sličnog modela koji je gamifikovan sa idejom postizanja lojalnosti i upravljanja odnosima sa korisnicima. Još jedan primer je *website Innocentive.com* koji je jasan primer ideacije i otvorenih inovacija, ali je primena gamifikacije rudimentarna, sa jednostavnim takmičenjima gde je uvek jedan pobednik. Italijanski proizvođač motora *Ducati* je uspešno sproveo mobilizaciju neformalne grupe koja deli znanje i inicira procese učenja i dizajna. Njihova platforma za kolaboraciju je privukla više od 160 hiljada fanova koji aktivno učestvuju u razvoju novih proizvoda kroz kreativnost i učenje (Sawhney, Verona, & Prandelli, 2005). Direktna primena ovog modela ideacije je *Quirky*, kompanija sa 1,2 miliona inovatora. *Quirky* je unapredio poslovni model nakon što je 2016. godine proglasio bankrot. Razlika predstavljenog modela u odnosu na postojeće je u korišćenim alatima, tačnije, dati model predlaže korišćenje razvijenijih igara, a ne samo korišćenje poena, bedževa i rang lista. Dobar primer ovakvog tipa igara kao predlog vrednosti za učesnike ideacije, je *Foldit* igrica.

Kada je u pitanju element *predlog vrednosti*, neophodno je dizajnirati igru koja će korisnicima omogućiti da izraze kreativni potencijal ili priliku da reše neki konkretan problem koji je postavila kompanija, ali u kontekstu igre. Na primer, *sandbox* tip video igara može da obezbedi korisnicima realističan alat za modifikovanje njihovih virtuelnih automobila čime, u stvari, oni generišu ideje za dizajn automobila, što može da predstavlja predlog vrednosti za kompaniju (primer *EA Need for Speed* igrica). Dizajn kome zajednica da najveći broj glasova, razvojni tim kompanije uzima u dalje razmatranje. Svi ostali tipovi podataka koje su kreirali korisnici, takođe, mogu poslužiti kao izvor novih ideja. Putem platforme koja okuplja veliki broj korisnika koji kokreiraju vrednost, mogu se obezbediti i usluge podrške korisnicima i *odnosa sa korisnicima* za konkretan projekat.

Ključne aktivnosti za igrače se odnose na igranje i razvijanje igara za ideaciju koje bi kompanija isporučivala korisnicima. *Ključni resursi* bi u ovom slučaju bili platforma za razvoj ideacionih igara, privlačenje korisnika i omogućavanje igre, kao i skup korisnika igrača. Ovakve platforme su u povoju i koriste se u različitim poslovnim kontekstima. *Ključni partneri* su zajednica korisnika i društvene mreže, programeri igrica – obezbeđuju kanal za distribuciju, provajderi usluga *cloud computing* – obezbeđuju infrastrukturu. Deo modela koji se odnosi na finansije se sastoji iz dva dela – *struktura troškova* i *struktura prihoda*. Troškovi se odnose na razvoj i održavanje platforme, razvoj igara i

analizu podataka. Troškove bi trebalo pokriti redukcijom troškova istraživanja i razvoja i prihodom od uspešne komercijalizacije ideja.

Predloženi poslovni model predstavlja jednu moguću aplikaciju ideacije zasnovane na igrama. On se može promeniti ako postoji potreba za drugim vrednostima i interakcijama grupe ili da preraste u multilateralnu platformu. Programeri igara mogu da koriste „freemium model“, gde se može pristupiti velikom broju igrača nudeći „lite“ verziju igrice besplatno. Nakon toga mogu dobijati naknadu za unapređenja igrice prodajom komercijalnih verzija. Takođe, kompanije mogu ponuditi igračima procenat od dobiti za implementaciju ideja koje su kreirane na ovaj način. Ovakav biznis model može značajnije da unapredi otvorene inovacije u odnosu na one postignute klasičnim *crowdsourcing* pristupom.

4.4.1.3 Sistemi za upravljanje idejama

U najnovije vreme kompanije koriste sisteme za upravljanje idejama kao alat za stimulisanje, podržavanje i olakšavanje putanje za generisanje novih ideja. Oni se, uglavnom, zasnivaju na volonterskom doprinosu zaposlenih. U svom radu Vandenbosch, Saatcioglu, & Fay (2006) definišu upravljanje idejama kao proces prepoznavanja potrebe za idejama, njihovo generisanje i evaluaciju. Sistemi za upravljanje idejama se smatraju dobrom praksom kojom se postiže organizaciona izvrsnost putem uključivanja zaposlenih. Mnoge kompanije korišćenjem ovih sistema prikupljaju veliki broj ideja od zaposlenih. Pretpostavka na kojoj se baziraju ovi sistemi je da zaposleni imaju više informacija i znanja u vezi sa delom posla koji obavljaju od menadžera iz viših hijerarhijskih nivoa. Prva forma sistema, koja se neretko i danas koristi, je kutija za predloge (engl. *suggestion box*). Prve verzije ovih kutija su se pojavile još krajem devetnaestog veka sa ciljem da podstaknu zaposlene u pravcu kreiranja kako ideja u smislu malih unapređenja, tako i ideja koje bi se mogle štititi patentom (Robinson & Stern, 1997). Jedna od najznačajnijih prednosti koja se pokazala tokom godina korišćenja sistema za upravljanje idejama je ušteda u troškovima. Kompanija *Siemens* je razvila sistem koji se naziva *3i* (*idea, innovations, initiatives*) koji je kompaniji doneo značajne uštede, ali i profit. Prema podacima sa njihovog sajta iz 2017. godine, zaposleni su generisali oko 160 hiljada ideja (nekih 400 ideja po danu), od kojih je oko 125 hiljada implementirano. Ovakav pristup je kompaniji doneo značajne uštede i koristi u procenjenoj vrednosti od oko 300 miliona evra (SIEMENS, 2018).

Jedna od mogućih podela sistema za upravljanje idejama obuhvata (Erasmus University Rotterdam, n.d.):

1. Sisteme za upravljanje idejama zaposlenih (engl. *Human resource idea management*),
2. Sisteme za upravljanje istraživačko-razvojnim idejama (engl. *Research and development idea management*),
3. Marketing sisteme za upravljanje idejama (engl. *Marketing idea management*).

Sisteme za upravljanje idejama zaposlenih kontroliše odeljenje za ljudske resurse. Uloga ovih sistema nije samo inicijacija prikupljanja ideja zaposlenih, već i povećanje zadovoljstva zaposlenih time što im se daje pravo glasa, te podstiče preduzetničko razmišljanje imajući u vidu da ideja mora biti predstavljena „sponzorima“ i da mora biti argumentovano obrazložen njen značaj za kompaniju. Dakle, fokus ovog tipa sistema su zaposleni. Ideje predložene u okviru ovog sistema su, mahom, mala, inkrementalna unapređenja. Jedan od primera ovog sistema je *InnovationCloud*⁵. Kod sistema za upravljanje istraživačko-razvojnim idejama, prikupljanje ideja se vrši kako interno od zaposlenih, tako i eksterno sa ciljem pronalaska radikalnih ideja koje neretko mogu u potpunosti promeniti pravac poslovanja kompanije. Dakle, fokus ovog sistema jesu radikalne ideje i njime, uglavnom, upravlja

⁵ <https://innovationcloud.com/>

odeljenje za istraživanje i razvoj. Dobar primer ovog tipa sistema je *Shell GameChanger*⁶. Treći tip sistema kontroliše odeljenje za marketing. Fokus ovih sistema su korisnici i uspostavljanje veze sa njima. U ovom slučaju sistem predstavlja okvir kojim se postiže dijalog sa korisnicima i sredstvo za postizanje lojalnosti i privrženosti kompaniji. Jedan od poznatijih uspešnih primera marketing sistema za menadžment ideja je *MyStarbucksIdea*⁷ (Erasmus University Rotterdam, n.d.; Stošić, Milutinović, & Trivan, 2020).

Ono što je zajedničko za sve tipove sistema je da obezbeđuju putanju i okvir za sve stejkholdere koji su proaktivno kreativni (Unsworth, 2001), koji dobrovoljno uočavaju probleme i predlažu rešenja za uočene probleme. Najveći broj ideja se kreira u okviru marketing sistema za upravljanje idejama. Veliki broj ideja se može generisati i u okviru sistema za upravljanje idejama zaposlenih. Ovo je očigledno imajući u vidu da se u okviru prva dva, uglavnom, kreiraju inkrementalne ideje, dok se kod sistema za upravljanje istraživačko-razvojnim idejama očekuje radikalna ideja.

4.4.2 Kreiranje koncepta

Dalja razrada specifikacije ideje za novi proizvod vodi do kreiranja koncepta proizvoda (konceptualni dizajn). Koncepti proizvoda su, uglavnom, kvalitativni, verbalni, slikovni ili fizički opisi predloženog novog proizvoda. Ovi opisi odražavaju potrebe korisnika kojima je proizvod namenjen, funkcionalnosti koje treba da budu ugrađene, tehnologiju proizvoda i procesa na kojima će se bazirati i potencijalne troškove koji mogu nastati (Cooper, 2011; Ulrich & Eppinger, 2015).

Za mnoge kompanije faza u kojoj se kreira koncept predstavlja jednu od najznačajnijih u okviru procesa razvoja novog proizvoda, s obzirom na to da se odluke u vezi sa troškovima, kvalitetom, kao i kompleksnošću donose, upravo, u ovoj fazi. Ove odluke, takođe, značajno utiču na vreme koje je potrebno za razvoj i proizvodnju novog proizvoda. Preporuka je da se aktivnosti koncepta proizvoda realizuju kao zaseban korak u procesu, odnosno, da se ne integrišu u fazu razvoja. Odvajanjem ove dve faze obezbeđuje se dobra priprema za fazu razvoja. Međutim, mnoge kompanije zanemaruju ovu fazu, tako da se vrlo često aktivnosti razvoja realizuju na osnovu slabo definisane ideje, te lošeg koncepta proizvoda (Gaubinger et al., 2015).

Nakon kreiranja koncepta proizvoda, sastavlja se biznis plan koji vodi odobravanju razvoja proizvoda. Koncept proizvoda predstavlja približan opis tehnologije, radnih principa i oblika proizvoda. To je kratak opis kako će proizvod zadovoljiti potrebe korisnika. Dakle, kreiranje koncepta započinje definisanjem seta želja i potreba korisnika, a rezultuje setom konceptata proizvoda od kojih će tim izabrati finalni. Mnogi efikasni timovi kreiraju na stotine konceptata, od kojih nekoliko ulazi u najuži izbor (Ullman, 2010).

4.4.3 Elaboracija koncepta

Treća i finalna faza podrazumeva potpunu elaboraciju koncepta proizvoda podržanu kvalitativnim merama. Koncept proizvoda se ocenjuje i testira sa ciljem provere tehnološke izvodljivosti, potencijalnog poslovnog uspeha i strateške pogodnosti. Na osnovu ovih ocena procenjuju se vreme, troškovi i obim proizvodnje. Dalje, određuje se arhitektura proizvoda, te funkcije koje korisnici očekuju i vrši se njihovo prevođenje u komponente proizvoda. Ako se tehnička i ekonomska izvodljivost koncepta proizvoda ne mogu dokazati u ovoj fazi, razvoj proizvoda se prekida pre nego što se angažuju veći troškovi. Ako proizvod nosi adekvatan profitni potencijal sa

⁶ <https://www.shell.com/energy-and-innovation/innovating-together/shell-gamechanger.html>

⁷ <https://ideas.starbucks.com/>

prihvatljivim nivoom rizika, određuju se projektni planovi (vremenski okvir, ciljevi, plan reagovanja) i proizvod se pomera u sledeću fazu koja se odnosi na razvoj proizvoda (Gassmann & Schweitzer, 2014).

Važno je naglasiti da ove tri faze inovacionog projekta nisu nezavisne ili potpuno sekvencijalne. Često je neophodno preispitati strateške odluke (prilagoditi proizvodni portfolio završetku razvoja proizvoda) ili vratiti se na početak (izmena koncepta proizvoda koji nije prošao test izvodljivosti).

5. PROJEKTOVANJE PROIZVODA I RAZVOJ KONCEPTA

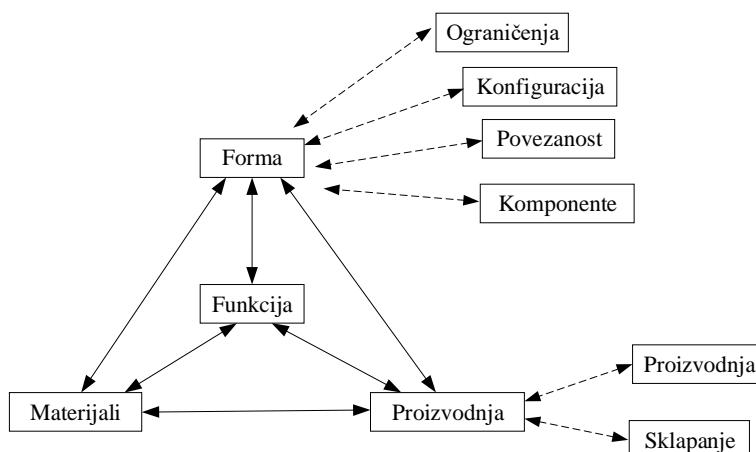
Projektovanje je široko korišćen termin u okviru različitih disciplina, uključujući i razvoj novog proizvoda. Projektovanje (engl. *design*) predstavlja akt formalizacije ideje ili koncepta u opipljive informacije (Mital et al., 2014). Ovaj pojam se razlikuje od izrade (engl. *making*) ili izgradnje (engl. *building*). Projektovanje predstavlja proces koji traje do trenutka pretvaranja koncepta u opipljivu formu. Caldecote (1989) definiše projektovanje kao proces pretvaranja ideje u informacije na osnovu kojih se može razviti proizvod. Istorijski posmatrano prvi koji je razmatrao projektovanje (dizajn) je bio Vitruvije (*Vitruvius*), čuveni rimski arhitekta i inženjer, koji je identifikovao tri osnovne kategorije koje karakterišu dizajn: korisnost (lat. *utilitas*), stabilnost (lat. *firmitas*) i atraktivnost (lat. *venustas*) (Freddi & Salmon, 2018). Poređenjem i povezivanjem ovih kategorija sa kategorijama koje potiču iz savremene literature, mogu se zaokružiti sledeće kategorije koje karakterišu dizajn (projektovanje):

1. korisnost → *funkcija*,
2. stabilnost → *struktura*,
3. atraktivnost → *estetika*.

Pahl, Beitz, Feldhusen, & Grote (2007) u svom radu navode da razvoj novog proizvoda započinje planiranjem i definisanjem zadataka, nakon čega slede aktivnosti projektovanja, kreiranja prototipa i proizvodnje, kao i testiranja i modifikacije. Aktivnosti projektovanja obuhvataju izradu različitih tipova dizajna proizvoda – konceptualni, preliminarni i detaljni dizajn. *Konceptualni dizajn* podrazumeva izradu različitih koncepata i njihovu evaluaciju na osnovu predefinisanih kriterijuma. Ovde se biraju najbolji koncepti. *Preliminarni dizajn* podrazumeva dalju procenu odabranih koncepata i njihovo prevođenje u opipljiv proizvod. *Detaljni dizajn* obuhvata detaljnu analizu i optimizaciju preliminarnog dizajna u skladu sa definisanim zahtevima.

Mora se uzeti u obzir da se projektovanje (dizajn) može tumačiti kao inženjersko (Haik, 2003; Hollins & Pugh, 1990; Pugh, 1996; Ullman, 2010) i industrijsko (Lorenz, 1986; Tjalve, 1979). Uprkos različitim praktičnim pristupima, ova dva aspekta projektovanja teže zajedničkom cilju, u ovom slučaju, razvoju novog proizvoda.

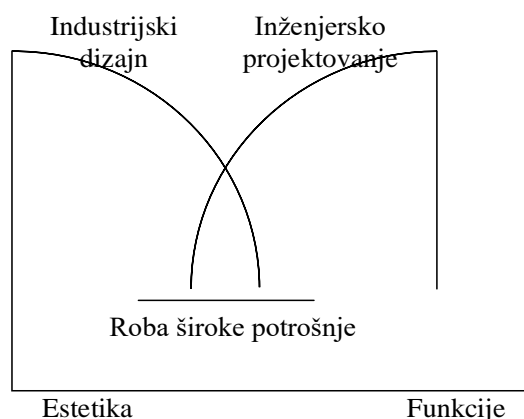
Inženjersko projektovanje predstavlja proces osmišljavanja sistema, komponenti ili procesa sa ciljem ispunjavanja definisanih potreba. Predstavlja i proces donošenja odluka (iterativni proces) u kojem se primenjuju različite matematičke, naučne i inženjerske metode, kako bi se resursi transformisali u postavljene ciljeve (Freddi & Salmon, 2018). Za vreme projektovanja proizvoda, inženjeri se bave problemom funkcionalnosti proizvoda. Oni vode računa o tome kako komponente vrše funkciju i kako se različite komponente integrišu da bi postigle ključnu funkciju proizvoda (Slika 31) (Kim & Lee, 2010; Ullman, 2010). Jedna od metoda koja se najčešće koristi za prikazivanje karakteristika inženjerskog projektovanja je QFD metoda (engl. *Quality function deployment*).



Slika 31. Osnovni elementi projektovanja proizvoda (Ullman, 2010)

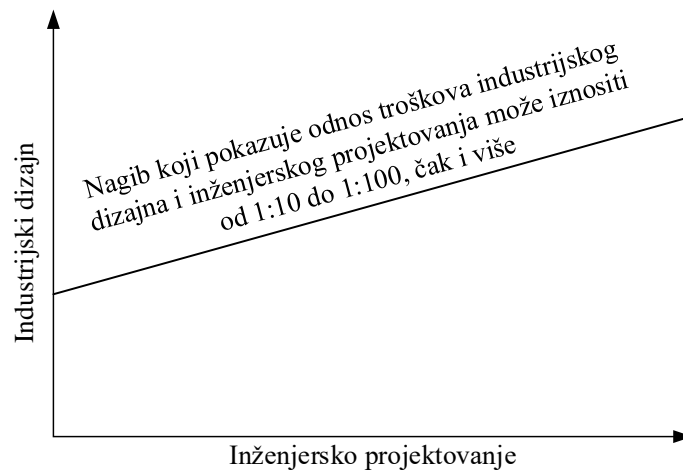
Industrijski dizajn predstavlja strateški proces rešavanja problema koji pokreće inovacije, omogućava poslovni uspeh i vodi ka boljem kvalitetu života kroz inovativna rešenja. Industrijski dizajn je transdisciplinaran i pospešuje kreativnost i kokreaciju rešenja u cilju kreiranja novih proizvoda, sistema, usluga ili poslovanja. Industrijski dizajn povezuje inovacije, tehnologiju, istraživanje, poslovanje i korisnike pružajući novu vrednost i konkurentsku prednost širom ekonomskih, društvenih sfera i sfera životne sredine (Industrial Designers Society of America, 2019). Tradicionalno, industrijski dizajneri upravljaju estetskim aspektom proizvoda. Oni definišu formu, oblik i boju proizvoda na osnovu korisničkih zahteva (Lorenz, 1986; Ulrich & Eppinger, 2015). Sa razvojem tehnologije, ali i proizvoda koji primenjuju tu tehnologiju, uloga industrijskog dizajna se proširila, tako da sada obuhvata i aktivnosti koje definišu razliku u odnosu na konkurentne proizvode, lakoću upotrebe projektovanog proizvoda, kao i projektovanje troškova (Flurschein, 1983; Lindbeck, 1994; Lorenz, 1986).

Najšire posmatrano, inženjersko projektovanje (dizajn) se odnosi na raspored delova, mehaniku i funkcionalnost tako postavljenih delova, dok se industrijski dizajn odnosi na izgled samog proizvoda. Sa aspekta korisnika podjednako su važni kako forma, tako i funkcionalnost proizvoda, te se može zaključiti da su obe discipline od krucijalnog značaja za prikupljanje informacija na osnovu kojih se kreira finalni proizvod (Lindbeck & Wygant, 1995). Stepen do kojeg projektovanje proizvoda zavisi od inženjerskog i industrijskog projektovanja zavisi od samog proizvoda koji se razvija. Proizvodi koji se, uglavnom, oslanjaju na estetiku, kao što su tekstilni proizvodi, u većem stepenu zavise od industrijskog dizajna, dok proizvodi kod kojih dominiraju funkcije, kao što su automobilski motori, zavise od inženjerskog. Potrošački proizvodi (engl. *consumer products*) zavise od uspeha oba tipa projektovanja (Slika 32).



Slika 32. Projektovanje potrošačkih proizvoda (Mital et al., 2014)

Proizvodi široke potrošnje zavise od obe discipline. Generalno, troškovi inženjerskog projektovanja imaju tendenciju da budu deset do sto puta viši, zbog same prirode aktivnosti (investicija u funkcionalnost, pouzdanost i sl.) (Slika 33). Izlaz iz procesa projektovanja proizvoda predstavlja skup informacija koji će biti korišćen za kreiranje proizvoda.



Slika 33. Relativni troškovi između inženjerskog projektovanja i industrijskog dizajna (Mital et al., 2014)

Generalno, projektovanje proizvoda se može posmatrati sa dva aspekta (Kim & Lee, 2010):

1. *Iznutra ka spolja* (inženjersko projektovanje) – fokus na funkcije i strukturu,
2. *Spolja ka unutra* (industrijski dizajn) – polazi od forme, odnosno, eksternog dizajna, a zatim uzima u obzir dizajn komponenata sa kojima se korisnici susreću.

Projektovanje proizvoda se može definisati na više načina, a neke od definicija su date u daljem tekstu. Roozenburg & Eekels (1995) definišu projektovanje proizvoda kao proces osmišljavanja i utvrđivanja planova neophodnih za proizvodnju proizvoda.

Horvath (2004) predstavlja projektovanje proizvoda kao fazu koja se preklapa sa industrijskim dizajnom i inženjerskim projektovanjem proizvoda, odnosno, industrijski dizajn i inženjersko projektovanje su delimično uključeni u projektovanje proizvoda, iako imaju zasebno definisane karakteristike i oblast.

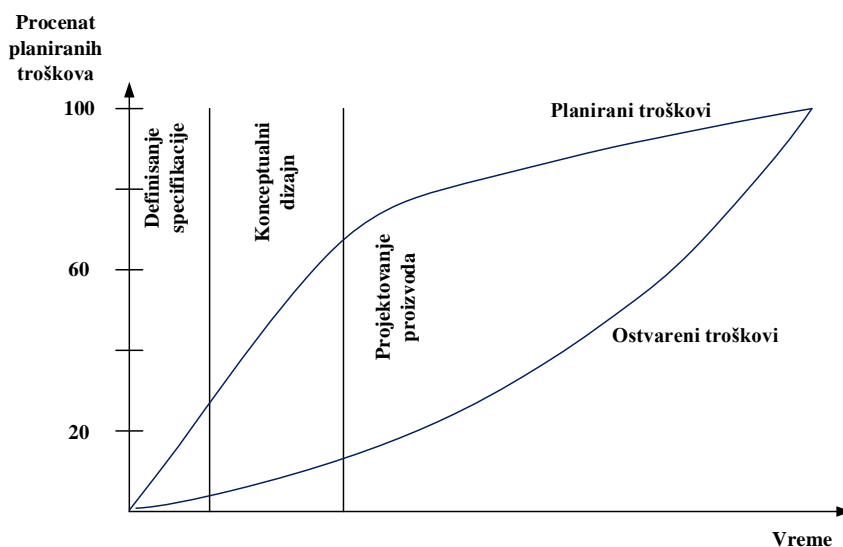
Vrlo često se projektovanje proizvoda ne posmatra kao poseban proces, već kao deo procesa razvoja proizvoda, dok neki koriste termin projektovanje proizvoda kao ekvivalent terminu *razvoj proizvoda* (Hollins & Pugh, 1990; Pugh, 1996; Roozenburg & Eekels, 1995; Ulrich & Eppinger, 2015). Neke od disciplina koje se mogu naći u većini okvira projektovanja proizvoda su inženjersko projektovanje, industrijski dizajn, ergonomija, marketing i inovacioni menadžment. Naravno, neke od pomenutih disciplina predstavljaju podršku aktivnostima projektovanja (npr. marketing pribavlja podatke u vezi sa tržištem i korisnicima).

Koliko je značajan deo inovacionih projekata koji se tiče projektovanja proizvoda i koliki je njegov uticaj na ostale faze projekta, pokazuju sledeći primeri koji su bazirani na realnim istraživanjima (Dowlatshahi, 1992):

- Projektovanje proizvoda nosi samo 5% troškova proizvodnje.
- Izvršni direktori kompanije *General Motors* tvrde da 70% troškova proizvodnje menjača za kamione je utvrđeno u fazi projektovanja.
- Kompanija *Ford Motor* je procenila da između četiri elementa proizvodnje – projektovanje, materijali, radna snaga i opšti troškovi, 70% uštede cele proizvodnje se postiže unapređenjem projektovanja.
- Potvrđeno je da projektovanje proizvoda nosi 5% troškova u ukupnim troškovima proizvoda, ali i da određuje 75% ili više troškova proizvodnje i 80% performansi kvaliteta proizvoda.

Najveći deo troškova proizvoda se planira tokom faze projektovanja. Kao što se može videti na Slici 33, oko 75% troškova proizvodnje proizvoda se planira do kraja faze izrade koncepta

(konceptualni dizajn). Ovo podrazumeva da odluke u kasnijim fazama mogu uticati na 25% troškova proizvodnje. Charter & Tischner (2001) naglašavaju da se oko 80% troškova proizvoda, kao i 80% uticaja na okruženje i društvo određuje u okviru faze projektovanja proizvoda. Na Slici 34. se, takođe, može uočiti da količina realizovanih troškova raste tokom vremena.



Slika 34. Planirani i ostvareni troškovi tokom faze projektovanja (Ullman, 2010)

Za efikasno postizanje ciljeva inovacionih projekata neophodno je upravljati troškovima, u smislu procene ukupnih troškova, još u ranim fazama. Mnoga istraživanja su pokazala da je redukcija troškova u fazi kreiranja koncepta mnogo efikasnija nego u fazi proizvodnje. Prema njima, precizna procena troškova u ranim fazama značajno pomaže projektantima u vezi sa modifikacijom dizajna proizvoda i postizanjem odgovarajućih performansi (Corbett & Crookall, 1986; Dowlatsahi, 1992; Freeman & Soete, 1997; Mileham et al., 1992; Ullman, 2010).

Corbett & Crookall (1986) naglašavaju da se čak 80% troškova proizvoda isplanira u fazi projektovanja. Dowlatsahi (1992) i Mileham et al. (1992) u svojim radovima navode da se 70-80% ukupnih troškova proizvoda određuje u toku ranih faza projektovanja. U suštini, 70-80% troškova se određuje do faze kreiranja konceptualnog dizajna. Ullman (2010) navodi da se čak 30% troškova isplanira već u fazi specifikacije proizvoda (Slika 34). Walter, Leyh, & Strahinger (2018) naglašavaju da samo 20% ukupnih troškova nastaje u ranim fazama inovacionih projekata i da se 90% ukupnih troškova isplanira do kraja faze razvoja. Iz ovoga se može zaključiti da ostaje samo marginalna mogućnost za optimizaciju troškova nakon što započne faza proizvodnje. Kako bi se iskoristio potencijal za projektovanje isplativog i konkurentnog proizvoda, aktivnosti optimizacije se moraju sprovesti što ranije.

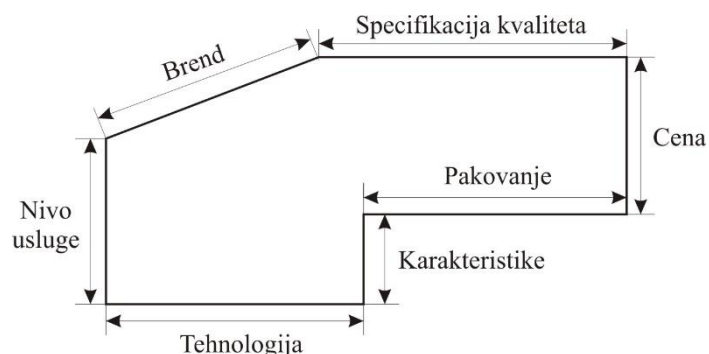
5.1. Struktura procesa projektovanja proizvoda

Svi proizvodi imaju određene attribute koji mogu biti korisni prilikom projektovanja. Atributi mogu biti fizički (veličina, težina, čvrstoća) ili hemijski (sastav, otpornost na toplotu, otpornost na rđu). Svi ovi atributi se mogu podeliti na interne, eksterne, dizajn i systemske (Tabela 8). Kao rezultat ovih atributa, okruženja u kojem funkcioniše i geometrijske forme koju ima, proizvod vrši određenu funkciju.

Tabela 8. Atributi proizvoda (adaptirano prema (Hubka & Eder, 1988))

Interni	Eksterni	Dizajn	Sistem
Čvrstoća Atributi proizvodnje Otpornost na koroziju Trajnost	Operativni Ergonomski Estetski Distributivni Isporuka i planiranje Zakonski Proizvodni Ekonomski Likvidacioni Funkcija Svojstva određena funkcijom	Struktura Forma Otpornost Površina Metodi proizvodnje Materijali Dimenzije	Zahtev za prostorom Trajnost Veličina, masa Održavanje Operacije Boja Izgled Skladištenje Transport, pakovanje Isporuka Zakon, regulative, standardi Kvalitet Operativni troškovi Cena Otpad Recikliranje Funkcija Pouzdanost

Imajući u vidu da je proizvod multidimenzionalan, može se pretpostaviti da je teoretski moguće označiti neki proizvod „novim“ jednostavnom zamenom neke od dimenzija prikazanih na Slici 35.



Slika 35. Multidimenzionalnost proizvoda (Trott, 2005)

Svaki proces projektovanja ima određene elemente i, uglavnom, započinje percepcijom problema, a završava se nekim oblikom rešenja identifikovanog problema. Dakle, problem se transformiše u rešenje tokom procesa projektovanja proizvoda. Projektovanje se može posmatrati kao specijalna forma rešavanja problema koja obuhvata određene aktivnosti koje se moraju preduzeti u cilju dobijanja nekog izlaza (dizajn proizvoda).

Hall (1968) u svom radu predstavlja aktivnosti koje čine osnovu inženjerskog projektovanja:

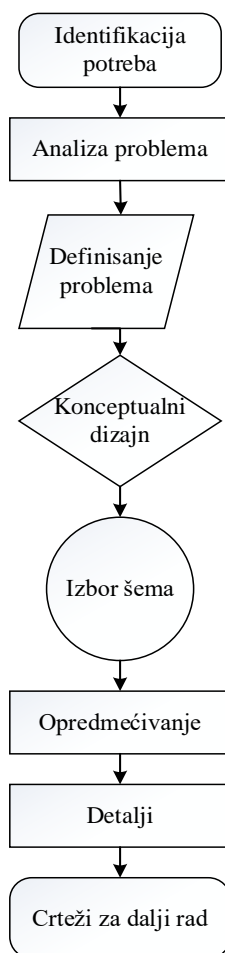
- *Definisanje problema* – proučavanje potreba i okruženja,
- *Projektovanje sistema vrednosti* – definisanje ciljeva i kriterijuma,
- *Sinteza* – generisanje alternativa,
- *Analiza* – analiza alternativa,
- *Izbor najboljeg* – evaluacija alternativa prema postavljenim kriterijumima,
- *Planiranje akcija* – specifikacija izabrane alternative.

Proces osnovnog inženjerskog rešavanja problema, odnosno, projektovanja, predstavio je i Krick (1969):

1. *Formulisanje problema,*
2. *Analiza problema,*

3. *Potruga za alternativama,*
4. *Izbor alternative,*
5. *Specificiranje rešenja.*

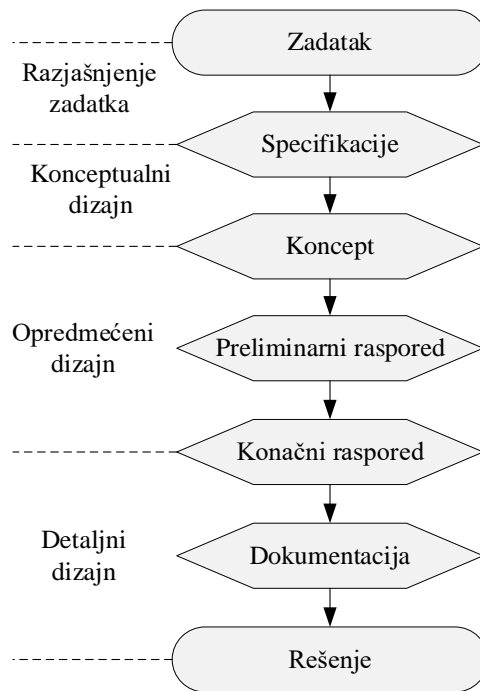
Jedan od najranijih modela je razvio French (1971) (Slika 36).



Slika 36. Osnovni proces inženjerskog projektovanja (French, 1971)

Pahl & Beitz (1984) definišu inženjersko projektovanje uz pomoć sledećih faza (Slika 37):

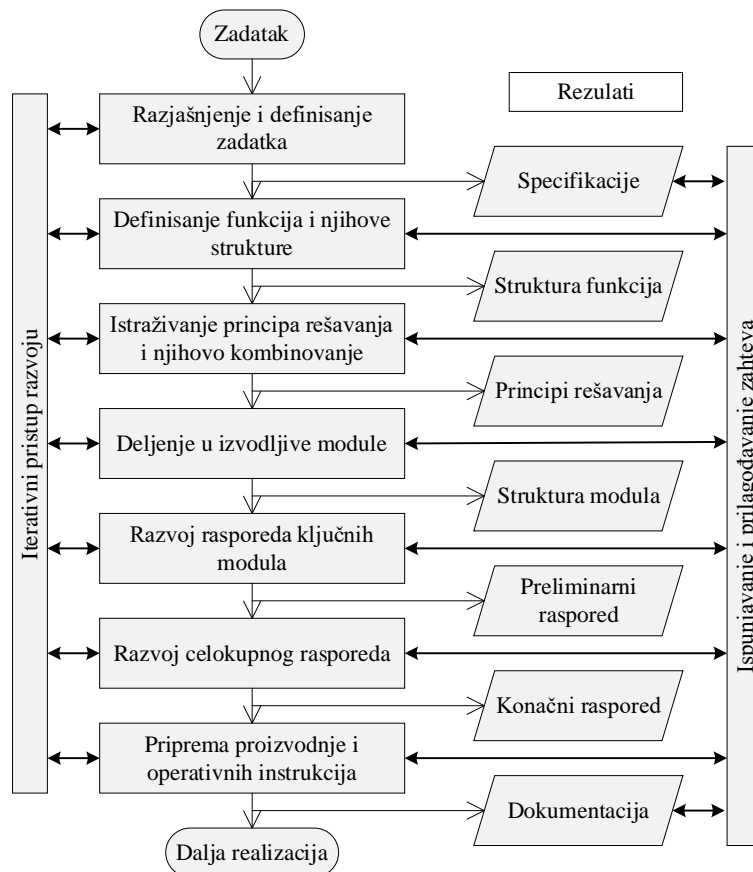
1. *Razjašnjenje zadatka,*
2. *Konceptualni dizajn,*
3. *Opredmećeni dizajn,*
4. *Detaljni dizajn.*



Slika 37. Proces inženjerskog projektovanja (Pahl & Beitz, 1984)

Faza konceptualnog dizajna podrazumeva identifikaciju problema, određivanje strukture funkcija i traganje za odgovarajućim rešenjem. Sa definisanjem koncepta, definiše se i raspored funkcionalnih elemenata. Ovo je poznato kao faza projektovanja rasporeda u kojoj projektanti koriste sistematski ili mehanički metod za određivanje najboljeg rasporeda. Shodno tome, raspored postaje odlučujući faktor u određivanju konačnog oblika proizvoda. Kroz fazu opredmećivanja dizajna, izgled i oblik su konačno definisani (Pahl & Beitz, 1984).

Nemački profesionalni inženjeri su predstavili opšti pristup projektovanju koji naglašava detaljno analiziranje i razumevanje problema, zatim deljenje problema na potprobleme, pronalaženje rešenja za potprobleme i, na kraju, kombinovanje ovih rešenja u jedno generalno rešenje (Slika 38) (Mital et al., 2014).

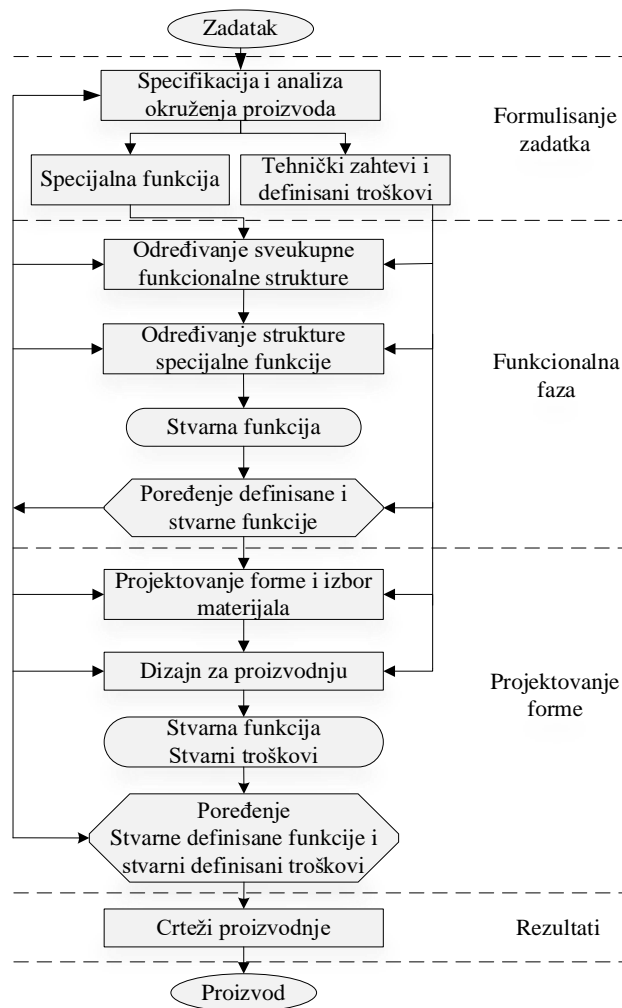


Slika 38. Generalni pristup inženjerskom projektovanju (Mital et al., 2014)

Dym (1994) je predstavio proces projektovanja proizvoda koji se sastoji od četiri faze, i to (Slika 39):

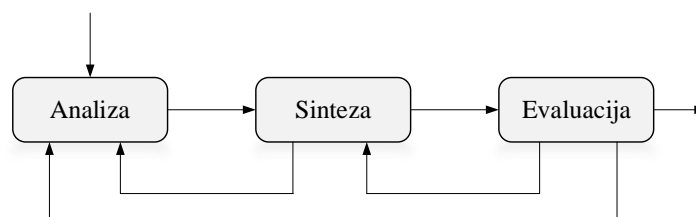
1. *Formulisanje zadatka,*
2. *Funkcionalna faza,*
3. *Projektovanje forme,*
4. *Formiranje rezultata.*

U ovom modelu funkcionalna faza se odnosi na definisanje konceptualnog dizajna, dok projektovanje forme podrazumeva kreiranje opredmećenog koncepta.



Slika 39. Proces inženjerskog projektovanja (Dym, 1994)

Jedan od najjednostavnijih modela projektovanja proizvoda se može predstaviti uz pomoć tri iterativna korak: *analiza*, *sinteza* i *evaluacija* (Slika 40) (Lawson, 1997).



Slika 40. Proces projektovanja proizvoda (Lawson, 1997)

U toku procesa projektovanja projektanti prelaze sa opšteg ka specifičnom, odnosno, od okvirnih predloga do detaljnog dizajna.

Ulrich & Eppinger (2015) su, takođe, predstavili proces industrijskog projektovanja koji se sastoji od šest faza:

1. *Istraživanje potreba korisnika,*
2. *Konceptualizacija,*
3. *Preliminarno unapređenje,*
4. *Sledeće unapređenje,*
5. *Kontrolni crteži i modeli,*
6. *Koordinacija sa inženjerima.*

- Inženjerski model i detaljno inženjersko projektovanje,
- Ekonomska analiza i procena troškova proizvodnje,
- Razvoj prototipa,
- Inženjersko testiranje i redizajn,
- Izvodljivost dizajna,
- Proizvodnja,
- Proizvodnja i kontrola distribucije.

Na prethodnoj slici se može uočiti da je proces projektovanja proizvoda interaktivan i da podrazumeva povratne sprege. Strelice na slici ne prikazuju samo povratnu spregu, već i pravac kretanja procesa projektovanja.

Bez obzira na odabrani model, većina njih angažuje slične aktivnosti koje se u najširem smislu odnose na definisanje problema koji će se rešavati i kreiranje rešenja tog problema počevši od koncepta, preko opipljivog prototipa do finalnog proizvoda.

5.2. Načini unapređenja ranih faza i faze projektovanja inovacionih projekata

Rane faze inovacionih projekata zauzimaju značajno mesto u literaturi i praksi, te optimizacija tog dela projekta, odnosno, unapređenje, predstavlja jednu od veoma važnih tema. Mogu se pronaći radovi različitih autora koji se bave ovim problemom, tako da će u nastavku teksta biti predstavljeni neki od njih zajedno sa svim specifičnostima koje su bile razmatrane.

Askin & Goldberg (1988) u radu predstavljaju matematički model kojim se ugrađuju rezultati statističkih modela za ocenu performansi i troškovi proizvodnje u projektovanje proizvoda. Ciljna funkcija predstavljenog modela je minimizacija sume gubitaka kvaliteta (engl. *Taguchi quality loss function*), materijala i proizvodnih troškova. Pretpostavlja se da su troškovi predstavljeni kao funkcija parametara projektovanja (dizajna). Takođe, primenjeni su statistički eksperimenti (eksperimentalni dizajn) kako bi pomogli u razvoju modela performansi kvaliteta.

Ovaj pristup podrazumeva prikupljanje informacija o proizvodu na osnovu planiranih eksperimenata. Zatim se te informacije ugrađuju u modele koji uključuju kvalitet i troškove proizvodnje. Parametri projektovanja čine upravljačke promenljive u rezultujućem modelu. Primenom tehnika optimizacije na modelu dobija se optimalan dizajn proizvoda sa aspekta inženjstva, proizvodnje i poslovanja.

U modelu se polazi od pretpostavke da postoji idealna mera performanse kvaliteta T . Devijacija od T u oba pravca nije poželjna. Korišćena je sledeća notacija:

x – n -dimenzioni vektor postavki parametara

$C(x)$ – troškovi proizvodnje

$Q(Y, T)$ – prosečni troškovi kvaliteta sa performansama Y i sa ciljem T

ε – slučajna komponenta performanse

x mora biti odabran iz skupa S

Na osnovu prethodnog, definisan je sledeći matematički model:

$$(\min) E \left(\frac{\text{trošak}}{\text{deo}} \right) = C(x) + Q(Y, T) \quad (1)$$

pri ograničenjima:

$$Y = f(x, \varepsilon) \quad (2)$$

$$x \in S$$

Pristup razvijen u ovom radu se može smatrati ekstenzijom i ekonomskom opravdanošću *Taguchi* pristupa procesu projektovanja proizvoda i proizvodnje. Cilj ovog modela je da se pronađu vrednosti parametara koje obezbeđuju dobre performanse kvaliteta i robusnost uz malu promenljivost u slučaju uticaja nekontrolisanih faktora okruženja. Parametar može biti broj delova specifične sirovine, specifikacija, podešavanje mašine (npr. brzina sečenja), proces ili tehnologija koja se koristi, dizajn dela ili metoda sastavljanja/izrada. Vrednost parametra bi u tom slučaju bio izbor snabdevača sirovine, specifikacija vrednosti sa tolerancijama, određena brzina sečenja, odabrana specifična mašina ili proces, izbor dizajna (skice) dela i izbor robotskog ili ručnog sastavljanja.

Jedan od uobičajenih načina optimizacije procesa razvoja novog proizvoda se realizuje korišćenjem konkurentnog inženjeringa ili simultanog projektovanja (engl. *concurrent engineering*) kojim se vrši dekomponovanje procesa, nakon čega se vrši optimizacija svakog dela pojedinačno. Piedras, Yacout, & Savard (2006) su predstavili model matematičkog programiranja za implementaciju konkurentnog inženjeringa. Matematičko programiranje je primenjeno, u prve dve faze inovacionog projekta, za optimizaciju zadovoljenja potreba korisnika i projektovanje proizvoda. Konkurentni inženjering se tradicionalno bazira na sekvencijalnom planiranju i obuhvata četiri faze: prikupljanje korisničkih zahteva, uključivanje zahteva u projektovanje proizvoda, planiranje odgovarajućeg procesa proizvodnje i kontrola kvaliteta. Za prevođenje zahteva korisnika u parametre projektovanja (tehnički parametri) korišćenja je metoda QFD. QFD metoda predstavlja sekvencijalni proces, gde izlaz iz jedne faze predstavlja ulaz u drugu, što može da dovede do suboptimalnih rešenja procesa razvoja novog proizvoda. Ovim pristupom prve faze dobijaju veći značaj od sledećih, s obzirom da njihov izlaz predstavlja fiksni ulaz za sledeću fazu. Piedras, Yacout, & Savard (2006) su predstavili tri matematičke formulacije faza, prve dve su optimizovane sekvencijalno, dok je treća predstavljena kroz simultano projektovanje.

Prva faza procesa razvoja novog proizvoda se odnosi na identifikaciju zahteva korisnika i njihovo mapiranje u tehničke parametre. Cilj je pronaći vrednost tehničkih parametara $x_j, j = 1, \dots, n$, kojima se maksimizira zadovoljstvo korisnika poštujući ograničenja specifikacija i odnos između parametara. U radu je korišćena sledeća notacija:

w_i – označava relativni značaj korisničkog zahteva $i, i = 1, \dots, m$

f_{ij} – predstavlja koeficijent odnosa između korisničkog zahteva $i, i = 1, \dots, m$,

i tehničkog parametra $j, j = 1, \dots, n$

h_{ij} i l_{ij} – konstante koje označavaju vezu između tehničkih parametara i i j

x_j^0 – trenutna vrednost tehničkog parametra j

x_j^{\min} – minimalna dozvoljena vrednost $x_j, j = 1, \dots, n$

x_j^{\max} – maksimalna dozvoljena vrednost $x_j, j = 1, \dots, n$

Δx_j – iznos promene tehničkog parametra $x_j, j = 1, \dots, n$

x_j – upravljačka promenljiva koja se odnosi na tehničke parametre $j, j = 1, \dots, n$

Optimizacioni problem P_1 se može predstaviti na sledeći način:

$$P_1 : (\max) \sum_{x_j, j=1, \dots, n} w_i \sum_{i=1}^m f_{ij} \Delta x_j \quad (3)$$

pri ograničenjima:

$$h_{ij} \Delta x_j \leq \Delta x_{j+1} \leq l_{ij} \Delta x_j, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$\left[\frac{x_j^{\min} - x_j^0}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \right] \leq \Delta x_j \leq \left[\frac{x_j^{\max} - x_j^0}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \right], j = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$x_j = x_j^0 + \Delta x_j (x_j^{\max} - x_j^{\min}), j = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$0 \leq w_i \leq 1, i = 1, \dots, m \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n |f_{ij}| = 1, i = 1, \dots, m \quad (8)$$

Jednom kada se odrede optimalne vrednosti tehničkih parametara $x_j^*, j = 1, \dots, n$, sledeći korak u procesu razvoja novog proizvoda predstavlja određivanje karakteristika optimalnog dizajna $y_l, l = 1, \dots, L$. Za određivanje vrednosti karakteristika robusnog dizajna koristi se *Taguchi* funkcija gubitka kvaliteta. $T_j, j = 1, \dots, n$ predstavlja ciljnu vrednost tehničkih parametara $x_j, j = 1, \dots, n$ i $T_j = x_j^*, j = 1, \dots, n$. U fazi projektovanja proizvoda tehnički parametri predstavljaju odgovore dobijene za različite vrednosti karakteristika dizajna proizvoda. Očekivane vrednosti ovih odgovora, $E(x_j), j = 1, \dots, n$, su predstavljene putem aritmetičke sredine μ_j i standardne devijacije $\sigma_j, j = 1, \dots, n$. Jednačine predviđanja,

$$\mu(y_1, y_2, \dots, y_l) = F_j(y_1, y_2, \dots, y_l), j = 1, \dots, n \quad (9)$$

$$\sigma_j(y_1, y_2, \dots, y_l) = H_j(y_1, y_2, \dots, y_l), j = 1, \dots, n \quad (10)$$

se rešavaju korišćenjem regresione analize ili nekim drugim statističkim alatom. Optimizacioni problem faze 2 predstavlja određivanje optimalnih karakteristika dizajna proizvoda $y_l^*, l = 1, \dots, L$, kojima se minimizira kvadratno odstupanja od ciljne vrednosti $T_j, j = 1, \dots, n$ i varijanse $\sigma_j^2, j = 1, \dots, n$:

$$P_2 : (\min) \sum_{y_l, l=1, \dots, L} k_{1j} (\mu_j - T_j)^2 + \sum_{j=1}^n k_{2j} \sigma_j^2 \quad (11)$$

pri ograničenjima:

$$\mu_j(y_1, y_2, \dots, y_l) = F_j(y_1, y_2, \dots, y_l), j = 1, \dots, n \quad (12)$$

$$\sigma_j(y_1, y_2, \dots, y_l) = H_j(y_1, y_2, \dots, y_l), j = 1, \dots, n \quad (13)$$

$$\mu_j^- \leq \mu_j \leq \mu_j^+, j = 1, \dots, n \quad (14)$$

gde su k_{1j} i k_{2j} konstante troškova.

Nakon prethodno definisanih matematičkih modela, u radu je predstavljen i simultani pristup rešavanju problema.

Fung, Tu, Tang, & Wang (2002) u radu prikazuju pristup optimizaciji resursa projektovanja proizvoda korišćenjem nelinearne *fuzzy* QFD metode. Oni polaze od pretpostavke da zahtevi za resursima u ovoj fazi treba da budu izraženi u *fuzzy* obliku kako bi se prikazala nepreciznost i neizvesnost koja postoji u ovom delu procesa, odnosno, prikazalo neispravno ili nepotpuno razumevanje odnosa zahteva korisnika i tehničkih parametara. Model se može rešiti korišćenjem metode parametarske optimizacije ili hibridnog genetskog algoritma. Uzima se u obzir da postoji više različitih resursa potrebnih za podršku projektovanju proizvoda uključujući tehničku ekspertizu, napredne tehnologije, opremu i dr. Za jednostavniju diskusiju, ovi resursi su izraženi u vidu troška. Ciljna funkcija određivanja planiranih tehničkih parametara korišćenjem metode QFD se, uglavnom, iskazuje u vidu maksimizacije sveukupnog zadovoljstva korisnika. Za definisanje problema u radu je korišćena sledeća notacija:

S – sveukupno zadovoljstvo korisnika

w_j – relativni značaj tehničkog parametra j , $j = 1, \dots, n$

T_{kj} – stepen zavisnosti između k – tog i j – tog tehničkog parametra

θ_0 – prihvatljiva vrednost tehničkog parametra

B – ograničenje budžeta

y_j – upravljačka promenljiva koja predstavlja planiranu vrednost za j – ti tehnički atribut

Uzimajući u obzir nepreciznost u izračunavanju primarnih troškova, ograničenja budžeta i drugih tehničkih ograničenja, *fuzzy* QFD se može predstaviti na sledeći način:

$$(\max)S = \sum_{j=1}^n w_j \sum_{k=1}^n T_{kj} y_k = \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n w_j T_{jk} y_k = \sum_{k=1}^n w_k^* y_k \quad (15)$$

pri ograničenjima:

$$\sum_{k=1}^n T_{jk} y_k \geq \theta_0, j = 1, \dots, n \quad (16)$$

$$C(y) = \sum_{j=1}^n c_j \left(1 - \sum_{k \neq j} T_{kj} y_k \right) \sum_{k=1}^n T_{jk} y_k \leq B \quad (17)$$

$$\sum_{k=1}^n T_{jk} y_k \leq 1, j = 1, \dots, n \quad (18)$$

$$0 \leq y_j \leq 1, j = 1, \dots, n \quad (19)$$

Dakle, ciljna funkcija predstavlja maksimizaciju zadovoljstva korisnika, pri ograničenjima koja se odnose na minimalni prag θ_0 vrednosti tehničkog atributa i ograničenje ukupnih troškova projektovanja proizvoda, u smislu ograničenja budžeta.

Lamghabbar, Yacout, & Ouali (2004) u radu predstavljaju pristup kojim nastoje da pronađu optimalnu vrednost dizajna proizvoda i karakteristika procesa. Funkciju cilja su predstavili u vidu funkcije gubitka kvaliteta, dok su ograničenja korisnički zahtevi, određene specifikacije proizvoda, dimenzije delova proizvoda i mogućnost procesa. $Y = (y_1, y_2, \dots, y_l)$ označava tehničke parametre, a

$Z = (z_1, z_2, \dots, z_J)$ karakteristike delova. U fazi projektovanja proizvoda tehnički parametri predstavljaju odgovore koji se dobijaju kada se karakteristike delova proizvoda menjanju. Različite kombinacije promenljivih dizajna vode do različitih vrednosti odgovora. Korišćenjem statističkih tehnika kao što su eksperimentalni dizajn i metodologija odziva površine (engl. *response surface methodology*), može se dobiti procena funkcionalne forme. Funkcija transfera takve forme se može dobiti na sledeći način:

$$\mu_{y_i} = F(z_1, z_2, \dots, z_J) \quad (20)$$

$$\sigma_{y_i} = G(z_1, z_2, \dots, z_J), i = 1, \dots, I \quad (21)$$

Gde $\mu_{y_i}, i = 1, \dots, I$ predstavlja aritmetičku sredinu, a $\sigma_{y_i}, i = 1, \dots, I$, standardnu devijaciju.

Pretpostavka je da su T_{y_i} i njegove gornje i donje granice (y_i^+, y_i^-) definisani u fazi 1, tako da optimizacioni problem predstavlja pronalaženje $z_1, z_2, \dots, z_J, j = 1, \dots, J$, tako da se minimizira kvadratno odstupanje od ciljne vrednosti i varijanse,

$$P_1 : (\min) \sum_{z_1, z_2, \dots, z_J} a_i [\mu_{y_i} - T_{y_i}]^2 + b_i (\sigma_{y_i})^2 \quad (22)$$

pri ograničenjima:

$$\mu_{y_i} = F(z_1, z_2, \dots, z_J), i = 1, \dots, I \quad (23)$$

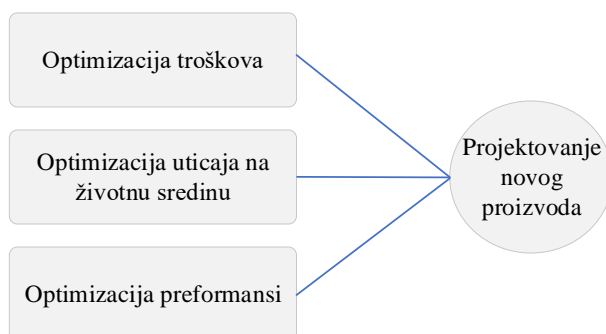
$$\sigma_{y_i} = G(z_1, z_2, \dots, z_J), i = 1, \dots, I \quad (24)$$

$$y_i^- \leq \mu_{y_i} \leq y_i^+, i = 1, \dots, I \quad (25)$$

gde a_i i $b_i, i = 1, \dots, I$ predstavljaju konstante.

Nakon definisanja mogućeg načina projektovanja proizvoda u radu je predstavljen sledeći korak, projektovanje procesa.

Cocco, Cerri, Taisch, & Terzi (2014) u svom radu daju obuhvatniji pristup, uključivanjem uticaja na životnu sredinu u ranim fazama inovacionih projekata. Cilj njihovog pristupa je da se prilikom konceptualizacije proizvoda smanji broj mogućih koncepata proizvoda, bolje upravlja troškovima, smanji uticaj na okruženje i unaprede performanse. S druge strane, uključivanjem svih ovih faktora usložnjava se i optimizacioni problem. Oni uvode novi termin *optimizacija životnog ciklusa proizvoda* koji ima za cilj simultano uključivanje evaluacije troškova, uticaja na životnu sredinu i performansi inovativnog rešenja (Slika 42).



Slika 42. Optimizacija životnog ciklusa proizvoda

Dakle, tri su cilja koja treba postići ovim modelom optimizacije: minimizacija troškova, minimizacija uticaja na životnu sredinu i maksimizacija performansi dobijene vrednosti.

Dowlatshahi (1992) predstavlja model optimizacije mehaničkih proizvoda kojim se unapređuje postojeći proizvod uvođenjem atributa konkurentnog inženjeringa u proizvod. Oni su predložili algoritam od pet koraka:

1. Dekomponovanje sistema,
2. Definisanje delova koji se mogu realizovati,
3. Smanjenje broja delova,
4. Izračunavanje vrednosti na osnovu atributa:
 - 4.1. Izabrati n atributa dizajna
 - 4.2. Razviti tabelu poređenja i evaluacije
 - 4.3. Normalizacija
 - 4.4. Izbor dva atributa dizajna
5. Definisanje modela i optimizacija dizajna proizvoda.

U radu je korišćena sledeća notacija:

x_{ij} – broj delova opcije P_j koji se koriste u modulu M_i

y_k – broj proizvoda tipa k , $k = 1, \dots, p$

C_k – jedinični troškovi proizvoda tipa k , $k = 1, \dots, p$

u_{ij} – upotrebna vrednost dela P_j u modulu M_i

c_{ij} – trošak dela P_j u modulu M_i

Ciljna funkcija je predstavljena kroz maksimizaciju upotrebne vrednosti koja se pridružuje izabranim delovima P_j u modulu M_i koja se bazira na atributima simultanog projektovanja:

$$(\max) \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n u_{ij} x_{ij} \quad (26)$$

pri ograničenjima:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = v_i, i = 1, \dots, m \quad (27)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = w_j, j = 1, \dots, n \quad (28)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \leq C_k, k = 1, \dots, p \quad (29)$$

$$x_{ij} - x_{kl} \leq 0 \quad (30)$$

$$x_{ij} + x_{kl} \leq 1 \quad (31)$$

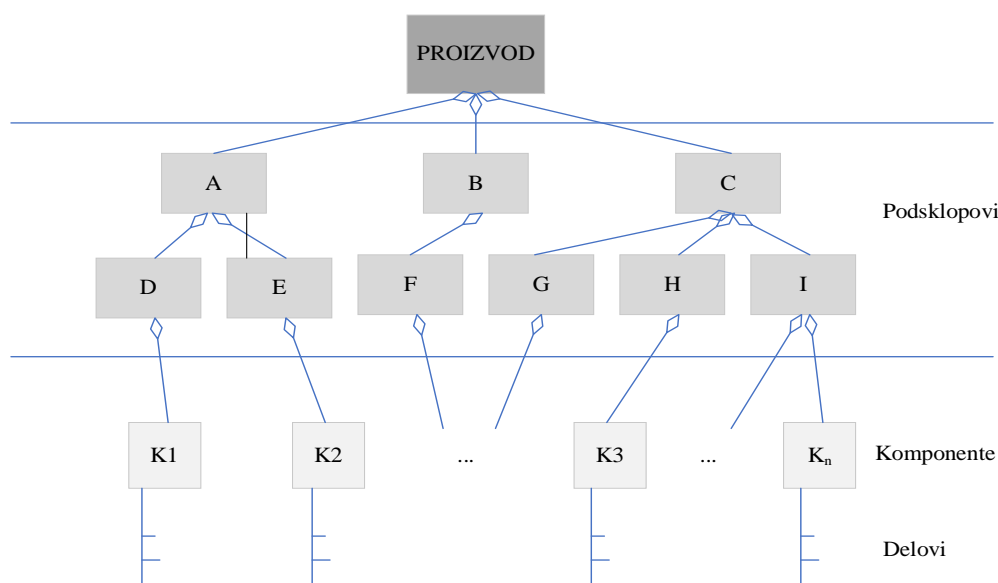
$$x_{ij} \geq 0, \text{ integer}, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (32)$$

Ograničenje (27) obezbeđuje da vektor V bude dodeljen modulu M_i , (28) omogućava da je vektor W odabran od delova P_j , (29) obezbeđuje da troškovi delova ne prelaze jedinične troškove

proizvoda, (30) obezbeđuje da jedino ako je odabran deo P_j modula M_i , može biti odabran deo P_l modula M_k , (31) predstavlja ograničenje neizvodljivosti i (32) omogućava nenegativnost.

Ovakvom jednom modelu se mogu dodati još neka ograničenja, ali i izbaciti u zavisnosti od zahteva dizajna proizvoda. U radu su prikazana još dva modela koji su nadogradnja predstavljenog modela sa dodatnim ograničenjima u vezi sa troškovima proizvodnje i ukupnim budžetom.

Jedan od interesantnih problema koji se odnosi na projektovanje proizvoda jeste konfigurisanje proizvoda. Ovaj problem su u svom radu predstavili Xuanyuan, Jiang, Patil, Li, & Li (2009). Oni strukturu proizvoda predstavljaju kroz tri hijerarhijske kategorije (Slika 43).



Slika 43. Struktura proizvoda (Xuanyuan et al., 2009)

Najviši nivo predstavlja samostalni čvor koji označava nivo proizvoda, odnosno, obuhvata sve sklopove, podsklopove, komponente i delove. Listovi (engl. *leaf nodes*) predstavljaju komponente koje se dobijaju (kupovinom ili proizvodnjom), odnosno, delove koji čine osnovu konfiguracije proizvoda. Srednji delovi su podsklopovi koji se formiraju od listova, tj. komponenti. Komponente mogu imati više promenljivih alternativa (delova). Svaki deo ima svoje karakteristike (npr. troškovi) i ograničenja u odnosu na ostale delove. Autori se u radu koncentrišu na konfiguraciju proizvoda korišćenjem komponenata. Ne uzimaju u obzir sporna pitanja koja se odnose na više instance, npr. podsklopove.

Optimizacioni model se zasniva na sledećem:

- Poznate su sve komponente proizvoda, delovi koji sačinjavaju komponente, troškovi svakog dela, vreme kašnjenja (engl. *lead time*), kompatibilnost ograničenja među delovima, postojeći nivo zaliha delova,
- Potrebno je pronaći moguću konfiguraciju proizvoda kao kombinaciju delova,
- Minimizacija ukupnih troškova proizvodnje, vremena kašnjenja, neuravnoteženosti nivoa zaliha alternativnih delova za komponente.

Korišćena je sledeća notacija:

N – broj komponenti listova u strukturi proizvoda

Q_i – bilo koja komponenta list, $1 \leq i \leq n$

m_i – broj alternativnih delova za komponentu Q_i

P_{ij} – j -ti alternativni deo komponente Q_i , $1 \leq i \leq m_i$

C_{ij} – trošak dela P_{ij}

T_{ij} – vreme kašnjenja (engl. *lead time*) dela P_{ij}

S_{ij} – broj delova P_{ij} na zalihama

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ako je izabran deo } P_{ij} \\ 0, & \text{u suprotnom} \end{cases}$$

U radu su predstavljene tri funkcije cilja:

$$(\min) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} C_{ij} x_{ij} \quad (33)$$

$$(\min) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} T_{ij} x_{ij} \quad (34)$$

$$(\min) \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^{m_i} \left(S_{ij} - \frac{\sum_{j=1}^{m_i} S_{ij}}{m_i} \right)^2} \quad (35)$$

Prve dve funkcije cilja se odnose na minimizaciju troškova i vremena. Treća se odnosi na balansiranje zaliha svih delova, što je predstavljeno u vidu odstupanja od prosečnog nivoa zaliha. Atributi C_{ij} i T_{ij} su fiksni i ne menjaju se. Sa druge strane, atribut S_{ij} predstavlja nivo zaliha koji se menja sa korišćenjem delova.

U Tabeli 9. je predstavljen sažetak prethodno prepoznatih modela čiji je cilj unapređenje ranih faza inovacionih projekata. Ciljna funkcija većine modela se odnosi na maksimizaciju zadovoljstva korisnika koja se ostvaruje definisanjem onih parametara projektovanja koji najbolje odražavaju zahteve korisnika ili minimizaciju odstupanja od unapred definisanih mera kvaliteta korišćenjem *Taguchi* funkcije gubitka kvaliteta. Takođe, u većini modela, kroz ciljnu funkciju ili u ograničenjima, su uključeni troškovi proizvodnje tako projektovanog proizvoda ili ograničenje budžeta.

Tabela 9. Pregled različitih modela projektovanja proizvoda

Autori	Funkcija cilja	Cilj modela	Karakteristike
Askin & Goldberg (1988)	Minimizacija sume gubitaka kvaliteta, materijala i proizvodnih troškova	Pronaći vrednosti parametara koje obezbeđuju dobre performanse kvaliteta i robusnost uz malu promenljivost u slučaju nekontrolisanih faktora okruženja	<ul style="list-style-type: none"> • Model predstavlja ekonomsko opravdanje <i>Taguchi</i> pristupa • Troškovi su prikazani kao funkcija parametara projektovanja određenih <i>Taguchi</i> pristupom • Eksperimentalni dizajn je korišćen za određivanje vrednosti parametara projektovanja koji zadovoljavaju postavljene mere kvaliteta

Dowlatshahi (1992)	Maksimizacija vrednosti koja se pridružuje izabranim delovima u modulu i koja se bazira na atributima simultanog projektovanja	Optimizacija projektovanja proizvoda korišćenjem algoritma i konkurentnog inženjeringa	<ul style="list-style-type: none"> • Algoritam od pet koraka: <ul style="list-style-type: none"> – Dekomponovanje sistema – Definisane delova koji se mogu realizovati – Smanjenje broja delova – Izračunavanje vrednosti na osnovu atributa – Definisane modela i optimizacija dizajna proizvoda • Ograničenje budžeta • Ograničenje troškova proizvodnje
Fung, Tu, Tang, & Wang (2002)	Maksimizacija zadovoljstva korisnika	Odrediti parametre projektovanja koji maksimiziraju zadovoljstvo korisnika pri ograničenjima minimalne vrednosti parametara i ukupnih troškova projektovanja proizvoda	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizacija resursa projektovanja proizvoda korišćenjem nelinearnog <i>fuzzy</i> QFD metoda • Zahtevi za resursima u ovoj fazi su iskazani u <i>fuzzy</i> obliku kako bi se izrazila nepreciznost i neizvesnost koja postoji u ovom delu procesa
Lamghabbar, Yacout, & Ouali (2004)	Minimizacija odstupanja od definisanih ciljnih vrednosti i troškova procesa	Identifikovanje i kvantifikovanje optimalnih troškova proizvodnje delova proizvoda i karakteristika procesa u ranim fazama projektovanja	<ul style="list-style-type: none"> • Matematička formulacija veze između faza projektovanja proizvoda i projektovanja procesa • Simultana optimizacija dve faze • Koristi metodu QFD za prevođenje korisničkih zahteva u parametre projektovanja • <i>Taguchi</i> pristup je korišćen za određivanje vrednosti parametara projektovanja • Ograničenja se odnose na korisničke zahteve, karakteristike proizvoda, dimenzije delova i kapacitet procesa
Piedras, Yacout, & Savard (2006)	Maksimizacija zadovoljstva korisnika i minimizacija odstupanja od definisanih mera kvaliteta	Odrediti parametre projektovanja koji maksimiziraju zadovoljstvo korisnika i minimiziraju kvadratno odstupanje od definisanih ciljnih vrednosti	<ul style="list-style-type: none"> • Predstavljeni model se odnosi na prve dve faze razvoja novog proizvoda – prevođenje korisničkih zahteva u parametre projektovanja i prevođenje parametara u karakteristike dizajna • Za prevođenje zahteva u parametre projektovanja koristi se metoda <i>QFD</i> • Nakon određivanja parametara projektovanja koji maksimiziraju zadovoljstvo korisnika, sledeći korak je određivanje optimalnih vrednosti parametara projektovanja koji će biti ugrađeni u dizajn proizvoda • Koristi <i>Taguchi</i> pristup

<p>Xuanyuan, Jiang, Patil, Li, & Li (2009)</p>	<p>Tri funkcije cilja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimizacija troškova • Minimizacija vremena • Minimizacija neravnoteže u nivou zaliha alternativnih delova za komponentu 	<p>Pronaći najbolju konfiguraciju proizvoda kombinacijom dostupnih delova</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Poznate su sve komponente proizvoda: <ul style="list-style-type: none"> – Delovi koji sačinjavaju komponente – Troškovi svakog dela – Vreme kašnjenja (engl. <i>lead time</i>) – Kompatibilnost ograničenja među delovima – Postojeći nivo zaliha delova • Pronaći moguću konfiguraciju proizvoda kao kombinaciju delova • Minimizirati ukupne troškove proizvodnje, vreme kašnjenja, neuravnoteženost nivoa zaliha alternativnih delova za komponente
<p>Cocco, Cerri, Taisch, & Terzi (2014)</p>	<p>Tri funkcije cilja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimizacija troškova životnog ciklusa • Minimizacija uticaja na životnu sredinu • Maksimizacija performansi proizvoda 	<p>Cilj njihovog pristupa je da se prilikom konceptualizacije proizvoda smanji broj mogućih koncepata proizvoda, bolje upravlja troškovima, smanji uticaj na okruženje i unaprede performanse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Složen optimizacioni problem • Uvode novi termin optimizacija životnog ciklusa proizvoda koji ima za cilj da simultano uključuje evaluaciju troškova, uticaj na životnu sredinu i performanse

6. RAZVOJ INTEGRISANOG MODELA ZA UPRAVLJANJE RANIM FAZAMA INOVACIONIH PROJEKATA

Na osnovu pregleda literature prikazane u radu, može se zaključiti da većina istraživanja ne razmatra pristup koji integriše sve delove upravljanja ranim fazama, počevši od upravljanja idejama do izbora koncepta proizvoda. Dakle, novorazvijeni pristup objedinjuje delove procesa koji se odnose na upravljanje idejama, preko definisanja zahteva korisnika, zatim, prevođenja tih zahteva u tehničke parametre, odabira tehničkih parametara, do određivanja vrednosti odabranih tehničkih parametara koji će ući u sastav koncepta proizvoda. Cilj definisanog pristupa je da putem različitih algoritama i optimizacionih modela, obezbedi što kraće vreme kreiranja koncepta proizvoda uzimajući u obzir maksimalni postignuti kvalitet i minimalne troškove razvoja koncepta proizvoda. Izlazi iz svakog od navedenih segmenta ranih faza se razmatraju u skladu sa ograničenjem dopustivih vrednosti i ciljem ostvarivanja vrednosti što bliže svom optimumu.

6.1. Konceptualni okvir i algoritam za kreiranje novih ideja

Ključ svake uspešne inovacije leži u novoj, kreativnoj ideji. Dakle, ideje se mogu sagledati kao osnovna sirovina ili pokretač čitavog inovacionog procesa jer se njima kreira ili menja sistem (Cooper, 2011). Stoga, može se zaključiti da efikasno upravljanje idejama predstavlja osnovu za uspešno kreiranje novih proizvoda (roba/usluga). Neki od autora tvrde da uspešno upravljanje idejama, kao i upravljanje ranim fazama inovacionih projekata, predstavlja osnovu za uspešno upravljanje inovacijama i sticanje konkurentne prednosti (Amabile, 1988). Upravljanje idejama se može posmatrati kao organizacioni proces u kojem se učesnici ponašaju i razmišljaju u pravcu promena. Jedna od definicija govori da upravljanje idejama predstavlja proces prikupljanja ideja iz različitih izvora (internih i eksternih), kao i organizaciju i prioritetizaciju prikupljenih ideja (Thota & Munir, 2011).

Mnogi prepoznaju značaj upravljanja idejama i pribegavaju formalizaciji ovog procesa obezbeđujući proaktivan način kreiranja i beleženja ideja (npr. sistemi za upravljanje idejama). Različite aktivnosti sačinjavaju ovaj deo procesa, a sve u cilju obuhvatanja što većeg broja izvora ideja i mogućnosti. Neke od tih aktivnosti su:

- Temeljna, ali usmerena tehnička istraživanja,
- Istraživanja novih tehnoloških mogućnosti,
- Rad sa ključnim korisnicima,
- Korišćenje glasa potrošača za beleženje potreba i problema korisnika,
- Analiza konkurentskih proizvoda,
- Preispitivanje zaposlenih i njihovih ideja,
- Preispitivanje eksternih izvora ideja korišćenjem otvorenih inovacija,
- Preispitivanje sopstvenog portfolija,
- I dr.

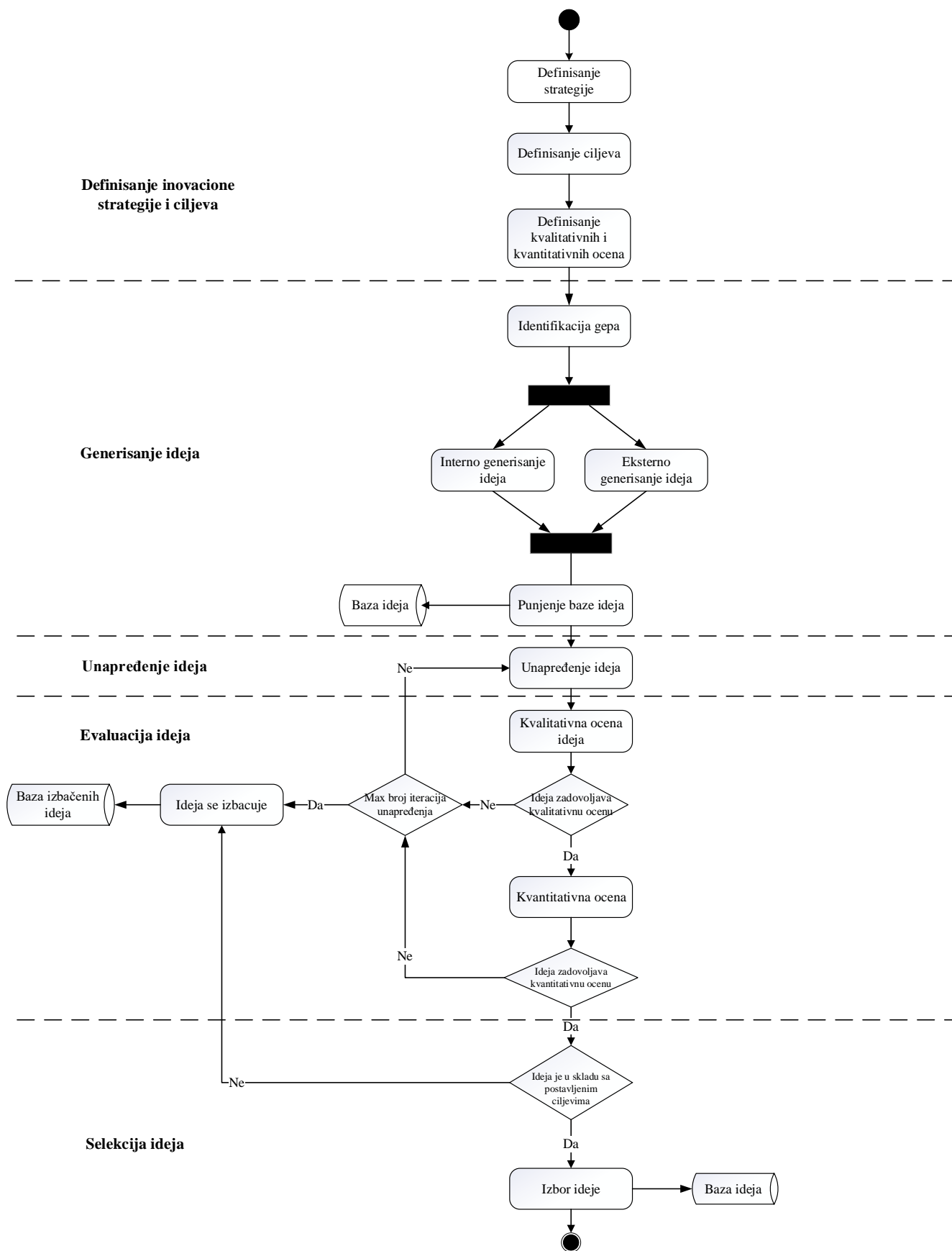
Mnogi autori su se bavili ovim problemom. U Tabeli 10. je dat prikaz faza koje sačinjavaju proces upravljanja idejama.

Tabela 10. Faze upravljanja idejama

(Summa, 2004)	(Iversen et al., 2009)	(Westerski, Iglesias, & Nagle, 2011)	(Malik, 2014)
1. Generisanje ideja ili ideacija 2. Prikupljanje ideja 3. Evaluacija ideja 4. Razvoj 5. Implementacija 6. <i>Follow-up</i> 7. Nagrađivanje	1. Inspirisanje i uključivanje grupe ljudi 2. Generisanje i beleženje 3. Razvoj i unapređenje 4. Evaluacija i selekcija 5. Implementacija 6. Postimplementacioni pregled, učenje i povratne informacije	1. Generisanje ideja 2. Unapređenje ideja 3. Selekcija ideja 4. Implementacija ideja 5. Primena ideja	1. Generisanje i prikupljanje ideja 2. Evaluacija i selekcija ideja 3. Povratne informacija i prepoznavanje 4. Implementacija ideja 5. Banka ideja

Više puta u tekstu je naznačeno, a može se uočiti i iz prethodne tabele, da inovacioni projekti započinju uočavanjem gema i generisanjem ideja kojima bi se mogao premostiti identifikovani gep. Početna faza se može nazvati i fazom planiranja u kojoj kompanija definiše potrebu za razvojem novog proizvoda uzimajući različite aspekte u razmatranje, poput tržišta, portfolija kompanije, nove tehnologije i dr. Ova faza je multifunkcionalna i interdisciplinarna, što je, generalno, karakteristika ranih faza (Cantamessa & Montagna, 2016). Cilj faze je pronalaženje odgovarajućih izvora ideja (zaposleni, inovaciona zajednica, korisnici, dobavljači i dr.) i prikupljanje ideja iz identifikovanih izvora. Na osnovu prikupljenih informacija kreira se sažetak inovativnog rešenja (engl. *product brief*) koji daje kratak opis inovacije u smislu pozicioniranja u odnosu na ciljne segmente tržišta, ali i na postojeći portfolio proizvoda kompanije i konkurenata (Cantamessa & Montagna, 2016; Ullman, 2010). Nakon toga sledi unapređenje ideja, kao jedan od koraka koji omogućava kolaboraciju među učesnicima koji se okupljaju sa ciljem razvoja i unapređenja predloženih ideja. Cilj selekcije ideja je prikupljanje svih podataka u vezi sa dostavljenim idejama i rangiranje ideja po osnovu unapred definisanih kriterijuma. Nakon dobijanja pozitivne ocene, ideje se šalju na implementaciju gde se vrši transformacija ideja u novi proizvod (roba/usluga). Finalno, tako transformisana ideja se plasira na tržište i vrši se praćenje njene uspešnosti kako bi se utvrdilo da li postaje deo proizvodnog portfolija kompanije. Praćenje se vrši na osnovu postavljenih kriterijuma, npr. zadovoljstvo korisnika, povraćaj investicija, uticaj brenda, rast prihoda i dr. Važno je naglasiti da svaka od ovih faza podrazumeva učesće većeg broja internih i eksternih aktera (Westerski et al., 2011).

Imajući u vidu značaj upravljanja idejama, u ovom poglavlju je predstavljen algoritam kojim se daje jedan od mogućih prikaza upravljanja idejama i koji može da posluži kao putokaz za realizaciju ove faze (Slika 44). Osnovna ideja algoritma je prikaz pojednostavljenog modela kojim se kreću aktivnosti počevši od definisanja inovacione strategije, preko definisanja gema koji se treba premostiti, generisanja ideja i njihove evaluacije, do odabira najbolje ideje. U suštini algoritam je podeljen po segmentima koji predstavljaju ključne korake u procesu upravljanja idejama. Implementacija ideja je predstavljena u narednom poglavlju, i to do tačke koja se odnosi na izradu konceptualnog dizajna.

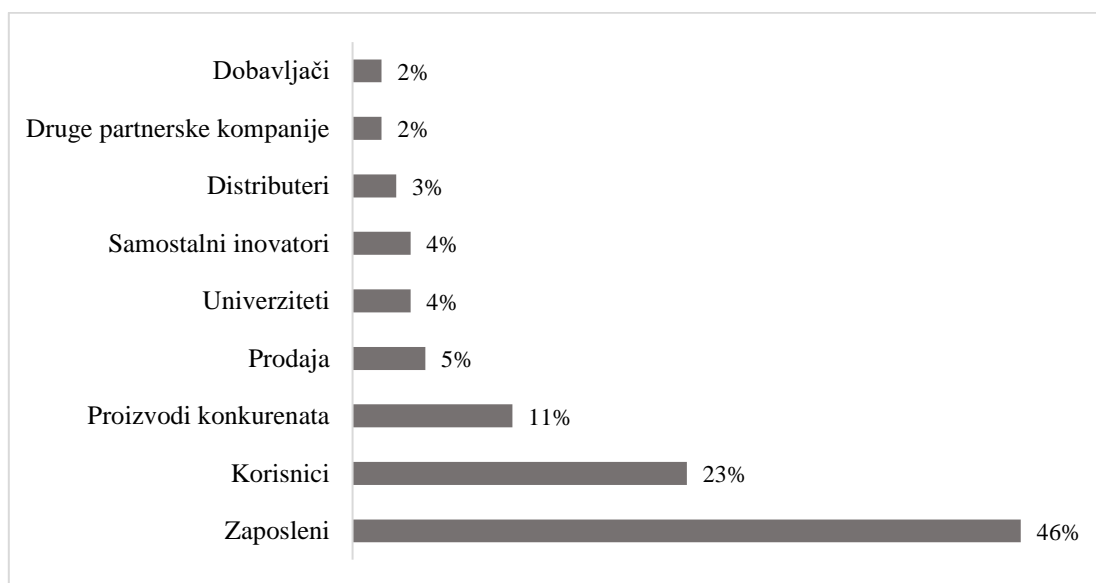


Slika 44. Algoritam za upravljanje idejama

Prvi korak iz predloženog algoritma, ali i preduslov za efikasno generisanje ideja, je definisanje inovacione strategije. Inovacionom strategijom se definiše obuhvat strateškog fokusa, odnosno, vrši se usmeravanje istraživačko-razvojnih aktivnosti i definisanje oblasti u kojoj će se tragati za idejama.

Obuhvat fokusa se može nazvati i poljem istraživanja (engl. *search fields*) koje mora biti atraktivno, ali i takvo da se mogu iskoristiti prednosti postojećih znanja, tehnologije i iskustava sa tržišta i iz proizvodnje. Atraktivnim tržištem se može smatrati ono tržište koje je veliko, koje ima potencijal rasta, slabiju konkurenciju i u okviru koga postoje dobre šanse za razvoj novih proizvoda. Imajući u vidu da inovacije predstavljaju jedan od izvora konkurentnosti, cilj je odabrati ono polje istraživanja koje ima potencijal da postane pokretačka snaga kompanije. Definisanjem strateškog fokusa jasno se određuje okvir u kome treba tražiti šanse za razvoj inovacije (Cooper, 2011; Kahn, 2012; Tidd & Bessant, 2009; Trott, 2005, 2017). Značaj inovacione strategije se potvrđuje činjenicom da je jedan od ključnih kriterijuma koji se preispituju u okviru kapija modela, upravo pitanje „da li je ideja u skladu sa definisanom inovacionom strategijom“. Inovaciona strategija, kao i ostale strategije, proizlazi iz poslovne strategije.

U okviru inovacione strategije se odlučuje o tome koji će se izvori ideja koristiti. Istraživanja, sprovedena u okviru različitih industrija, su pokazala da skoro podjednak broj ideja dolazi iz internih i eksternih izvora (Terwiesch & Ulrich, 2009; Ulrich & Eppinger, 2015). Prema njima oko 46% ideja je generisano od strane zaposlenih (Slika 45).



Slika 45. Izvori ideja (Terwiesch & Ulrich, 2009)

Treba imati u vidu i to da je upravljanje idejama samo deo celokupne slike upravljanja inovacijama koji pored uklapanja sa inovacionom strategijom, takođe, mora da bude i u skladu sa postavljenim ciljevima i sposobnostima kompanije. Kada govorimo o ciljevima misli se na ciljeve koje buduće inovacije treba da postignu u smislu ostvarivanja prihoda, troškova, tržišnog udela i dr. Generalno, svaka faza, ali i aktivnost, mora imati jasno postavljene ciljeve. Ciljevi se mogu posmatrati i kao rezultati definisanih aktivnosti. Neke od osnovnih karakteristika jasno definisanih ciljeva su (Ullman, 2010):

- Svaki cilj bi trebalo predstaviti u vidu nekih kriterijuma koji moraju biti ispunjeni (npr. realizovan koncept, prikupljene informacije, izrađen prototip itd.).
- Moraju biti predstavljeni u formi odluka koje treba doneti i moraju imati jasno definisane ljudske resurse koje je potrebno angažovati.
- Moraju biti lako razumljive za sve članove razvojnog tima.
- Moraju sadržati precizno definisane informacije o tome šta treba razviti.
- Moraju biti izvodljivi u pogledu ljudi, opreme i potrebnog vremena.

Sledeći korak u okviru predstavljenog algoritma je definisanje kriterijuma po osnovu kojih će se vršiti evaluacija ideja. Generalno, evaluacija ideja predstavlja veliki izazov za većinu kompanija. Ovo je povezano sa činjenicom da ideje, na samom početku, nose malo informacija i veliku

neizvesnost, tako da je teško izvršiti prioritetizaciju, obično velikog broja ideja, i doneti odluku koja ideja treba da uđe u proces razvoja. Studije pokazuju da procenat neuspeha novih proizvoda varira od 50% do 90% u zavisnosti od industrije. To je i jedan od glavnih razloga zašto je identifikovan veliki broj kritičnih faktora uspeha razvoja novog proizvoda, jedan od kojih je i evaluacija i selekcija ideja u okviru ranih faza (Haller, 2013).

Kako bi se efikasno realizovao ovaj deo procesa upravljanja idejama, neophodno je definisati kvalitativne i kvantitativne ocene. Kvalitativna ocena ideja je, uglavnom, prvi korak u okviru evaluacije ideja i negde podrazumeva subjektivnu ocenu onoga koji vrši ocenjivanje (može biti i više ocenjivača). Ova ocena se smatra početnim korakom evaluacije i kritičnom tačkom, jer od nje zavisi dalji razvoj ideje. Pozicija ocenjivača u procesu evaluacije je veoma značajna i može se porediti sa ulogom *čuvar kapije* čije odluke značajno utiču na dalji tok inovacionog projekta. Kvantitativna ocena ideja se odnosi na evaluaciju ideja, prema unapred određenim kriterijumima, korišćenjem određenih skala. Dodatno se za svaki od kriterijuma može odrediti neki vid značajnosti, u smislu pondera, koji će određivati prioritet kriterijumima, te njegov uticaj na sveukupnu ocenu. Za određivanje prioriteta mogu se koristiti različite metode višekriterijumskog odlučivanja.

Kada su u pitanju otvorene inovacije i inovaciona takmičenja onda se koriste različiti mehanizmi glasanja (Piller & Walcher, 2006) koji se razlikuju od slučaja do slučaja (npr. *Threadless*, *InnoCentive*, *Quirky*). Naravno, i u slučaju otvorenih inovacija postoji grupa eksperata koja vrši ocenjivanje, ali postoje i situacije kada možemo govoriti o tzv. otvorenoj evaluaciji. Otvorena evaluacija označava integraciju stejkholdera koji nisu članovi standardne grupe donosilaca odluka, koji vrše procenu proizvoda i usluga u njihovim ranim fazama, koristeći različite IT podržane mehanizme za ocenjivanje. Ti mehanizmi mogu biti glasanja korišćenjem različitih skala (npr. *Treadless*), komentari (npr. *My Starbucks Idea*), kombinacija glasanja stejkholdera i odlučivanja eksperata (npr. *Mein-Pril*) i dr. Sa primenom otvorenih inovacija broj generisanih ideja se drastično povećava, što kao posledicu ima otežanu evaluaciju. Kompanija *Google* je imala problem prilikom kreiranja inovacionog takmičenja *10th to the 100th*, jer su zbog broja generisanih ideja morali da angažuju 3 hiljade zaposlenih da realizuju proces evaluacije (Haller, 2013). Zato je dobro otvoriti i proces evaluacije i dati mogućnost stejkholderima da korišćenjem različitih mehanizama doprinesu odabiru najboljih ideja.

Bez obzira na tip ideje koja se ocenjuje, proces evaluacije mora biti transparentan za one koji učestvuju u procesu. Činjenica je da kada su ljudi upoznati sa načinom ocenjivanja, veća je verovatnoća da će zainteresovanost, takođe, biti veća, ali i da će učesnici uzeti u razmatranje sve značajne aspekte posmatranja prilikom predstavljanja ideja. Time bi se značajno povećao broj relevantnih ideja i ubrzao proces koji teži da bude što kraći. Ovim se postiže efikasna komunikacija između učesnika u procesu ideacije, organizaciono učenje, osećaj fer evaluacije i unapređeno angažovanje i posvećenost. Pored toga što su ocene usklađene sa strategijom i ukazuju na strateški pravac kompanije, one služe i kao podsetnik učesnicima na trenutni fokus kompanije.

Veliki broj autora se bavi problemom evaluacije ideja što je dovelo do velikog broja pristupa, predloženih za unapređenje ovog dela procesa. Takođe, uočeni su i različiti kriterijumi koji se mogu koristiti sa ciljem što efikasnije ocene ideja u ranim fazama (Tabela 11).

Tabela 11. Kriterijumi za evaluaciju ideja

Autori	Kriterijumi
(Cooper, 2008)	Strateška podobnost i značaj, konkurentna prednost, tržišna atraktivnost, tehnička izvodljivost, odnos finansijske koristi i rizika, unapređenje ključnih kompetencija
(Ferioli, Dekoninck, Culley, Roussel, & Renaud, 2010)	1. Objektivna ocena: <ul style="list-style-type: none"> - Novost - Izvodljivost (tehnička, ekonomska) - Strategija 2. Subjektivna ocena: <ul style="list-style-type: none"> - Subjektivni kriterijumi: društvena prihvaćenost, razumljivost - Ocena osećaja, intuicija
(Messerle, Binz, & Roth, 2013)	Tržište, korisnici, finansije, interne i eksterne strukture, strategija, politika i prava
(Bacharach, 2016)	Jasnost, korisnost, stabilnost, skalabilnost, trajnost, integracija, profitabilnost
(Putz, 2019)	1. Pokazatelji uspeha: <ul style="list-style-type: none"> - Strateška podobnost - Sinergija - Dodata vrednost - Atraktivnost tržišta - Razlika u odnosu na postojeće proizvode - Potencijal prodaje 2. Izvodljivost: <ul style="list-style-type: none"> - Tehnička - Ekonomska - Pravna - Interne barijere - Barijere ulaska na tržište
(“Innovation Cloud,” 2020)	Strateška podobnost i značaj, proizvod i konkurentnost, izvodljivost, intuicija

Cooper (2008) za evaluaciju ideja predlaže set predefinisanih kriterijuma koji se odnose na *stratešku podobnost i značaj, konkurentsku prednost, tržišnu atraktivnost, tehničku izvodljivost, odnos finansijske koristi i rizika i unapređenje ključnih kompetencija*.

Ferioli, Dekoninck, Culley, Roussel, & Renaud (2010) u svom radu naglašavaju postojanje dve kategorije ocena: *objektivna* i *subjektivna*. Objektivne ocene se mogu preciznije odrediti i obrazložiti. Ovom ocenom se odluke donose na osnovu relevantnih činjenica na koje ne utiče lično osećanje, stavovi i mišljenja pojedinca ili grupe. Neki od objektivnih kriterijuma su novost, izvodljivost (tehnička, ekonomska) i strategija (uklapanje sa postojećom strategijom). S druge strane, subjektivna ocena predstavlja procenu baziranu na nečijem utisku i mišljenju. Dodatno se ova ocena deli na subjektivne kriterijume i ocenu osećaja. Subjektivni kriterijumi mogu biti društvena prihvaćenost (npr. lakoća upravljanja, korisnost, prihvaćenost), razumljivost. Ocena osećaja se donosi bez ikakvih kriterijuma, jednostavno se bazira na nečijoj intuiciji.

Messerle, Binz, & Roth (2013) naglašavaju da u toku procesa evaluacije ideja treba ocenjivati aspekte poput:

- Tržišta – tržišni potencijal,
- Korisnika – potrebe korisnika, vidljive koristi za korisnika,
- Finansija – poređenje procenjenog profita i troškova,

- Internih i eksternih struktura – sinergija, dostupnost tehničkih i ljudskih resursa, infrastruktura,
- Strategije – strateška podobnost, trend, održivost, patentni, organizaciono učenje,
- Politike i prava – zakonska ograničenja, postojeći patentni, političko okruženje.

Bacharach (2016) naglašava sledeće kriterijume:

- *Jasnost* – izbor ideja sa najmanje pretpostavki. Ovaj kriterijum nije dobar za izbor radikalnih inovacija.
- *Korisnost* – da li ideja daje odgovor na poseban zahtev i problem koji postoji na tržištu i da li predložena ideja može da pronađe jasnu tržišnu nišu. U okviru ovog kriterijuma potrebno je potvrditi praktičnost, upotrebljivost i mogućnost prodaje onoga što ideja predstavlja.
- *Stabilnost* – da li ideja u okviru tržišne niše odgovara na jednokratnu jedinstvenu potrebu ili ima neku stabilnost tokom vremena.
- *Skalabilnost* – da li je ideju moguće prilagođavati i menjati u skladu sa potencijalnim promenama zahteva na tržištu.
- *Trajnost* – da li se ideja može razviti u proizvod koji će vremenom kod korisnika izazvati osećaj neophodnosti.
- *Integracija* – da li je ideja u potpunosti u skladu sa strategijom organizacije.
- *Profitabilnost* – kakav je potencijal ideje u smislu ostvarenja prihoda.

Jedna od podela nam govori da postoje *pokazatelji uspeha* i *izvodljivosti* (Putz, 2019):

1. *Pokazatelji uspeha:*

- Strateška podobnost,
- Sinergija sa postojećim portfoliom, bez potrebe za kanibalizacijom,
- Dodata vrednost za korisnike,
- Atraktivnost ciljnog tržišta,
- Diferencijacija u odnosu na postojeće proizvode,
- Potencijal prodaje.

2. *Izvodljivost:*

- Tehnička izvodljivost,
- Barijere ulaska na tržište,
- Ekonomska izvodljivost,
- Pravni aspekt,
- Interne barijere.

Još neki od kriterijuma koji se mogu pronaći u literaturi i praksi za ocenjivanje ideja su (“Innovation Cloud,” 2020):

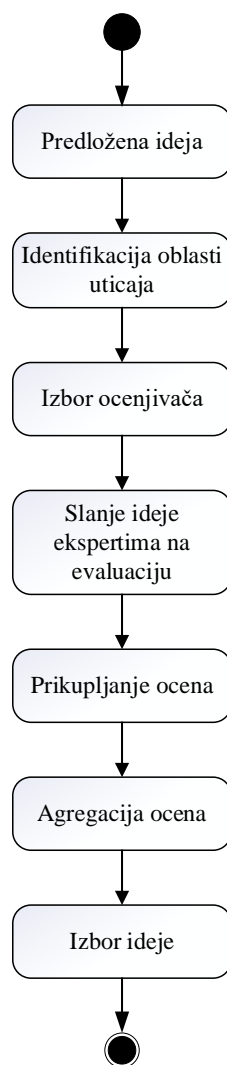
- *Strateška podobnosti i značaj:*
 - Ocena strateške podobnosti,
 - Značaj projekta,
 - Procenjena vrednost projekta,
 - Procena zainteresovanosti korisnika.
- *Proizvod i konkurentnost:*
 - Jedinstvena korist za korisnike,
 - Vrednost za uložena sredstva,
 - Konkurentna prednost proizvoda.
- *Izvodljivost:*
 - Uticaj na životnu sredinu,
 - Zahtevana tehnologija,
 - Troškovi i vreme do implementacije.
- *Intuicija* – osećaj ocenjivača.

Nakon definisanja kriterijuma za evaluaciju, može se krenuti u sprovođenje procesa koji započinje identifikacijom gepa. S obzirom da projektovanje proizvoda ima za cilj da ispuni određene potrebe koje postoje negde u kompaniji ili na tržištu, u tom slučaju, prvi korak mora biti otkrivanje te potrebe. Imajući u vidu da u svakom trenutku postoji veliki broj potreba koje treba realizovati, ključni problem predstavlja odabir inovativnih ideja koje će se razvijati. U literaturi se ovaj deo inovacionih projekata često posmatra i kao identifikacija mogućnosti ili šansi za razvojem inovacije. Šansa predstavlja početni opis inovativnog proizvoda, neke nove potrebe, nove tehnologije, a može se tumačiti i kao gruba procena načina premošćavanja identifikovanog gepa. Uzevši u obzir veliku neizvesnost, koju nosi ovaj deo projekta, šanse se mogu posmatrati i kao hipoteze potencijalnih vrednosti i načina kreiranja tih vrednosti (Ulrich & Eppinger, 2015).

Nakon identifikacije gepa sledi odabir načina prikupljanja ideja. U okviru algoritma je predstavljeno da se ideje generišu paralelno, interno i eksterno. Naravno, ovaj deo procesa se definiše u skladu sa postavljenom strategijom i podrazumeva da generisanje ideja može biti i samo interno i samo eksterno. Ovde je značajno pomenuti ulogu sistema za upravljanje idejama kojima se može na jednostavan način rešiti problem prikupljanja ideja, bez obzira da li ono bilo interno, eksterno ili kombinacija. Značaj sistema je u tome što se njima obezbeđuje infrastruktura koja olakšava proces svim stranama.

Sledeći korak u algoritmu predstavlja unapređenje ideja. Ovaj deo procesa se može smatrati i međukorakom, koji se dešava pre nego što ideja ode na formalnu evaluaciju i koji daje vremena onom ko je generisao ideju da je popravi, ukoliko za tim postoji potreba. Cilj unapređenja ideje je da se kolaborativnim i interaktivnim pristupom sa ostalim učesnicima sistema dođe do unapređenja ideje. Najčešći mehanizmi za unapređenje, koji se koriste u sistemima, su komentari i diskusije. Mehanizmi treba da posluže kao prostor za kolaboraciju u kojem bi se predlagala moguća unapređenja. Kolaboracija bi trebalo da izražava pozitivne stavove, u smislu podrške. Negativne komentare ne bi trebalo slati jer mogu obeshrabriti ne samo onoga čija je ideja, već i sve ostale potencijalne učesnike (Haller, 2013).

Nakon unapređenja, ideja se šalje na formalno ocenjivanje koje realizuju eksperti iz oblasti. Poželjno je učestvovanje većeg broja eksperata (Armstrong, 2001; Soukhoroukova, Spann, & Skiera, 2012), jer se time smanjuje subjektivnost. Sa smanjenjem broja eksperata koji učestvuje povećava se šansa za neuspeh (Soukhoroukova et al., 2012). Odabrani eksperti mogu biti iz različitih funkcionalnih jedinica, poput marketinga, istraživanja i razvoja, proizvodnje i dr. Ocenjivanje se vrši na osnovu unapred postavljenih kriterijuma (Tabela 12). Što bolje ideja ispunjava neki kriterijum, to je i ocena bolja. Nakon prikupljenih ocena sledi agregacija, odnosno, svođenje na jednu vrednost (Slika 46). Ovaj deo procesa se može realizovati na više načina. Jedna od mogućnosti je da se izračuna srednja vrednost svih ocena eksperata (Van Bruggen, Lilien, & Kacker, 2002). Kod sistema za upravljanje idejama prilikom računanja srednje vrednosti treba imati u vidu i težine koje nose određeni kriterijumi. Težina označava značaj određenog kriterijuma koja, uglavnom, nije normalizovana, već može uzeti vrednost između 0 i 1 (0 – nema značaj, 1 – najviši nivo značajnosti). Ocenjivanje ideja se može realizovati korišćenjem različiti metoda višekriterijumskog odlučivanja, takođe, i korišćenjem metode Delfi (Rowe & Wright, 1999). Primena metode Delfi je dobar pokazatelj zašto treba koristiti više eksperata u procesu evaluacije.



Slika 46. Proces evaluacije

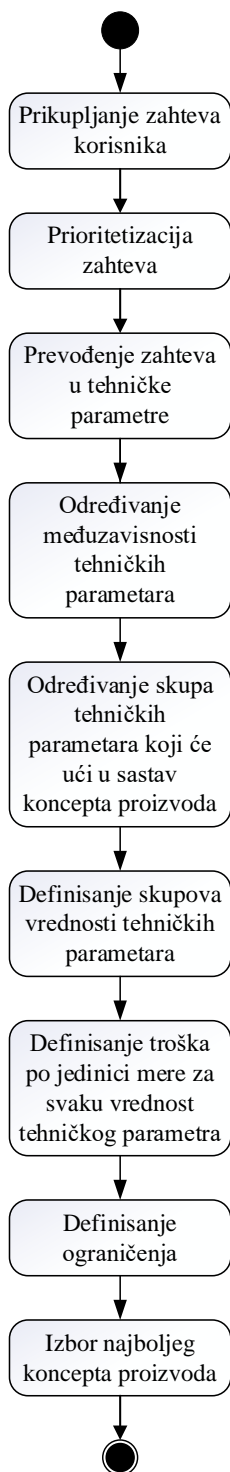
Evaluacija ideja ima za cilj da kreira listu prioriteta u okviru skupa ideja na osnovu procene eksperata o potencijalu svake ideje. Potencijal ideje se odnosi na sposobnost ideje da preraste u proizvod (roba/usluga) koji će postići uspeh na tržištu.

Sledeći dobijene ocene iz prethodnog koraka, biraju se one ideje koje zadovoljavaju postavljene kriterijume i koje se, svakako, uklapaju u inovacionu strategiju i postavljene ciljeve kompanije. Ideje koje prođu početnu „kapiju“ šalju se dalje u proces implementacije koji prvo podrazumeva izradu koncepta, zatim prototipa i na kraju finalnog proizvoda. Pretpostavka predstavljenog modela i pristupa je da se na osnovu algoritma za upravljanje idejama bira jedna ideja koja ulazi u sledeću fazu inovacionog projekta.

6.2. Definisanje koncepta

Definisanje koncepta predstavlja aktivnost u okviru razvojnog procesa koja obuhvata izbor rešenja koje bi trebalo da ispunjava prethodno definisane korisničke zahteve i definisani poslovni slučaj. Na osnovu koncepta proizvoda dalje se izrađuju tehničke specifikacije koje će učesnicima u narednim koracima razvoja dati jasnu predstavu o funkcijama i nivoima performansi koje bi proizvod trebalo da postigne (Cantamessa & Montagna, 2016). Da bi se definisao koncept neophodno je prvo izvršiti analizu korisničkih zahteva. Ovom analizom se identifikuju zahtevi koje korisnici žele da budu ugrađeni u novi proizvod (roba/usluga). Kada govorimo o kreiranju koncepta veoma je važno naglasiti značaj koji nosi tranzicija korisničkih zahteva u

specifikacije proizvoda. Ovaj deo procesa može biti veoma složen i zavisi od prirode inovacije, te tipa novine. Prikaz dijagrama toka ovog dela predstavljenog pristupa dat je na Slici 47.



Slika 47. Dijagram toka za izbor optimalnog koncepta proizvoda

6.2.1 Definisavanje koncepta korišćenjem metode QFD

Yoji Akao je 1960. godine predstavio QFD kao metodu koju bi trebalo koristiti prilikom definisanja inženjerskih karakteristika proizvoda na osnovu zahteva korisnika (Akao, 1990; Cristiano, Liker, & White, 2001). Prva primena je zabeležena u Japanu početkom 1970tih, a na zapadu, 1980tih (Chan & Wu, 2002). Istraživanja su pokazala da je kompanija *Toyota* primenom ove metode uspela

da snizi troškove faza pre proizvodnje za 60%, za vremenski period od 1977. do 1984. (Hauser & Clausing, 1988; Kahraman, Ertay, & Büyüközkan, 2006). Među prvim kompanijama koje su počele da upotrebljavaju ovaj metod na zapadu su *Ford Motor Company*, *Procter & Gamble*, *3M Corporation*, *AT&T*, *Hewlett Packard*, *Kodak*, *Motorola*, *NASA*, *Xerox* (Mehrerdi, 2010). QFD se danas uspešno koristi u mnogim kompanijama kao moćan alat za donošenje strateških i operativnih odluka u poslovanju.

Inicijalno je predstavljena kao metoda za prikupljanje i analizu glasa potrošača sa ciljem razvoja proizvoda većeg kvaliteta. Samim tim, primarne funkcije QFD metode su se odnosile na razvoj proizvoda, upravljanje kvalitetom i analizu korisničkih zahteva. Kasnije su se funkcije proširile na projektovanje, planiranje, inženjerstvo, upravljanje, timski rad, terminiranje i upravljanje troškovima. Neke od prvih primena metode QFD su zabeležene u oblastima brodogradnje (Nishimura, 1972) i elektronske industrije (Akao, 1972). Međutim, primena metode se brzo širila, tako da je preko automobilske, elektronike i softvera, brzo našla primenu i u uslužnom sektoru, poput bankarstva, zdravstva i obrazovanja. Donekle se može reći da ne postoji granica kada su u pitanju potencijalna polja primene ove metode (Chan & Wu, 2002), te da se može koristiti u bilo kom projektu koji se odnosi na razvoj i koji ima definisanog korisnika. Smatra se jednim od najznačajnijih menadžment alata razvijenih za obezbeđenje kvaliteta novih ili unapređenih proizvoda (roba/usluga) (Han, Chen, Ebrahimpour, & Sodhi, 2001; ISO 16355-1, 2015).

Akronim QFD potiče od engleskog termina *quality function deployment* koji, u suštini, predstavlja tumačenje naziva metode na japanskom. Jedan od načina za tumačenje ovako odabranih reči je sledeći (Jensen, 2016):

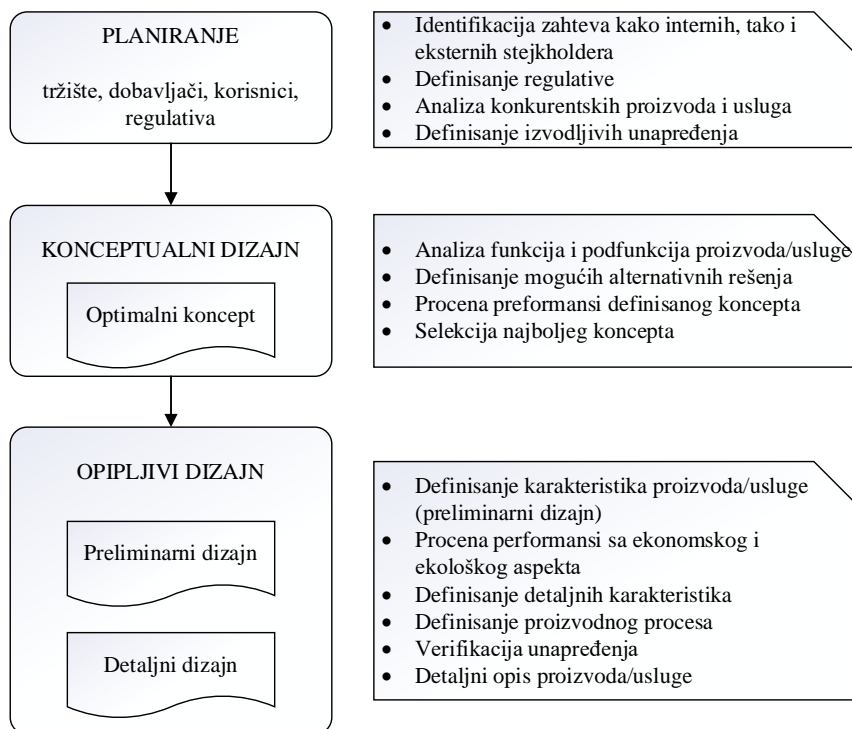
- *Quality* – zadovoljiti ili prevazići zahteve korisnika,
- *Function* – specifična aktivnost proizvoda ili procesa,
- *Deployment* – organizovati za upotrebu.

Prema (Sullivan, 1986), QFD metoda predstavlja sredstvo kojim se vrši prevođenje korisničkih zahteva u odgovarajuće tehničke parametre. Prema Međunarodnom standardu ISO 16355:2015, QFD metoda se definiše kao upravljanje svim organizacionim funkcijama i aktivnostima kako bi se obezbedio kvalitet proizvoda. Dodatno, Standard naglašava da metoda obezbeđuje zadovoljstvo korisnika i stejkholdera time što predlaže uključivanje onih zahteva koji su najznačajniji. Ti zahtevi moraju biti prepoznati i shvaćeni korišćenjem različitih kvantitativnih i kvalitativnih alata i metoda kojima bi se povećalo poverenje u fazu projektovanja i razvoja. Pored zadovoljstva koje se odnosi na korisnike ili stejkholdere, ovom metodom se unapređuje celokupan proces razvoja novog proizvoda, a neke od koristi koji se postižu su (ISO 16355-1, 2015):

- Povećanje zadovoljstva korisnika,
- Poboljšanje komunikacije članova tima,
- Sistematske i sledljive odluke projekatana,
- Efikasnija upotreba resursa,
- Niži stepen dorade proizvoda u kasnijim fazama,
- Skraćenje vremena izlaska na tržište,
- Sniženje troškova životnog ciklusa,
- Unapređenje reputacije organizacije među stejkholderima.

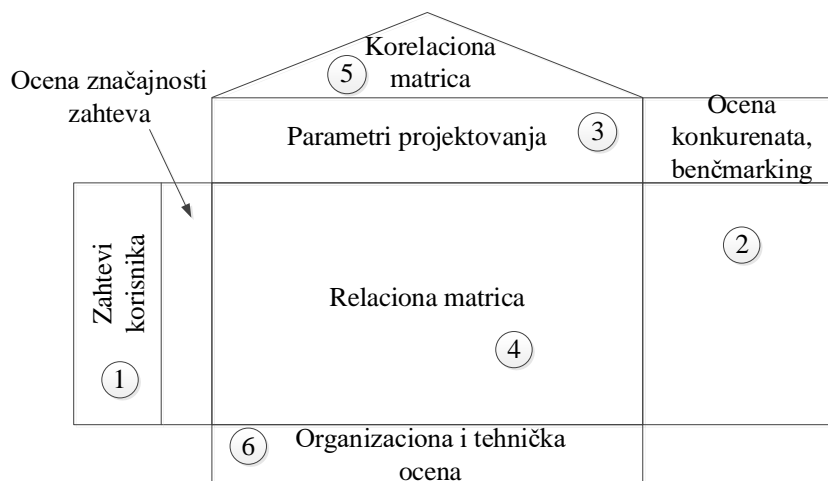
Postoje i nedostaci u primeni ove metode, a pre svega se odnose na to da QFD matrica može biti velika, te da oduzima puno vremena u procesu realizacije. Takođe, korisnički zahtevi mogu biti dvosmisleni i kontradiktorni, što je teško rešiti. Dalje, korisnički zahtevi su dinamičke prirode, a to se ne uzima u obzir prilikom realizacije metode. Još jedna od poteškoća koja karakteriše primenu metode QFD je prevođenje korisničkih zahteva, kojih može imati puno, a ne moraju se svi prevesti u tehničke parametre. Dodatno, nedostatkom se može smatrati i subjektivnost u ocenjivanju eksperata prilikom popunjavanja relacione matrice (Abu-Assab, 2012).

Dakle, QFD predstavlja jedan integrativni, timski i sistematski pristup planiranju, komunikaciji i adresiranju korisničkih zahteva i konkurentske prednosti, kroz različite faze razvoja proizvoda i procesa (Jensen, 2016) (Slika 48). Metoda QFD se može koristiti i kao alat za projektno planiranje, s tim da plan, kao izlaz iz ove metode, daje detaljan prikaz o tome šta treba raditi i po kom redosledu, ali ne otkriva ko i kada će realizovati plan. Zato je treba koristiti u kombinaciji sa metodama upravljanja projektima kako bi se definisao termin plan aktivnosti i kako bi se omogućilo jednostavnije izveštavanje „projektnog sponzora“ u vezi sa progresom projekta (Jensen, 2016).



Slika 48. Primena metode QFD u procesu projektovanja proizvoda (adaptirano prema (Fargnoli & Sakao, 2017))

Prva matrica koja se definiše prilikom realizacije metode poznata je kao kuća kvaliteta (engl. *House of quality*) (Slika 49). Kuća kvaliteta ilustruje proces tranzicije od liste korisničkih zahteva kojima se daje odgovor na pitanje šta raditi, do liste parametara projektovanja ili tehničkih parametara kojima se daje odgovor na pitanje kako realizovati zahteve korisnika (Maritan, 2015; Milutinović & Stošić, 2019).



Slika 49. QFD matrica ili kuća kvaliteta (Milutinović & Stošić, 2019)

QFD metoda u opštem slučaju obuhvata šest koraka (Franceschini, 2002; Maritan, 2015; Jensen, 2016; Milutinović & Stošić, 2019):

1. *Definisanje korisničkih zahteva* – prikupljanje informacija o zahtevima i očekivanjima korisnika u vezi sa inovativnim rešenjem. Realizacijom prvog koraka definiše se šta treba uraditi kod inovativnog rešenja. Dodatno, nakon definisanja liste zahteva određuje se nivo značajnosti (apsolutna i relativna) zahteva na osnovu ocena korisnika (npr. ocenama od 1-5).
2. *Benčmark u odnosu na konkurentske proizvode* – korisnici vrše ocenjivanje definisane liste zahteva u odnosu na identifikovane konkurentske proizvode na tržištu, uglavnom, korišćenjem iste skale kao u prethodnom koraku.
3. *Definisanje parametara projektovanja* – sve zahteve korisnika treba prevesti u parametre projektovanja ili tehničke parametre. Ovim delom procesa se dobija odgovor na pitanje kako treba nešto uraditi.
4. *Definisanje relacione matrice* – definišu se vrednosti relacija između zahteva korisnika i parametara projektovanja (relacija između pitanja šta raditi i kako raditi). Relacionu matricu popunjava QFD tim, unošenjem ocena unutar polja gde se može odrediti relacija između zahteva i parametara, korišćenjem različitih skala (npr. 9 – jaka relacija, 3 – umerena relacija, 1 – slaba relacija).
5. *Definisanje korelacione matrice* – definišu se relacije između tehničkih parametara u okviru korelacione matrice ili tzv. „krova kuće kvaliteta“. Popunjavanje „krova“ podrazumeva utvrđivanje relacija, u smislu, da li jedan parametar utiče na drugi, odnosno, da li unapređenje jednog parametra utiče pozitivno ili negativno na unapređenje drugog. Za popunjavanje ove matrice, uglavnom, se koriste vrednosti „-“ strogo negativna, „-“ negativna, „+“ pozitivna, „++“ strogo pozitivna.
6. *Određivanje tehničke značajnosti* – računa se za svaki tehnički parametar i predstavlja sumu proizvoda nivoa značajnosti i elemenata unutar relacione matrice.

Metoda QFD može imati i više faza što zavisi od pristupa i dela projekta u kojem se primenjuje. Na osnovu predstavljenog slučaja, nakon definisanja tehničke značajnosti definišu se prioriteta tehničkih parametara koji mogu ući u sastav koncepta proizvoda.

6.2.2 Proširenja i unapređenja QFD metode

Brojne ekstenzije i modifikacije metode QFD su razvijene sa namerom da se metoda unapredi. Najčešće modifikacije se vezuju za primenu različitih metoda višekriterijumskog odlučivanja, zatim teorije *fuzzy* skupova, ali i korišćenje metoda optimizacije. Neke od njih su:

- Analitičko hijerarhijski proces – AHP,
- Analitičko mrežni proces – ANP,
- TOPSIS,
- FMEA,
- Kano model,
- TRIZ,
- Tagučii metod,
- Neuronske mreže,
- Kondžoint analiza,
- Problem pokrivanja skupova,
- I dr.

Možda jedno od najčešćih unapređenja QFD metode je primena opšte poznate metode AHP. Ova metoda se, uglavnom, koristi za rangiranje i ocenu relativnog značaja korisničkih zahteva. Pretragom *Google Scholar* baze na ključne reči *QFD*, *AHP* i *New product development* pojavljuje se

oko 14500 radova, koji su iz različitih oblasti. Neki od časopisa koji su objavili radove na ovu temu su *Expert system with applications*, *Journal of cleaner production*, *Computers & Industrial engineering*, *Operations management research*, *Journal of Business & Industrial Marketing*, *European Journal of Innovation Management* i mnogi drugi.

Još jedna od metoda višekriterijumskog odlučivanja koja se koristi za unapređenje metode QFD, je ANP metoda. Slično kao i kod AHP metode, koristi se za prioritizaciju korisničkih zahteva. ANP je fleksibilna metoda koja se može koristiti za kompleksnije probleme jer omogućava sagledavanje relacija između elemenata, ne samo između različitih hijerarhijskih nivoa, već i unutar istog nivoa hijerarhije. Pretragom u bazi *Google Scholar* na ključne reči, kao rezultat dobija se oko 5500 radova. Slični su časopisi prema broju pojavljivanja kao kod prethodnog unapređenja.

Veoma zastupljeno unapređenje predstavlja primena FMEA (engl. *Failure Modes and Effects Analysis*) metode za upravljanje rizikom. FMEA se u koristi za smanjenje rizika dizajna novog proizvoda, zapravo, za ocenu mogućnosti otkaza svake definisane karakteristike koja treba da uđe u sastav proizvoda. Pretragom u bazi *Google Scholar* kao rezultat se dobija oko 9000 radova, dok su neki od časopisa *Procedia CIRP*, *Journal of cleaner production* i mnogi drugi.

Jedan od načina da se identifikuju odgovarajući zahtevi korisnika, te definiše minimalno održivi proizvod – MVP (engl. *minimum viable product*), je primena Kano modela. Kano model se koristi za identifikaciju zahteva korisnika i kreiranje atraktivnog proizvoda kojim će se maksimizirati zadovoljstvo korisnika. Specifično za ovaj model je da kategoriše definisane zahteve korisnika na osnovne, jednodimenzionalne, atraktivne, neutralne i negativne i time određuje one zahteve koji će omogućiti da se kreira najbolji MVP. Pretragom na ključne reči kao rezultat dobija se oko 6700 radova.

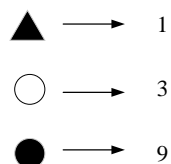
TRIZ metoda se, takođe, vrlo često koristi kao osnova za unapređenje. Oko 5000 radova se može naći pretragom na ključne reči. Primena Tagučić metoda u kombinaciji sa QFD metodom za dobijanje visokog kvaliteta dizajna proizvoda, je veoma prisutna u literaturi. Negde oko 6500 radove se dobija kao rezultat pretrage na ključne reči. Oko 3300 radova se može naći na temu kombinovanja metoda kondžoint analize i metoda QFD. I neuronske mreže se mogu koristiti za određivanje korisničkih zahteva i predstavljaju jedno od unapređenja novijeg doba koje se sve više i više sreće u radovima.

Pored toga što postoji veliki broj radova na temu unapređenja metode QFD, interesantno je da se identifikovana unapređenja koriste u različitim oblastima što se, takođe, može potvrditi pregledom radova i časopisa u kojima su ti radovi objavljeni.

6.3. Primena problema pokrivanja skupova za identifikaciju tehničkih parametara

Jedan od pristupa koji se može koristiti za unapređenje metoda QFD je primena problema pokrivanja skupova za određivanje tehničkih parametara. Ovaj pristup je interesantan jer se njime omogućuje određivanje minimalnog skupa tehničkih parametara koji bi pokrili sve definisane zahteve korisnika (Franceschini, Galetto, & Maisano, 2007).

Primenom tradicionalnog pristupa QFD metode, finalni prioriteti se dobijaju na osnovu koncepta relativne značajnosti tehničkih parametara (Tabela 12). Dakle, nakon određivanja zahteva korisnika definiše se stepen značajnosti d_i za svaki od zahteva korisnika. Sledeći korak se odnosi na prevođenje zahteva u tehničke parametre i popunjavanje relacione matrice. Matrica se popunjava korišćenjem simbola koji nose određene vrednosti (Slika 50). Uglavnom se za ocenjivanje koristi skala od tri vrednosti i to, 1-3-5 ili 1-3-9 ili 1-5-9.



Slika 50. Simboli i njihove vrednosti za popunjavanje relacione matrice

Nakon popunjavanja matrice izračunava se nivo značajnosti w_j za svaki od definisanih parametara. Nivo značajnosti se dobija kao suma svih proizvoda stepena značajnosti korisničkih zahteva d_i i vrednosti r_{ij} koja označava jačinu veze između korisničkog zahteva i i tehničkog parametra j .

$$w_j = \sum_{i=1}^m d_i * r_{ij} \quad (36)$$

m – broj korisničkih zahteva

n – broj tehničkih parametara

d_i – stepen relativnog značaja i -tog zahteva korisnika

r_{ij} – vrednost koja označava jačinu veze između i -tog zahteva korisnika i j -tog tehničkog parametra,

$i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$

w_j – nivo značajnosti tehničkog parametra $j, j = 1, \dots, n$

Tabela 12. Primer primene metode QFD (Franceschini et al., 2007)

▲ = 1 slaba veza ○ = 3 srednja veza ● = 9 jaka veza		Tehnički parametri								
		parametar 1	parametar 2	parametar 3	parametar 4	parametar 5	parametar 6	parametar 7	parametar 8	parametar 9
Zahtevi korisnika	Stepen značajnosti d_i									
zahtev 1	5	●	○	●	○	▲			○	
zahtev 2	5				●	▲				
zahtev 3	4	●	●	●		●				
zahtev 4	4						●			○
zahtev 5	3			▲				●		
zahtev 6	3		▲	●		▲		○		
zahtev 7	3	▲		○		○				
zahtev 8	5	▲							●	
zahtev 9	4	○	▲	▲		▲		○		
zahtev 10	3									●

Apsolutni značaj – w_j	101	58	124	60	62	36	48	60	39
Relativni značaj (%) – w_j^*	17.18	9.86	21.09	10.20	10.54	6.12	8.16	10.20	6.63
Rang	2	6	1	4	3	9	7	4	8

Kao što se može videti iz Tabele 12, prilikom izračunavanja prioriteta tehničkih parametara računaju se apsolutni značaj w_j i relativni značaj w_j^* . Apsolutni značaj se može prevesti u relativni uz pomoć formule

$$w_j^* = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j}, j = 1, \dots, n \quad (37)$$

Izbor kritičnog skupa tehničkih parametara koji će ući u sastav proizvoda (roba/usluge) zavisi od vrednosti relativnog značaja. Evidentno je da što je veća vrednost relativnog značaja veća je i verovatnoća da će neki parametar ući u sastav koncepta proizvoda. Kako bi se odredio finalni izbor parametara, vrlo često se postavljaju dodatna ograničenja, poput definisanja praga u smislu visine relativnog značaja ili definisanja maksimalnog broja parametara. U slučaju primera koji je prikazan u Tabeli 12. ako bismo definisali prag relativnog značaja 10%, kritičan skup bi činili parametri 1-3-4-5-8, što je pet od ukupno devet definisanih tehničkih parametara. Druga mogućnost bi bila da unapred definišemo broj tehničkih parametara, npr. šest, u tom slučaju biramo prvih šest sa najvećim relativnim značajem.

Dodatno, izračunavanje finalnih prioriteta tehničkih parametara može se produbiti uključivanjem *benčmarka*, kao i elemenata *mogućnost unapređenja* i *snaga*. Kada je u pitanju benčmark, korisnici (ili QFD tim) porede potencijalni novi proizvod kompanije sa sličnim proizvodima konkurenata (ocena od 1-5). Ocena mogućnost unapređenja predstavlja ratio ocene novog proizvoda i konkurentskog proizvoda. Element snaga predstavlja koeficijent koji određuje razvojni tim, a kojim je moguće dati veći značaj nekom korisničkom zahtevu iako su ga korisnici npr. označili manje bitnim. Koeficijent snaga može uzeti vrednosti 1; 1.2; 1.5. Dodatni elementi se koriste za izračunavanje apsolutne i relativne težine korisničkih zahteva D_i . Tako određena relativna težina se koristi za određivanje apsolutne i relativne značajnosti tehničkih parametara (u opštem slučaju se koristio stepen relativnog značaja d_i) (Franceschini, 2002).

Dakle, primenom tradicionalnog pristupa QFD biramo one tehničke parametre koji imaju najveći prioritet. Međutim, postavlja se pitanje da li se izborom parametara na ovako definisan način mogu zadovoljiti svi zahtevi korisnika koji su prikupljeni. Jedan od načina da se sigurno postigne zadovoljavanje svih definisanih zahteva sa minimalnim brojem parametara je da se ovaj pristup sagleda kao problem pokrivanja skupova. U tom slučaju rešenje predstavlja minimalan skup parametara koji obezbeđuju globalnu viziju. To ne znači da se ostali parametri zapostavljaju u potpunosti, već da se proces organizuje na način da se veći značaj daje onim tehničkim parametrima koji pokrivaju veći skup korisničkih zahteva (Franceschini et al., 2007; Franceschini & Rossetto, 1998).

Pretraga minimalnog broja tehničkih parametara predstavlja klasičan problem kombinatorne optimizacije (Nemhauser & Wolsey, 1999). Problem se može postaviti na sledeći način, ako je $M = \{1, \dots, m\}$ konačan skup i $\{M_j\}$, za $j \in N = \{1, \dots, n\}$, data kolekcija podskupova, kaže se da $F \subseteq N$ pokriva M ako $\bigcup_{j \in F} M_j = M$. Podskupovi M_j su poznati kao skupovi pokrivanja. Ako sa c_j predstavimo trošak, odnosno, težinu pridruženu svakom podskupu M_j , tada problem pokrivanja skupova postaje problem pokrivanja skupova sa minimalnim troškovima, odnosno, težinom. Pretraga za minimalnim brojem kolona (tehnički parametri su predstavljeni u kolonama) koji će pokriti sve redove (zahtevi korisnika su predstavljeni po redovima) se može tretirati kao problem pokrivanja skupova sa $c_j = 1 \forall j \in N$. Ovaj problem ima nepolinomijalnu računsku složenost, odnosno, vreme njegovog rešavanja se povećava eksponencijalno sa povećanjem dimenzija problema (Parker &

Rardin, 1988). Za rešavanje postavljenog problema može se koristiti heuristički algoritam koji su predložili Nemhauser & Wolsey (1999). Algoritam ima polinomijalnu računsku složenost i specijalno je pogodan za davanje prihvatljivih rešenja u kratkom roku.

Nemhauserov algoritam se definiše na sledeći način.

Početak:

$$M^1 = M, N^1 = N, t = 1$$

Generisanje rešenja u koraku $t > 1$:

(a) izračunaj c_j ; izaberi $j^t \in N : c_t = \min_j \{c_j / \max |M_j \cap M^t|\}$;

$$N^{t+1} = N^t \setminus \{j^t\};$$

$$M^{t+1} = M^t \setminus M_{j^t};$$

Ako je

$$M^{t+1} = \emptyset;$$

onda $t = t + 1$, idi na korak (a).

Ako je

$$M^{t+1} = \emptyset;$$

onda STOP.

Finalno rešenje predstavljaju svi elementi $j \notin N^{t+1}$.

Predstavljeni algoritam se može realizovati kroz sledeće korake (Franceschini, 2002; Franceschini et al., 2007; Franceschini & Rossetto, 1998):

1. Odabrati tehnički parametar koji ima najveći broj relacija sa definisanim korisničkim zahtevima (jačina relacije se ne uzima u obzir). U slučaju da više parametara ima podjednaki broj veza, odabrati onaj koji ima manji trošak (težinu). Ako i dalje postoji jednakost, onda se može odabrati bilo koji.
2. Eliminirati odabrani parametar iz relacione matrice i uneti ga u skup pokrivanja.
3. Obrisati sve veze koje su pokriveno odabranim parametrom.
4. Nastaviti proceduru dok se ne uklone svi simboli (relacije) unutar relacione matrice.

Ovako predstavljeni algoritam ne uzima u obzir niti relativni značaj zahteva korisnika niti ocene značajnosti relacija unutar matrice. Ovo se može izmeniti na način da se za vrednost c_j iz algoritma, uzme apsolutni značaj w_j (može i relativni), iz metode QFD. Dakle, algoritam se menja tako da se u prvom koraku, ukoliko se pojave parametri sa jednakim brojem veza, bira onaj koji ima veći apsolutni ili relativni značaj. U tom slučaju korak algoritma

$$(a) \text{ izračunaj } c_j; \text{ izaberi } j^t \in N : c_t = \min_j \{c_j / \max |M_j \cap M^t|\},$$

menja se u

$$(a) \text{ izračunaj } c_j; \text{ izaberi } j^t \in N : c_t = \max_j \{c_j / \max |M_j \cap M^t|\}.$$

Takođe, nakon eliminisanja svih relacija koje su pokriveno odabranim parametrom, vrši se ponovno računanje c_j (ponovo se računaju apsolutna i relativna značajnost tehničkih parametara) na osnovu vrednosti koje su preostale u relacionoj matrici. Nakon toga se procedura ponavlja sve dok se ne eliminišu preostale relacije (Tabele 13 i 14).

Tabela 13. Primer određivanja minimalnog skupa tehničkih parametara

▲ = 1 slaba veza ○ = 3 srednja veza ● = 9 jaka veza		Tehnički parametri								
		parametar 1	parametar 2	parametar 3	parametar 4	parametar 5	parametar 6	parametar 7	parametar 8	parametar 9
Zahtevi korisnika	Stepen značajnosti d_i									
zahtev 1	5	●	○	●	○	▲			○	
zahtev 2	5				●	▲				
zahtev 3	4	●	●	●		●				
zahtev 4	4						●			○
zahtev 5	3			▲				●		
zahtev 6	3		▲	●		▲		○		
zahtev 7	3	▲		○		○				
zahtev 8	5	▲							●	
zahtev 9	4	○	▲	▲		▲		○		
zahtev 10	3									●
Apsolutni značaj – w_j		101	58	124	60	62	36	48	60	39
Relativni značaj (%) – w_j^*		17.18	9.86	21.09	10.20	10.54	6.12	8.16	10.20	6.63

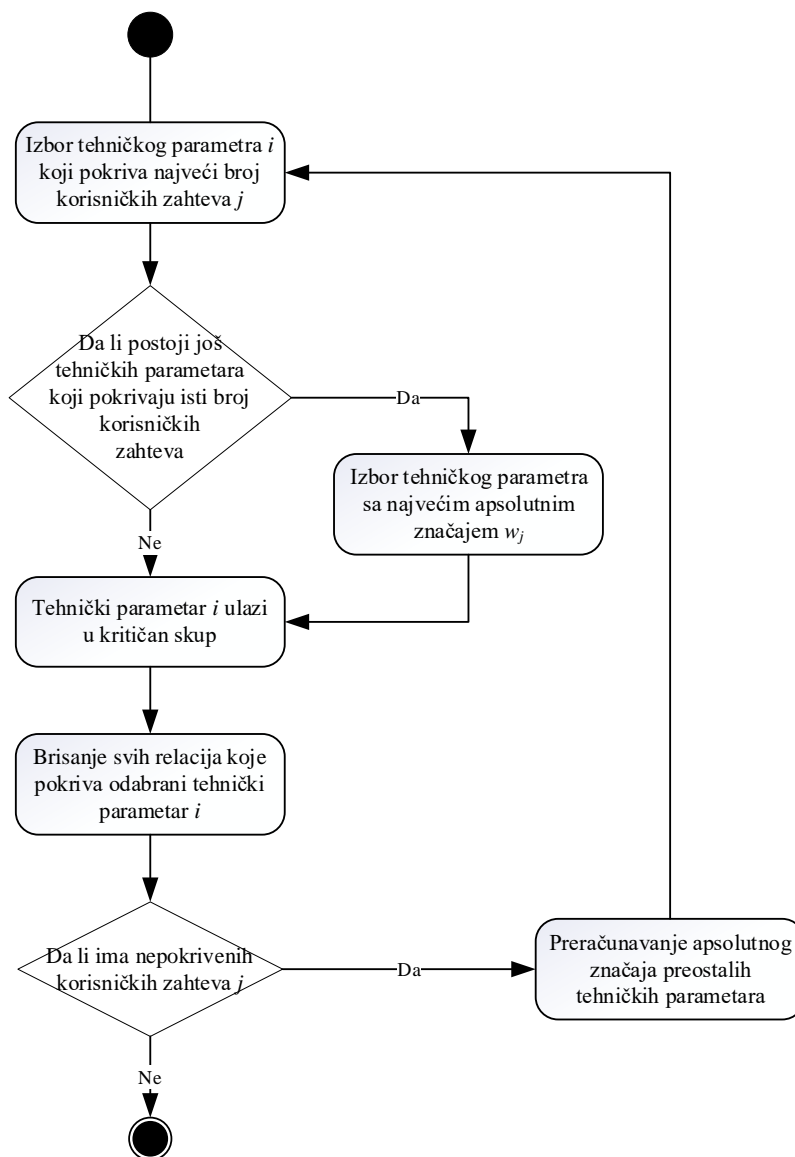
Iz definisane relacione matrice može se uočiti da parametri 3 i 5 imaju podjednak broj relacija, međutim, parametar 3 ima veće c_j . Na osnovu toga ovaj parametar uključujemo u skup. Nakon toga brišemo sve relacije koje pokriva odabrani parametar i ponovo određujemo vrednosti c_j (Tabele 14).

Tabela 14. Primer određivanja minimalnog skupa tehničkih parametara

▲ = 1 slaba veza ○ = 3 srednja veza ● = 9 jaka veza		Tehnički parametri								
		parametar 1	parametar 2	parametar 3	parametar 4	parametar 5	parametar 6	parametar 7	parametar 8	parametar 9
Zahtevi korisnika	Stepen značajnosti d_i									
zahtev 1	5									
zahtev 2	5				●	▲				
zahtev 3	4									
zahtev 4	4						●			○
zahtev 5	3									
zahtev 6	3									
zahtev 7	3									
zahtev 8	5	▲							●	
zahtev 9	4									
zahtev 10	3									●
Apsolutni značaj – w_j		5	0	0	45	5	36	0	45	39
Relativni značaj (%) – w_j^*		2.86	0.00	0.00	25.71	2.86	20.57	0.00	25.71	22.29

Procedura se nastavlja do trenutka kada ispraznimo matricu. Rešenje je skup parametara $\{p_3, p_9, p_4, p_8\}$. Ako pogledamo početnu relacionu matricu (Tabela 13) može se zaključiti da ova četiri parametra pokrivaju sve zahteve korisnika. Ovim se potvrđuje da se Nemhauzerovim algoritmom garantuje rešenje kojim se pokriva čitav skup zahteva.

Na Slici 51. prikazan je algoritam za izbor minimalnog skupa tehničkih parametara kojim se pokrivaju svi zahtevi korisnika.



Slika 51. Algoritam za izbor tehničkih parametara primenom problema pokrivanja skupova

6.3.1 Matematički model za identifikaciju skupa pokrivanja – Model 1

U nastavku je predstavljen matematički model koji je korišćen za izbor tehničkih parametara koji će ući u sastav koncepta proizvoda. Izbor tehničkih parametara je posmatran kao problem pokrivanja skupova. Korišćena je sledeća notacija:

Z – skup korisničkih zahteva

T – skup tehničkih parametara

w_i – apsolutni značaj tehničkog parametra $i, i \in T$

$$b_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ako je korisnički zahtev } j \text{ pokriven tehničkim parametrom } i, (j \in Z, i \in T) \\ 0 & \text{u suprotnom} \end{cases}$$

n – zadati broj tehničkih parametara

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{ako je izabran tehnički parametar } i, (i \in T) \\ 0 & \text{u suprotnom} \end{cases}$$

Na osnovu prethodno prikazanog primera razvijen je matematički model – Model 1. Funkcija cilja je definisana u skladu sa jednim od koraka u rešavanju problema koji se odnosi na odabir tehničkih parametara sa najvećom vrednošću apsolutnog značaja (najveće c_j). Shodno tome, funkcija cilja predstavlja sumu apsolutnih značaja tehničkih parametara koju treba maksimizirati. Ograničenja su definisana tako da se bira minimalan broj tehničkih parametara koji omogućavaju potpuno pokrivanje svih korisničkih zahteva, što predstavlja i ideju rešavanja ovog tipa problema.

$$(\max) f = \sum_{i \in T} w_i * y_i \quad (38)$$

pri ograničenjima:

$$\sum_{i \in T} b_{ij} * y_i \geq 1, \quad j \in Z \quad (39)$$

$$\sum_{i \in T} y_i \leq n \quad (40)$$

$$y_i \in \{0, 1\}, \quad i \in T$$

Funkcija cilja (38) predstavlja sumu apsolutnih značajnosti tehničkih parametara koju treba maksimizirati. Ograničenje (39) obezbeđuje da svaki korisnički zahtev j bude povezan sa barem jednim tehničkim parametrom i . S obzirom na maksimizaciju funkcije cilja i na ograničenje (39) potrebno je uvesti ograničenje (40) koje obezbeđuje da se postepenim povećavanjem zadatog broja tehničkih parametara n , dođe do minimalnog broja tehničkih parametara kojima se pokrivaju svi zahtevi korisnika.

6.3.2 Rešavanje problema primenom GLPK softvera

Prethodni primer je implementiran korišćenjem *open sources* softvera GLPK (*GNU Linear Programming Kit*). GLPK predstavlja softver namenjen rešavanju problema linearnog programiranja, mešovito celobrojnog programiranja i drugih srodnih problema. Neke od osnovnih komponenti softvera su simplex metoda, Primal-dual interior point metode, metoda grananja i odsecanja, prevodilac, API. Modeli se u ovom softveru razvijaju primernom široko primenjivog programskog jezika *GNU MathProg Language – GMPL*, koji je deo *A Mathematical Programming Language – AMPL*. Opis modela u okviru GMPL se sastoji iz dva dela. Prvi deo predstavlja sekciju modela, a drugi, sekciju podataka. Sekcija modela predstavlja ključni deo modela i sadrži opis ciljeva modela (ekstenzija fajla je *.mod*). Sekcija podataka je opciona i sadrži podatke za konkretan model koji se rešava (ekstenzija fajla je *.dat*). U zavisnosti od modela ove dve sekcije mogu biti predstavljene u jednom ili dva posebna fajla (Free Software Foundation, 2016).

Implementacijom i rešavanjem postavljenog problema korišćenjem GLPK softvera, za primer koji je prethodno rešen Nemhauzerovim heurističkim algoritmom, dobija se rešenje da su tehnički parametri kojima se pokrivaju svi zahtevi korisnika $\{p1, p3, p5, p9\}$. Kao i kod primene algoritma, četiri parametra su dovoljna za pokrivanje zahteva korisnika, međutim, dobijeno rešenje se razlikuje. Tehnički parametri $\{p1\}$ i $\{p5\}$ su zamenili parametre $\{p4\}$ i $\{p8\}$. Vrednost ciljne funkcije modela, koja predstavlja sumu apsolutne značajnosti tehničkih parametara, iznosi 326, dok u slučaju primene datog heurističkog algoritma, iznosi 283.

Tumačenjem dobijenih rezultata, primećuje se da se primenom algoritma biraju oni parametri koji u totalu imaju najmanji broj relacija unutar relacione matrice. Imajući u vidu da se u prvom koraku bira parametar koji ima najveći broj relacija i da se nakon toga sledi brisanje svih relacija koje pokriva dati tehnički parametar, logično je da će rešenje imati najmanji mogući broj relacija. Kod rešenja Modela 1 dobijenog primenom kombinatorne optimizacije, to nije slučaj. Dakle, algoritam obezbeđuje minimalan broj relacija, ali ne i maksimalni ukupan apsolutni značaj tehničkih parametara koji ulaze u sastav koncepta proizvoda. Sa druge strane, primenom kombinatorne optimizacije nad Modelom 1, moguće je dobiti rešenje koje ima veći broj relacija, ali i veći ukupni apsolutni značaj tehničkih parametara. Ovim putem se postiže i maksimizacija zadovoljstva korisnika, jer su apsolutni značaj tehničkih parametara i nivo značajnosti korisničkih zahteva direktno srazmerni. Razlika u dobijenim rešenjima se može tumačiti i time što heuristički algoritmi ne garantuju pronalazak optimalnog rešenja, dok se primenom egzaktnih metoda kombinatorne optimizacije, koje koristi GLPK, dobija optimalno rešenje.

Prikaz sekcije modela, sekcije podataka i rešenja, primenom softvera, dato je u Prilogu 1.

6.4. Matematički model za određivanje optimalne vrednosti tehničkih parametara – Model 2

Kao izlaz primene metode QFD, razmatrane u kontekstu primene problema pokrivanja skupova, određen je skup tehničkih parametara F koji pokriva sve zahteve korisnika. Sledeći korak u razvoju pristupa, predstavlja određivanje vrednosti tehničkih parametara koji će ući u sastav koncepta proizvoda. Tim povodom, u ovom poglavlju je predstavljen Model 2 – matematički model za određivanje optimalne vrednosti tehničkih parametara, koji je zasnovan na kritičnom skupu tehničkih parametara odabranom na osnovu Modela 1. Notacija koja će biti korišćena u Modelu 2 je sledeća:

F – skup tehničkih parametara, izaz iz Modela 1

$V(i)$ – skup vrednosti tehničkog parametra $i, i \in F$

c_{ip} – trošak vrednosti p tehničkog parametra $i (i \in F, p \in V(i))$

a_{ijl} – binarni parametar koji označava postojanje relacije između tehničkih parametara i i j , i njihovih vrednosti p i $l (i, j \in F, p \in V(i), l \in V(j))$

q_{ijpl} – ocena kvaliteta relacije vrednosti tehničkih parametara i i $j (i, j \in F, p \in V(i), l \in V(j))$

Q_{\min} – minimalni prosečni kvalitet koncepta proizvoda

B – ukupan budžet

$x_{ip} = \begin{cases} 1 & \text{ako tehnički parametar } i \text{ ima vrednost } p, (i \in F, p \in V(i)) \\ 0 & \text{u suprotnom} \end{cases}$

z_{ijpl} – pomoćna promenljiva kojom se linearizuje nelinearni uslov, $i, j \in F, p \in V(i), l \in V(j)$

k – broj relacija između tehničkih parametara

Svaki tehnički parametar i iz skupa F uzima vrednost p iz definisanog skupa vrednosti $V(i)$. Za svaki tehnički parametar iz skupa F zadat je skup mogućih troškova $c_{ip}, (i \in F, p \in V(i))$. Jedinica mere tehničkog parametra se određuje prilikom primene metode QFD. Takođe, postojanje zavisnosti između tehničkih parametara se određuje na osnovu korelacione matrice. Ulaznim parametrom a_{ipjl} se definiše postojanje relacije između vrednosti zavisnih tehničkih parametara. a_{ipjl} , uzima vrednost 1 ako vrednost p tehničkog parametra i može da ostvari relaciju sa vrednošću l tehničkog parametra j , u suprotnom 0. Cilj ulaznog parametra q_{ipjl} je da oceni performanse kombinacija vrednosti koje su tehnički parametri uzeli iz zadatih skupova vrednosti. Ulazni parametar q_{ipjl} predstavlja subjektivnu ocenu kvaliteta domenskih eksperata i može uzeti vrednosti od 0 do 1. Kako bi se obezbedio visok kvalitet izlaza iz ranih faza inovacionih projekata, neophodno je uvesti minimalni prosečni kvalitet koncepta proizvoda Q_{\min} koji predstavlja unapred određeni prag kvaliteta koncepta proizvoda koji mora biti zadovoljen. Dodatno, pretpostavka modela je i da je neophodno odrediti donju granicu ocene kvaliteta pojedinačnih relacija vrednosti tehničkih parametara, q_{\min} , kako bi se izbegla situacija da relacije koje imaju isuviše nisku ocenu utiču na formiranje koncepta. Ovaj ulazni parametar nije deo matematičkog modela, već se na osnovu njega vrši pretprocesiranje kojim se iz skupa ulaznih parametara q_{ipjl} isključuju sve relacije čija je vrednost manja od zadatog q_{\min} . Takođe, postavljeno je i ograničenje budžeta B koje predstavlja gornju granicu novčanih sredstava predviđenih za jedno inovativno rešenje.

U skladu sa činjenicom da su troškovi, kvalitet i vreme veoma značajni faktori za uspeh razvoja novog proizvoda, formulisani je matematički model koji predstavlja minimizaciju troškova razvoja koncepta proizvoda uz zadovoljenje uslova međuzavisnosti tehničkih parametara i performansi relacija njihovih vrednosti. Dodatno, uključena je i pretpostavka koja se odnosi na tehničke parametre koji ne ostvaruju relacije sa drugim tehničkim parametrima, odnosno, promena vrednosti tog parametra ni na koji način ne utiče na vrednosti ostalih tehničkih parametara. Činjenica je da ne moraju svi tehnički parametri biti povezani. Ukoliko postoji takva situacija, onda se ti tehnički parametri ne moraju uključivati u model budući da ni na koji način ne utiču na rešenje. Preciznije, većina vrednosti ulaznih parametara koji su definisani za predloženi Model 2, ne mogu se odrediti za tehničke parametre bez relacija, te je njihovo uključivanje u model nepotrebno. Ono što se može uraditi je da se nakon dobijanja rešenja, na ukupnu vrednost troška dobijenog rešavanjem modela, dodaju troškovi ovih tehničkih parametara. Za potrebe eksperimenata u radu, ovakve situacije nisu razmatrane.

$$(\min) f = \sum_{i \in F} \sum_{p \in V(i)} c_{ip} \cdot x_{ip} \quad (41)$$

pri ograničenjima:

$$\sum_{p \in V(i)} x_{ip} = 1, \quad i \in F \quad (42)$$

$$z_{ipjl} \leq a_{ipjl}, \quad i, j \in F, i < j, p \in V(i), l \in V(j) \quad (43)$$

$$z_{ipjl} \leq x_{ip}, \quad i, j \in F, p \in V(i), l \in V(j) \quad (44)$$

$$z_{ipjl} \geq x_{ip} + x_{jl} - 1, \quad i, j \in F, i < j, p \in V(i), l \in V(j) \quad (45)$$

$$\sum_{p \in V(i)} \sum_{l \in V(j)} z_{ipjl} = 1, \quad i, j \in F, i < j \quad (46)$$

$$\left(\sum_{i \in F} \sum_{p \in V(i)} \sum_{j \in F: j > i} \sum_{l \in V(j)} q_{ipjl} \cdot z_{ipjl} \right) / k \geq Q_{\min} \quad (47)$$

$$\sum_{i \in F} \sum_{p \in V(i)} c_{ip} \cdot x_{ip} \leq B \quad (48)$$

$$x_{ip} \in \{0,1\}, z_{ipjl} \in \{0,1\}, i, j \in F, p \in V(i), l \in V(j)$$

Funkcija cilja (41) predstavlja ukupne troškove koncepta novog proizvoda koje treba minimizirati. Ograničenjem (42) se obezbeđuje da se svakom tehničkom parametru i dodeli tačno jedna vrednost iz skupa njegovih vrednosti $V(i)$. Ograničenja (43 – 45) predstavljaju linearizaciju uslova $x_{ip} \cdot x_{jl} \leq a_{ipjl}$, $i, j \in F, i < j, p \in V(i), l \in V(j)$, kojim se zahteva da dva zavisna tehnička parametra mogu uzeti samo kombinacije svojih međuzavisnih vrednosti, dok se ograničenjem (46) obezbeđuje da bude izabrana samo jedna takva kombinacija. Ograničenje (47) se odnosi na zahtevani minimalni prosečan kvalitet koncepta proizvoda, gde k predstavlja broj relacija između tehničkih parametara. Ograničenje raspoloživog budžeta je predstavljeno izrazom (48).

6.4.1 Eksperimenti i numerički rezultati Modela 1 i 2

Za potrebe eksperimenata nad predstavljenim modelima, biće korišćen primer prikazan u radu (Reid & Sanders, 2011), koji je prilagođen potrebama eksperimenta. U datom primeru razmatra se razvoj novog proizvoda za koji je identifikovano pet korisničkih zahteva. Na osnovu korisničkih zahteva domenski eksperti su definisali pet tehničkih parametara. Definisane su relaciona i korelaciona matrica, što znači da su određene relacije između zahteva i tehničkih parametara (relaciona matrica), kao i relacije između samih tehničkih parametara (korelaciona matrica). Na osnovu vrednosti iz relacione matrice i nivoa značajnosti korisničkih zahteva, izračunati su apsolutni i relativni značaj tehničkih parametara. Iz Tabele 15, u kojoj je prikazan standardni način primene metode QFD, tehnički parametri su rangirani prema prioritetu $\{p5, p4, p3, p1, p2\}$.

Tabela 15. QFD matrica

Korisnički zahtevi	Nivo značajnosti	Tehnički parametri				
		$p1$	$p2$	$p3$	$p4$	$p5$
$z1$	25	3	3	9	3	9
$z2$	20	1	1	1	0	3
$z3$	25	3	1	0	0	0
$z4$	20	3	0	0	9	3
$z5$	10	1	1	1	1	1
Apsolutna značajnost – w_j		240	130	255	265	355
Relativna značajnost – w_j^*		19.28	10.44	20.48	21.29	28.51
Rang		4	5	3	2	1

Kada bi se dati primer posmatrao kao problem pokrivanja skupova, rešenje ne bi bilo isto. Imajući u vidu da se prvim tehničkim parametrom pokrivaju svi korisnički zahtevi, ovaj parametar može odmah postati član kritičnog skupa, što se smatra pretpostavkom modela. Ovaj postupak se može opravdati činjenicom, koja je ranije navedena u tekstu, da domenski eksperti mogu samostalno

donositi neke odluke u vezi sa prioritizacijom tehničkih parametara. U ovom slučaju je evidentno da ukoliko se ne uvede definisana pretpostavka, skup bi se pokrio samo jednim elementom, tehničkim parametrom $p1$. Uzevši u obzir ovu pretpostavku, primenom Nemhauzerovog algoritma za rešenje se dobija skup parametara $\{p2, p5\}$. Uključivanjem parametra $p1$, rešenje bi predstavljao skup $\{p1, p2, p5\}$. Poređenjem rešenja sa onim koje se dobija primenom standardne metode QFD, može se uočiti razlika. U nastavku je prikaz primene Nemhauzerovog algoritma i definisanog Modela 1.

Tabela 16. Rešenje primenom Nemhauzerovog algoritma

Korisnički zahtevi	Relativni stepen značajnosti	Tehnički parametri				
		$p1$	$p2$	$p3$	$p4$	$p5$
$z1$	25	Pretpostavka	3	9	3	9
$z2$	20		1	1		3
$z3$	25		1			
$z4$	20				9	3
$z5$	10		1	1	1	1
Apsolutna značajnost – w_j			130	255	265	355
Relativna značajnost – w_j^*			10.44	20.48	21.29	28.51
Rang			5	3	2	1

Iz Tabele 16. se uočava da nakon primene algoritma, u prvom koraku se bira $\{p5\}$ zbog najvećeg broja relacija sa zahtevima korisnika (prvi korak u primeni algoritma). Nakon uklanjanja relacija označenih sivom bojom u tabeli, može se primetiti da je preostala samo jedna relacija kod parametra $\{p2\}$. Dakle, poslednji parametar koji se dodeljuje kritičnom skupu je $\{p2\}$, te rešenje predstavlja kritični skup $\{p1, p2, p5\}$.

Implementacijom Modela 1 u GLPK softveru i rešavanjem predstavljenog problema, dobija se isto rešenje kao i primenom algoritma, $\{p1, p2, p5\}$, naravno, uz primenu definisane pretpostavke. U ovom slučaju, za razliku od primera iz poglavlja 6.3, i algoritmom se dobija optimalno rešenje. Vrednost ciljne funkcije iznosi 485, kada isključimo $\{p1\}$. U Prilogu 2 je dat prikaz implementacije Modela 1, sekcija podataka i rešenje.

Izlaz iz Modela 1, odnosno, odabrani skup tehničkih parametara, predstavlja ulaz u Model 2 – model za izbor vrednosti tehničkih parametara koji ulaze u sastav koncepta proizvoda. Za nastavak procesa neophodno je definisati sledeće elemente: (1) skupove vrednosti koje mogu uzeti tehnički parametri – $V(i)$, (2) trošak po jedinici mere za svaku vrednost tehničkog parametra – parametar c_{ip} ; (3) relacije između vrednosti tehničkih parametara – parametar a_{ipjl} , (4) broj relacija tehničkih parametara – parametar k , (5) ulazni parametar q_{ipjl} koji predstavlja performansu relacije, odnosno, kvalitet definisane relacije vrednosti tehničkih parametara, (6) minimalni prosečni kvalitet koncepta proizvoda – parametar Q_{\min} i (7) visinu dodeljenog budžeta – parametar B . Dodatno, za potrebe pretprocesiranja, potrebno je odrediti i q_{\min} koje predstavlja minimalan kvalitet pojedinačne relacije vrednosti tehničkih parametara.

U Tabeli 17. dati su skupovi vrednosti tehničkih parametara $\{p1, p2, p5\}$. Vrednosti su hipotetičke, ali u skladu sa primerom koji je predstavljen u radu (Reid & Sanders, 2011).

Tabela 17. Skupovi vrednosti tehničkih parametara – $V(i)$

$\{p1\}$ (j.m.)	$\{p2\}$ (j.m.)	$\{p5\}$ (j.m.)
1	0.9	1.5
2	1	1.7
3	1.2	1.9
4	1.5	2.1

Ulazni parametar c_{ip} se određuje za svaku vrednost tehničkog parametra (Tabela 18). Vrednost parametra je izražena u novčanim jedinicama po jedinici mere (n.j/j.m.).

Tabela 18. Trošak po jedinici mere tehničkog parametra

$\{p1\}$		$\{p2\}$		$\{p5\}$	
Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)
1	8	0.9	500	1.5	350
2	14	1	530	1.7	375
3	18	1.2	550	1.9	400
4	22	1.5	600	2.1	430

Ulaznim parametrom a_{ipjl} se određuje postojanje relacija između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l . Pretpostavka definisanog primera je da postoji relacija između svih tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l , tako da su svi parametri a_{ipjl} jednaki 1 (Tabela 19, 20. i 21.).

Tabela 19. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{1p2l}	0.9	1	1.2	1.5
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1

Tabela 20. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{1p5l}	1.5	1.7	1.9	2.1
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1

Tabela 21. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{2p5l}	1.5	1.7	1.9	2.1
0.9	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1.2	1	1	1	1
1.5	1	1	1	1

Parametar q_{ipjl} se određuje za svaki parametar a_{ipjl} . Za svaku poziciju u kojoj a_{ipjl} uzima vrednost 1, određuje se performansa te relacije ocenama od 0 do 1 (0 – minimalna ocena kvaliteta, 1 – maksimalna ocena) (Tabele 22, 23. i 24.).

Tabela 22. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p2l}	0.9	1	1.2	1.5
1	0.3	0.7	1	0.6
2	0.5	0.8	0.7	0
3	0.4	0.5	1	0.8
4	0.3	0.5	0.8	1

Tabela 23. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p5l}	1.5	1.7	1.9	2.1
1	0.4	1	0.7	0.6
2	0.8	1	0.9	0.8
3	0.6	0.8	1	0.8
4	0.5	0.6	0.8	1

Tabela 24. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{2p5l}	1.5	1.7	1.9	2.1
0.9	0.3	1	0.5	0.4
1	0.8	1	0.9	0.6
1.2	0.5	0.7	1	0.8
1.5	0.4	0.5	0.7	1

Vrednost parametra B iznosi 950 n.j, a ulazni parametar $k=3$, što se može zaključiti na osnovu broja matrica koje se formiraju za parametar a_{ipjl} . Parametar Q_{\min} u prvom eksperimentu iznosi 0.8. Takođe, potrebno je spomenuti da je pretprocesiranjem neophodno ukloniti sve pojedinačne relacije vrednosti tehničkih parametara čije je q_{\min} manje od 0.3. Vrednosti parametara Q_{\min} i q_{\min} su ocene koje se mogu menjati i koje značajno mogu uticati na konačno rešenje.

Rešenje problema definisanog Modelom 2 na osnovu zadatih vrednosti promenljivih i ulaznih parametara, predstavljeno je u Tabeli 25.

Tabela 25. Rešenje problema definisanog Modelom 2

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	2	889	0.833	950	0.8	0.5	0.280
$\{p2\}$	0.9						
$\{p5\}$	1.7						

Vrednost funkcije cilja iznosi 889 n.j, što je manje od definisanog budžeta B . Prosečni kvalitet koncepta proizvoda iznosi 0.833, što je veće od definisanog minimalnog prosečnog kvaliteta Q_{\min} .

Vreme potrebno za rešavanje definisanog problema korišćenjem softvera je neznatno. Implementirani model, korišćeni podaci i rešenje u softveru, prikazani su u Prilogu 3.

Za potrebe ispitivanja analize osetljivosti rešenja Modela 2 mogu se varirati neke od vrednosti ulaznih parametara. U konkretnim eksperimentima korišćene su različite vrednosti parametra Q_{\min} . Vrednosti ovog parametra su odabrane na slučajan način u rastućem redosledu. U prvoj iteraciji analize osetljivosti odabrana je slučajna vrednost 0.88. Rešenje je predstavljeno u Tabeli 26.

Tabela 26. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
{ $p1$ }	1	913	0.9	950	0.88	0.5	0.219
{ $p2$ }	1						
{ $p5$ }	1.7						

Kao što se može uočiti iz Tabele 26, rešenje se promenilo. Tačnije, promenile su se vrednosti za prva dva parametra p_1 i p_2 , što je dovelo i do promene vrednosti funkcije cilja, odnosno, ukupnog troška proizvodnje koncepta proizvoda. Porasla je i vrednost prosečnog kvaliteta. Rešenje u softveru je prikazano u Prilogu 4.

U drugoj iteraciji analize osetljivosti, za ulazni parametar Q_{\min} odabrana je slučajna vrednost 0.93. Rešenje je predstavljeno u Tabeli 27.

Tabela 27. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
{ $p1$ }	2	919	0.933333	950	0.93	0.5	0.237
{ $p2$ }	1						
{ $p5$ }	1.7						

Sa porastom praga kvaliteta Q_{\min} logično je da raste i prosečna vrednost kvaliteta, koja u ovom eksperimentu iznosi 0.933333. Sa porastom kvaliteta porasla je i vrednost funkcije cilja i iznosi 919 n.j. Rešenje u softveru prikazano je u Prilogu 5.

Dodatna promena minimalnog proseka kvaliteta je moguća samo ako se poveća i vrednost ulaznog parametra B . Time se dobija maksimalna dopustiva vrednost kvaliteta koncepta proizvoda koja za ovako postavljene vrednosti ulaznih parametara i promenljivih, iznosi 1, a ukupni troškovi 968 n.j.

6.4.2 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa pet tehničkih parametara

U nastavku rada eksperimenti su realizovani nad Modelom 2. Pretpostavka je da se kao izlaz iz Modela 1 bira skup od pet tehničkih parametara koji će ući u sastav koncepta proizvoda. Kao i do sada, neophodno je definisati vrednosti sledećih elemenata: (1) $V(i)$, (2) c_{ip} ; (3) a_{ipjl} , (4) k , (5) q_{ipjl} , (6) Q_{\min} i (7) B . Takođe, za potrebe pretprocesiranja, potrebno je odrediti i q_{\min} .

U Tabeli 28. dati su skupovi vrednosti za tehničke parametre $\{p1, p2, p3, p4, p5\}$. Vrednosti su hipotetičke.

Tabela 28. Skupovi vrednosti tehničkih parametara – $V(i)$

$\{p1\}$ (j.m.)	$\{p2\}$ (j.m.)	$\{p3\}$ (j.m.)	$\{p4\}$ (j.m.)	$\{p5\}$ (j.m.)
2	100	0.5	1	400
4	110	0.7	2	450
6	117	1	3	500
8	123	1.5	4	550

Skupovi vrednosti ulaznog parametra c_{ip} su određene za svaku vrednost tehničkog parametra i predstavljene u Tabeli 29. Dakle, računa se trošak po jedinici mere.

Tabela 29. Trošak po jedinici mere tehničkog parametra

$\{p1\}$		$\{p2\}$		$\{p3\}$		$\{p4\}$		$\{p5\}$	
Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)
2	10	100	200	0.5	45	1	30	400	1000
4	14	110	240	0.7	50	2	35	450	1200
6	16	117	250	1	54	3	40	500	1350
8	18	123	270	1.5	60	4	45	550	1400

Parametrom a_{ipjl} se određuje postojanje relacija između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l (Tabele: 30, 31, 32, 33, 34. i 35.). Maksimalan broj relacija između tehničkih parametara je jednak ukupnom broju polja u okviru korelacione matrice i može se odrediti uz pomoć

formule $k_{\max} = \binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$, što predstavlja formulu za kombinacije bez ponavljanja. Ako primenimo

formulu na slučaj sa pet tehničkih parametara gde se relacija uvek sagledava između dva tehnička parametra, maksimalan broj relacija je $k_{\max} = \frac{5!}{2!(5-2)!} = 10$. Za potrebe eksperimenta određeno je

da postoje relacije između sledećih parametara (1:2, 1:4, 1:5, 2:3, 2:4, 2:5).

Tabela 30. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{lp2l}	100	110	117	123
2	1	1	1	0
4	1	1	1	0
6	0	1	1	1
8	0	1	1	1

Tabela 31. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{1p4l}	1	2	3	4
2	1	1	0	0
4	0	1	1	0
6	0	1	1	0
8	0	0	1	1

Tabela 32. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{1p5l}	400	450	500	550
2	1	1	1	0
4	0	1	1	0
6	0	1	1	0
8	0	1	1	1

Tabela 33. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{2p3l}	0.5	0.7	1	1.5
100	0	1	1	1
110	0	1	1	1
117	1	1	1	0
123	1	1	1	0

Tabela 34. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{2p4l}	1	2	3	4
100	0	0	1	1
110	0	1	1	0
117	0	1	1	0
123	1	1	0	0

Tabela 35. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{3p5l}	400	450	500	550
0.5	1	1	1	0
0.7	1	1	1	0
1	0	1	1	1
1.5	0	1	1	1

Parametar q_{ipjl} se određuje za svaki parametar a_{ipjl} . Za svaku poziciju u kojoj a_{ipjl} uzima vrednost 1, određuje se performansa te relacije ocenama od 0 do 1 (0 – minimalna ocena kvaliteta, 1 – maksimalna ocena) (Tabele: 36, 37, 38, 39, 40. i 41.).

Tabela 36. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p2l}	100	110	117	123
2	0.5	0.4	1	0
4	0.8	1	0.7	0
6	0	1	0.7	0.3
8	0	0.8	1	0.4

Tabela 37. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p4l}	1	2	3	4
2	1	0.9	0	0
4	0	0.8	1	0
6	0	1	0.6	0
8	0	0	1	0.5

Tabela 38. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p5l}	400	450	500	550
2	1	0.7	0.7	0
4	0	0.8	1	0
6	0	0.4	1	0
8	0	0.5	0.5	1

Tabela 39. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{2p3l}	0.5	0.7	1	1.5
100	0	0.8	1	0.4
110	0	0.7	0.8	1
117	0.6	1	0.7	0
123	0.5	0.4	1	0

Tabela 40. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{2p4l}	1	2	3	4
100	0	0	0.8	1
110	0	1	0.6	0
117	0	1	0.8	0
123	1	0.7	0	0

Tabela 41. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{3p5l}	400	450	500	550
0.5	0.6	0.5	1	0
0.7	0.5	1	0.4	0
1	0	0.5	1	0.5
1.5	0	0.4	0.8	1

Vrednost ulaznog parametra B iznosi 1400 n.j, a parametra $k=6$ (broj relacija između tehničkih parametara). Parametar Q_{\min} , u prvom eksperimentu, iznosi 0.8. Takođe, potrebno je spomenuti da je pretprocesiranjem neophodno ukloniti sve pojedinačne relacije vrednosti tehničkih parametara čije je q_{\min} manje od 0.3.

Rešenje problema definisanog Modelom 2 na osnovu zadatih vrednosti promenljivih i ulaznih parametara, predstavljeno je u Tabeli 42.

Tabela 42. Rešenje problema definisanog Modelom 2

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
{p1}	2	1340	0.85	1400	0.8	1	0.224
{p2}	117						
{p3}	0.5						
{p4}	2						
{p5}	400						

Iz tabele se može videti da na osnovu odabranih vrednosti tehničkih parametara, ukupni troškovi razvoja koncepta proizvoda iznose 1340 n.j, a njegov prosečni kvalitet iznosi 0.85, što je veće od definisanog minimalnog prosečnog kvaliteta Q_{\min} . Vreme potrebno za rešavanje definisanog problema korišćenjem softvera je i za ove dimenzije problema neznatno. Sekcija podataka i rešenje u softveru prikazani su u Prilogu 6.

Za potrebe ispitivanja analize osetljivosti rešenja Modela 2 korišćene su još dve vrednosti parametra Q_{\min} . Vrednosti ovog parametra su odabrane na slučajan način u rastućem redosledu. U prvoj iteraciji analize osetljivosti odabrana je slučajna vrednost 0.88, a u drugoj 0.93. Rešenja su predstavljena u Tabelama 43. i 44.

Tabela 43. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
{p1}	2	1345	0.9	1400	0.88	1.1	0.250
{p2}	117						
{p3}	0.7						
{p4}	2						
{p5}	400						

Iz Tabele 43. se može videti da se dogodila promena u vrednosti parametra p_3 , što je dovelo i do promene vrednosti funkcije cilja, odnosno, ukupnog troška proizvodnje koncepta proizvoda. Vrednost prosečnog kvaliteta iznosi 0.9. Rešenje u softveru je prikazano u Prilogu 7.

Tabela 44. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	2	1545	0.933333	2000	0.93	1.5	0.235
$\{p2\}$	117						
$\{p3\}$	0.7						
$\{p4\}$	2						
$\{p5\}$	450						

Kako bi se dobilo rešenje predstavljeno u Tabeli 44. pored promene vrednosti ulaznog parametra Q_{\min} neophodno je promeniti i vrednost ulaznog parametra B , u suprotnom, za definisane vrednosti parametara ne postoji dopustivo rešenje. U odnosu na prethodno rešenje, došlo je do promene vrednosti tehničkog parametra $p5$. Rešenje je prikazano u Prilogu 8.

6.4.3 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa deset tehničkih parametara

U okviru narednog eksperimenta pretpostavka je da izlaz iz Modela 1 predstavlja skup od deset tehničkih parametara koji ulaze u sastav koncepta proizvoda. Kao i do sada, definisani su sledeći elementi: (1) $V(i)$, (2) c_{ip} ; (3) a_{ipjl} , (4) k , (5) q_{ipjl} , (6) Q_{\min} i (7) B . Za potrebe preprocesiranja, određeno je i q_{\min} .

U Tabeli 45. dati su skupovi vrednosti tehničkih parametara $\{p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8, p9, p10\}$. Vrednosti su hipotetičke.

Tabela 45. Skupovi vrednosti tehničkih parametara – $V(i)$

$\{p1\}$ (j.m.)	$\{p2\}$ (j.m.)	$\{p3\}$ (j.m.)	$\{p4\}$ (j.m.)	$\{p5\}$ (j.m.)
2	100	0.5	1	400
4	110	0.7	2	450
6	117	1	3	500
8	123	1.5	4	550
$\{p6\}$ (j.m.)	$\{p7\}$ (j.m.)	$\{p8\}$ (j.m.)	$\{p9\}$ (j.m.)	$\{p10\}$ (j.m.)
50	105	1.5	1000	200
55	109	2.5	1500	201
65	113	3	2000	202
70	119	4	2500	203

Skupovi vrednosti parametra c_{ip} su predstavljeni u Tabeli 46.

Tabela 46. Trošak po jedinici mere tehničkog parametra

{p1}		{p2}		{p3}		{p4}		{p5}	
Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)
2	10	100	200	0.5	45	1	30	400	1000
4	14	110	240	0.7	50	2	35	450	1200
6	16	117	250	1	54	3	40	500	1350
8	18	123	270	1.5	60	4	45	550	1400
{p6}		{p7}		{p8}		{p9}		{p10}	
Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)	Vrednost tehničkog parametra (j.m.)	Trošak po jedinici mere (n.j/j.m.)
50	100	105	5	1.5	250	1000	15	200	300
55	115	109	10	2.5	300	1500	18	201	310
65	123	113	12	3	325	2000	20	202	320
70	129	119	16	4	360	2500	25	203	330

Parametar a_{ipjl} je predstavljen u vidu binarnih matrica kojih ima onoliko koliko postoji relacija između tehničkih parametara. Maksimalan broj relacija između parametara u okviru predstavljenog eksperimenta za deset tehničkih parametara iznosi $k_{\max} = \frac{10!}{2!(10-2)!} = 45$. Za potrebe eksperimenta

određeno je da postoje relacije između sledećih tehničkih parametara (1:2, 1:4, 1:5, 1:8, 2:3, 2:9, 3:5, 3:10, 4:7, 5:6, 6:8, 6:10, 7:9, 8:9, 9:10). Relacije su prikazane u Tabelama 47 – 61.

Tabela 47. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{1p2l}	100	110	117	123
2	1	1	1	0
4	1	1	1	0
6	0	1	1	1
8	0	1	1	1

Tabela 48. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{1p4l}	1	2	3	4
2	1	1	0	0
4	0	1	1	0
6	0	1	1	0
8	0	0	1	1

Tabela 49. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{1p5l}	400	450	500	550
2	1	1	1	0
4	0	1	1	0
6	0	1	1	0
8	0	1	1	1

Tabela 50. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{1p8l}	1.5	2.5	3	4
2	0	1	1	1
4	0	1	1	1
6	1	1	1	0
8	1	1	1	0

Tabela 51. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{2p3l}	0.5	0.7	1	1.5
100	0	1	1	1
110	0	1	1	1
117	1	1	1	0
123	1	1	1	0

Tabela 52. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{2p9l}	1000	1500	2000	2500
100	1	1	1	0
110	1	1	1	0
117	0	1	1	1
123	0	1	1	1

Tabela 53. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{3p5l}	400	450	500	550
0.5	1	1	0	0
0.7	0	1	1	0
1	0	1	1	0
1.5	0	0	1	1

Tabela 54. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{3p10l}	200	201	202	203
0.5	1	1	1	0
0.7	1	1	1	0
1	0	1	1	1
1.5	0	1	1	1

Tabela 55. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{4p7l}	105	109	113	119
1	1	1	1	0
2	1	1	1	0
3	0	1	1	1
4	0	1	1	1

Tabela 56. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{5p6l}	50	55	65	70
400	1	1	0	0
450	0	1	1	0
500	0	1	1	0
550	0	0	1	1

Tabela 57. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{6p8l}	1.5	2.5	3	4
50	1	1	1	0
55	1	1	1	0
65	0	1	1	1
70	0	1	1	1

Tabela 58. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{6p10l}	200	201	202	203
50	0	1	1	1
55	0	1	1	1
65	1	1	1	0
70	1	1	1	0

Tabela 59. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{7p9l}	1000	1500	2000	2500
105	1	1	1	0
109	1	1	1	0
113	0	1	1	1
119	0	1	1	1

Tabela 60. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{8p9l}	1000	1500	2000	2500
1.5	0	1	1	1
2.5	0	1	1	1
3	1	1	1	0
4	1	1	1	0

Tabela 61. Relacije između tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

a_{9p10l}	200	201	202	203
1000	1	1	1	0
1500	1	1	1	0
2000	0	1	1	1
2500	0	1	1	1

U nastavku su prikazane vrednosti parametra q_{ipjl} koji se određuje za svaki parametar a_{ipjl} (Tabele 62-76.).

Tabela 62. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p2l}	100	110	117	123
2	0.5	0.4	1	0
4	0.8	1	0.7	0
6	0	1	0.7	0.3
8	0	0.8	1	0.4

Tabela 63. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p4l}	1	2	3	4
2	1	0.9	0	0
4	0	0.8	1	0
6	0	1	0.6	0
8	0	0	1	0.5

Tabela 64. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p5l}	400	450	500	550
2	1	0.7	0.7	0
4	0	0.8	1	0
6	0	0.4	1	0
8	0	0.5	0.5	1

Tabela 65. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{1p8l}	1.5	2.5	3	4
2	0	1	0.6	0.6
4	0	1	0.6	0.4
6	1	0.9	0.7	0
8	0.6	1	0.5	0

Tabela 66. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{2p3l}	0.5	0.7	1	1.5
100	0	0.5	1	0.4
110	0	0.4	0.8	1
117	1	0.4	0.5	0
123	0.3	1	0.4	0

Tabela 67. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{2p9l}	1000	1500	2000	2500
100	1	0.6	0.3	0
110	0.8	1	0.8	0
117	0	0.4	1	0.5
123	0	1	0.4	0.4

Tabela 68. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{3p5l}	400	450	500	550
0.5	1	0.6	0	0
0.7	0	0.4	1	0
1	0	1	0.5	0
1.5	0	0	0.4	1

Tabela 69. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{3p10l}	200	201	202	203
0.5	0.5	1	0.6	0
0.7	1	0.6	0.5	0
1	0	1	0.4	0.5
1.5	0	1	0.4	0.3

Tabela 70. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{4p7l}	105	109	113	119
1	1	0.5	0.7	0
2	0.9	1	0.9	0
3	0	0.8	1	0.7
4	0	1	0.5	0.6

Tabela 71. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{5p6l}	50	55	65	70
400	1	0.6	0	0
450	0	0.7	1	0
500	0	1	0.7	0
550	0	0	0.7	1

Tabela 72. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{6p8l}	1.5	2.5	3	4
50	0.7	0.5	1	0
55	1	0.4	0.6	0
65	0	0.9	1	0.6
70	0	0.3	0.3	1

Tabela 73. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{6p10l}	200	201	202	203
50	0	1	0.6	0.7
55	0	0.9	1	0.5
65	1	0.8	0.8	0
70	0.5	1	0.5	0

Tabela 74. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{7p9l}	1000	1500	2000	2500
105	1	0.3	0.8	0
109	1	0.7	0.5	0
113	0	0.5	0.5	1
119	0	0.3	0.3	1

Tabela 75. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{8p9l}	1000	1500	2000	2500
1.5	0	0.4	0.4	1
2.5	0	1	0.5	0.8
3	0.9	0.9	1	0
4	0.4	1	0.5	0

Tabela 76. Ocena kvaliteta relacije tehničkih parametara i i j i njihovih vrednosti p i l

q_{9p10l}	200	201	202	203
1000	1	0.9	0.7	0
1500	0.9	1	0.7	0
2000	0	1	0.4	0.7
2500	0	0.5	1	0.5

Vrednost parametra B iznosi 2500 n.j, a parametar $k=15$. Kao i kod prethodnih eksperimenata, parametar Q_{\min} , u prvom koraku iznosi 0.8, a zatim, 0.88 i 0.93. Pretprocesiranjem se uklanjaju pojedinačne relacije vrednosti tehničkih parametara čije je q_{\min} manje od 0.3.

Rešenje problema definisanog Modelom 2 na osnovu zadatih vrednosti promenljivih i parametara, predstavljeno je u Tabeli 77.

Tabela 77. Rešenje problema definisanog Modelom 2

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	2	2068	0.82	2500	0.8	3.8	0.383
$\{p2\}$	110						
$\{p3\}$	0.7						
$\{p4\}$	2						
$\{p5\}$	400						
$\{p6\}$	50						
$\{p7\}$	105						
$\{p8\}$	2.5						
$\{p9\}$	1500						
$\{p10\}$	201						

Iz prethodne tabele se može videti da na osnovu odabranih vrednosti tehničkih parametara, ukupni troškovi razvoja koncepta proizvoda iznose 2068 n.j, a njegov prosečni kvalitet 0.82, što je veće od definisanog minimalnog prosečnog kvaliteta Q_{\min} . Vreme potrebno za rešavanje definisanog problema korišćenjem softvera je, i za ove dimenzije problema, neznatno. Prikaz sekcije podataka i rešenje u softveru, dat je u Prilogu 9.

Analiza osetljivosti rešenja i numerički rezultati za ostale vrednosti parametra Q_{\min} predstavljene su u Tabelama 78. i 79.

Tabela 78. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
{p1}	2	2073	0.906667	2500	0.88	4.2	0.470
{p2}	117						
{p3}	0.5						
{p4}	2						
{p5}	400						
{p6}	50						
{p7}	105						
{p8}	2.5						
{p9}	1500						
{p10}	201						

Iz tabele se može primeti da je došlo do male promene u odnosu na prethodno rešenje. Vreme nalaženja rešenja je i dalje nezatno, dok se kapacitet memorije koji zauzima rešenje, malo povećao. Rešenje u softveru je prikazano u Prilogu 10.

Tabela 79. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (ukupni troškovi koncepta proizvoda) (n.j.)	Prosečna vrednost kvaliteta Q	Definisani budžet B (n.j.)	Parametar Q_{\min}	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
{p1}	2	2075	0.946667	2500	0.93	4.5	0.464
{p2}	117						
{p3}	0.5						
{p4}	2						
{p5}	400						
{p6}	50						
{p7}	105						
{p8}	2.5						
{p9}	2000						
{p10}	201						

Kao i kod prethodnog koraka analize osetljivosti, uočava se mala promena u vrednostima tehničkih parametara, te mala promena u vrednosti funkcije cilja. Najveći skok je u vrednosti prosečnog kvaliteta koncepta proizvoda. Rešenje u softveru je prikazano u Prilogu 11.

Sa daljim povećavanjem vrednosti ulaznog parametra Q_{\min} dolazi do dodatnog povećanja prosečnog nivoa kvaliteta, ali i ukupnih troškova kvaliteta koncepta proizvoda.

6.5. Obrnuti model – Model 3

U prethodnom poglavlju je prikazan optimizacioni model za kreiranje koncepta proizvoda uz minimiziranje troškova. Rešenje modela predstavlja skup vrednosti tehničkih parametara koji ulaze u sastav koncepta, a kojima se uz zadovoljavanje određenog nivoa kvaliteta, minimiziraju troškovi, odnosno, ne prevazilazi unapred definisani budžet. Iz eksperimenata, sprovedenih nad Modelom 2, može se uočiti da sa povećanjem prosečnog nivoa kvaliteta povećavaju se i ukupni troškovi, ali i dalje u okviru definisanog budžeta. Samim tim postavlja se dodatno pitanje, da li je ideja modela kreirati koncept sa minimalnim troškovima uz zadovoljavanje određenog nivoa kvaliteta ili maksimizirati kvalitet u okviru definisanog budžeta. Upravo je to razlog da se ovaj problem sagleda i obratno, putem Modela 3, koji daje odgovor na pitanje koji je to maksimalni nivo kvaliteta koncepta proizvoda kojim se ne prevazilaze unapred definisani troškovi, odnosno, budžet. U formulisanju matematičkog modela je korišćena ista notacija kao u Modelu 2.

$$(\max) f = \left(\sum_{i \in F} \sum_{p \in V(i)} \sum_{j \in F: j > i} \sum_{l \in V(j)} q_{ipjl} \cdot z_{ipjl} \right) / k \quad (49)$$

pri ograničenjima:

$$\sum_{p \in V(i)} x_{ip} = 1, \quad i \in F \quad (50)$$

$$z_{ipjl} \leq a_{ipjl}, \quad i, j \in F, i < j, p \in V(i), l \in V(j) \quad (51)$$

$$z_{ipjl} \leq x_{ip}, \quad i, j \in F, p \in V(i), l \in V(j) \quad (52)$$

$$z_{ipjl} \geq x_{ip} + x_{jl} - 1, \quad i, j \in F, i < j, p \in V(i), l \in V(j) \quad (53)$$

$$\sum_{p \in V(i)} \sum_{l \in V(j)} z_{ipjl} = 1, \quad i, j \in F, i < j \quad (54)$$

$$\sum_{i \in F} \sum_{p \in V(i)} c_{ip} \cdot x_{ip} \leq B \quad (55)$$

$$x_{ip} \in \{0, 1\}, \quad z_{ipjl} \in \{0, 1\}, \quad i, j \in F, p \in V(i), l \in V(j)$$

Funkcija cilja (49) predstavlja prosečan kvalitet koncepta novog proizvoda koju treba maksimizirati. Ograničenjem (50) se obezbeđuje da se svakom tehničkom parametru i dodeli tačno jedna vrednost iz skupa njegovih mogućih vrednosti $V(i)$. Ograničenja (51 – 53) predstavljaju linearizaciju uslova $x_{ip} \cdot x_{jl} \leq a_{ipjl}$, $i, j \in F, i < j, p \in V(i), l \in V(j)$, kojim se zahteva da dva zavisna tehnička parametra mogu uzeti samo kombinacije svojih međuzavisnih vrednosti, dok se ograničenjem (54) obezbeđuje da bude izabrana samo jedna takva kombinacija. Ograničenje raspoloživog budžeta je predstavljeno izrazom (55).

6.5.1 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa tri tehnička parametra

Za eksperimente nad Modelom 3 korišćeni su podaci iz eksperimenata nad Modelom 2. Od podataka neće biti korišćene vrednosti za ulazni parametar Q_{\min} , imajući u vidu da je funkcija kvaliteta u Modelu 3 iskazana u funkciji cilja. Kao i za Model 2, biće realizovana tri zasebna eksperimenta sa tri, pet i deset tehničkih parametara.

Primenom zadatih vrednosti ulaznih parametara (Tabele 17 – 24.) u primeru kada se koncept proizvoda sastoji od tri tehnička parametra, dobija se sledeće optimalno rešenje (Tabela 80).

Tabela 80. Rešenje problema definisanog Modelom 3

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
{ $p1$ }	2	0.933333	919	950	0.5	0.226
{ $p2$ }	1					
{ $p5$ }	1.7					

Iz Tabele 80. se može videti da optimalna vrednost funkcije cilja iznosi 0.933333, što predstavlja maksimalni kvalitet koncepta proizvoda za ovako definisan problem. Ukupni troškovi koncepta proizvoda iznose 919 n.j, što je u granicama definisanog budžeta. Vreme rešavanja problema u softveru je nezatno, kao i kapacitet memorije koji rešenje zauzima. U Prilogu 12. dat je prikaz modela i rešenja iz softvera. Može se primetiti da se i u okviru eksperimenata nad Modelom 2, došlo do istog rezultata za prosečnu vrednost kvaliteta u delu eksperimenta za vrednost ulaznog parametra $Q_{\min} = 0.93$.

Za ispitivanje analize osetljivosti rešenja Modela 3 variraće se vrednost budžeta – ulazni parametar B . Vrednosti parametra B zadate su na slučajan način, u opadajućem redosledu. Da bi došlo do promene rešenja, budžet mora biti manji od ukupnih troškova iz prethodnog rešenja koje je dato u Tabeli 80. Prikaz rešenja je dat u Tabeli 81.

Tabela 81. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
{ $p1$ }	2	0.833333	889	900	0.5	0.229
{ $p2$ }	0.9					
{ $p5$ }	1.7					

Iz tabele se može videti da je došlo do smanjenja vrednosti funkcije cilja jer je došlo do promene vrednosti tehničkog parametra $p2$. Rešenje u softveru je prikazano u Prilogu 13.

Za drugu iteraciju analize osetljivosti rešenja, vrednost parametra B iznosi 860 n.j. Rešenje je predstavljeno u Tabeli 82.

Tabela 82. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	2	0.333333	858	860	0.4	0.214
$\{p2\}$	0.9					
$\{p5\}$	1.7					

Drugim krugom analize osetljivosti dolazi se do zaključka da donja granica kvaliteta iznosi 0.333333, a ukupni troškovi 858 n.j. Prikaz rešenja je dat u Prilogu 14.

Dodatno smanjenje parametra B nije moguće jer se ne može dobiti niti jedno dopustivo rešenje, ali postoji još jedno rešenje koje se dobija sa povećanjem vrednosti ulaznog parametra B . U tom slučaju optimalno rešenje bi bilo 1. Ovo rešenje se može potvrditi i eksperimentima nad Modelom 2, i ono predstavlja maksimalni mogući kvalitet koncepta proizvoda koji se može postići za ovako definisane ulazne parametre i promenljive. Ukupni troškovi, u tom slučaju, iznose 968 n.j.

6.5.2 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa pet tehničkih parametara

U nastavku su predstavljeni rezultati eksperimenata nad Modelom 3 za slučaj kada je odabran skup od pet tehničkih parametara. Na osnovu vrednosti ulaznih parametara, zadatih u Tabelama 28 - 41, dobija se sledeće rešenje (Tabela 83). Rešenje iz softvera je prikazano u Prilogu 15.

Tabela 83. Rešenje problema definisanog Modelom 3

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	2	0.9	1345	1400	1.1	0.232
$\{p2\}$	117					
$\{p3\}$	0.7					
$\{p4\}$	2					
$\{p5\}$	400					

Sa porastom vrednosti ulaznog parametra B može se dobiti bolje rešenje. Maksimalna dopustiva vrednost prosečnog kvaliteta za ovako postavljen problem iznosi 0.966667, dok je vrednost ukupnih troškova koncepta proizvoda 1695 n.j.

Za analizu osetljivosti rešenja biće korišćene različite vrednosti ulaznog parametra B . Sumarna rešenja prikazana su u Tabelama 84. i 85, a rešenje iz softvera u Prilozima 16. i 17.

Tabela 84. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	2	0.85	1340	1340	1	0.228
$\{p2\}$	117					
$\{p3\}$	0.5					
$\{p4\}$	2					
$\{p5\}$	400					

Tabela 85. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	2	0.75	1335	1335	1	0.220
$\{p2\}$	110					
$\{p3\}$	0.7					
$\{p4\}$	2					
$\{p5\}$	400					

Za vrednost ulaznog parametra od 1335 n.j. dobija se minimalni dopustivi kvalitet koncepta proizvoda koji iznosi 0.75.

6.5.3 Eksperimenti i numerički rezultati za primer sa deset tehničkih parametara

U nastavku realizacije eksperimenata nad Modelom 3 korišćeni su podaci iz primera kada izlaz iz Modela 1 predstavlja skup od deset tehničkih parametara. Ti podaci su predstavljeni u Tabelama 45 – 76. Rešenje tako postavljenog problema dato je u Tabeli 86.

Tabela 86. Rešenje problema definisanog Modelom 3

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	2	0.986667	2100	2500	4	0.952
$\{p2\}$	117					
$\{p3\}$	0.5					
$\{p4\}$	2					
$\{p5\}$	400					
$\{p6\}$	50					
$\{p7\}$	105					
$\{p8\}$	3					
$\{p9\}$	2000					
$\{p10\}$	201					

Optimalno rešenje iznosi 0.986667, što predstavlja i maksimalan mogući kvalitet koji se može postići za ovako definisan problem. Sledi da maksimalni ukupni trošak koncepta proizvoda iznosi 2100 n.j. Rešenje iz softvera je prikazano u Prilogu 18.

Analiza osetljivosti rešenja je ispitivana promenom ulaznog parametra B , pri čemu su vrednosti odabrane tako da budu manje od ukupnih troškova dobijenih iz prethodnog koraka, u ovom slučaju, manje od 2100 n.j. Sumarno rešenje problema je dato u Tabeli 87.

Tabela 87. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	1	0.946667	2075	2090	4	0.528
$\{p2\}$	117					
$\{p3\}$	0.5					
$\{p4\}$	2					
$\{p5\}$	400					
$\{p6\}$	50					
$\{p7\}$	105					
$\{p8\}$	2.5					
$\{p9\}$	2000					
$\{p10\}$	201					

Iz prethodne tabele se može primetiti da je došlo do promene, pre svega, kod vrednosti nekih tehničkih parametara, što je izazvalo promenu optimalnog rešenja, ali i vrednosti ukupnih troškova koncepta proizvoda. Rešenje iz softvera je prikazano u Prilogu 19.

Tabela 88. Analiza osetljivosti i numerički rezultati

Odabrani tehnički parametri N	Vrednosti tehničkih parametara (j.m.)	Optimalno rešenje (prosečna vrednost kvaliteta)	Ukupni troškovi koncepta proizvoda (n.j.)	Definisani budžet B (n.j.)	Kapacitet memorije (Mb)	Vreme rešavanja (sec.)
$\{p1\}$	1	0.82	2068	2070	3.8	0.436
$\{p2\}$	110					
$\{p3\}$	0.7					
$\{p4\}$	2					
$\{p5\}$	400					
$\{p6\}$	50					
$\{p7\}$	105					
$\{p8\}$	2.5					
$\{p9\}$	1500					
$\{p10\}$	201					

Finalno, sa dodatnim sniženjem budžeta dodatno se snižava prosečna vrednost kvaliteta koncepta proizvoda, ali i njegovi ukupni troškovi (Tabela 88). Rešenje iz softvera je prikazano u Prilogu 20. Dodatnim snižavanjem budžeta ne bi se ništa postiglo, te se ovo rešenje može smatrati i minimalno dopustivim kvalitetom koncepta proizvoda za date vrednosti ulaznih parametara i promenljivih.

6.6. Analiza rezultata integrisanog modela za upravljanje ranim fazama

U radu je predstavljen integrisani model za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata. Prikazani pristup obuhvata algoritam za upravljanje idejama, Model 1 za definisanje skupa tehničkih parametara koji će ući u sastav koncepta proizvoda, Model 2 za određivanje vrednosti tehničkih parametara kojima se postižu minimalni troškovi koncepta proizvoda uz zadovoljenje definisanog nivoa kvaliteta i Model 3, takođe, za određivanje vrednosti tehničkih parametara, ali kojim se postiže maksimalni nivo kvaliteta koncepta proizvoda u okviru definisanog budžeta. Model 3 predstavlja obrnuti model Modela 2, imajući u vidu da oba modela ispituju kako vrednosti kvaliteta, tako i vrednosti troškova, samo je pitanje šta se od ove dve vrednosti nalazi u funkciji cilja, a šta u ograničenju. Ovaj pristup se može smatrati integrisanim s obzirom da izlaz iz algoritma za upravljanje idejama predstavlja ulaz u Modela 1, izlaz iz Modela 1 predstavlja ulaz u Model 2, ali i ulaz u Model 3.

Predloženi algoritam daje prikaz mogućeg načina kreiranja ideja. Algoritam je predstavljen u formi dijagrama kojim se predstavlja putokaz faze ideacije, kao početnog dela ranih faza inovacionih projekata. Njime su predstavljeni koraci koje predložena ideja mora da prođe da bi bila odobrena za dalji razvoj. Najšire posmatrano, ti koraci su generisanje ideja, unapređenje ideja, evaluacija i selekcija ideja. Izlaz iz ovog algoritma predstavlja skup ideja koje zadovoljavaju sve postavljene

kriterijume i uklapaju se u strategiju kompanije. Ovo bi se moglo razumeti i tumačiti i kao da je odabrani skup ideja prošao prvu kapiju, odnosno, tačku kontrole u inovacionom projektu. Nakon izbora ideje koja će se dalje razvijati, sledi definisanje koncepta kao ključnog izlaza ranih faza.

Za potrebe predloženog pristupa pretpostavlja se da je izlaz iz algoritma jedna ideja koja ulazi u proces razvoja koncepta. Nakon prikupljanja korisničkih zahteva, uz primenu različitih metoda i tehnika, definišu se tehnički parametri koji odgovaraju tako definisanim zahtevima. Za ovaj deo ranih faza koristi se metoda QDF, kao jedna od najčešće korišćenih metoda za projektovanje proizvoda. Prevođenje korisničkih zahteva u tehničke parametre zna da bude zahtevno i kao rezultat može se dobiti veliki broj tehničkih parametara. Kako bi se odredio minimalan broj tehničkih parametara kojima se zadovoljavaju svi korisnički zahtevi, ovaj deo procesa se može posmatrati kao problem pokrivanja skupova.

Da bi se odabrali tehnički parametri koji će ući u sastav koncepta proizvoda, a poštujući principe problema pokrivanja skupova, razvijen je Model 1. Cilj ovog modela je da pronade optimalno rešenje, odnosno, minimalan broj tehničkih parametara kojima bi se pokrili svi zahtevi korisnika. Funkcija cilja Modela 1 predstavlja sumu apsolutnih značaja tehničkih parametara koju treba maksimizirati. Prikazan je način rešavanja problema koji sadrži deset zahteva i devet parametara. Prvo je prikazano rešenje definisanog problema korišćenjem Nemhauzerovog heurističkog algoritma, a zatim rešenje problema definisanog Modelom 1, korišćenjem GLPK softvera, odnosno, primenom kombinatorne optimizacije. Dobijena rešenja se razlikuju, pre svega, iz razloga što algoritam ne garantuje dobijanje optimalnog rešenja. Primenom algoritma bira se minimalan broj tehničkih parametara kojima se pokrivaju svi zahtevi korisnika, ali se njime ne podrazumeva i maksimizacija ukupnog značaja tehničkih parametara. Primenom kombinatorne optimizacije nad Modelom 1, biraju se oni tehnički parametri koji pokrivaju sve korisničke zahteve, a kojima se maksimizira ukupan značaj tehničkih parametara, te maksimizira zadovoljstvo korisnika. Poznato je da su nivo značajnosti korisničkih zahteva i apsolutni značaj tehničkih parametara direktno srazmerni. Dakle, izlaz iz Modela 1 predstavlja minimalan skup tehničkih parametara koji pokriva sve zahteve korisnika i koji maksimizira zadovoljstvo korisnika.

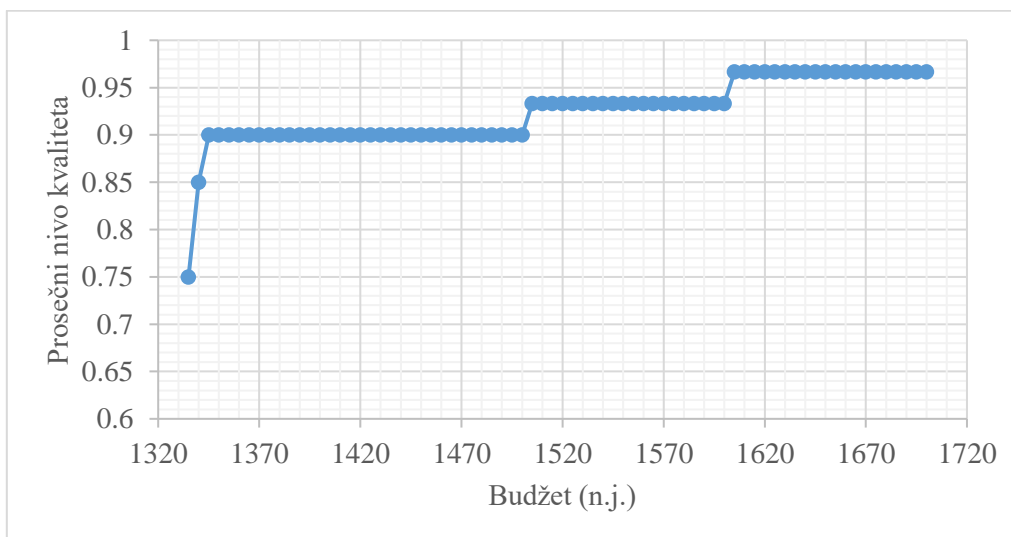
Izlaz iz Modela 1 predstavlja ulaz u Model 2. Cilj ovog dela integrisanog modela upravljanja ranim fazama je da na efikasan način realizuje izbor vrednosti tehničkih parametara koji su ušli u sastav koncepta proizvoda. Nad modelom je realizovano nekoliko eksperimenata koji se razlikuju prema broju tehničkih parametara, broju relacija koje postoje između tehničkih parametara, budžetu, ocenama kvaliteta relacija. Za svaki realizovani eksperiment, sa definisanim ulaznim parametrima i promenljivama, dobijeno je optimalno rešenje. Kod Modela 2 optimalno rešenje predstavlja minimalni trošak koji se postiže na osnovu odabranih vrednosti tehničkih parametara, poštujući definisane performanse relacija vrednosti tehničkih parametara. Izvođenjem eksperimenata može se primetiti da se na osnovu postavljenih ograničenja mogu dobiti različita optimalna rešenja variranjem ulaznog parametra Q_{\min} , koji predstavlja vrednost minimalnog prosečnog kvaliteta koncepta proizvoda. Sa povećanjem datog parametra dolazi i do povećanja ukupnih troškova koncepta proizvoda. Ukupni troškovi koncepta proizvoda rastu do visine definisanog budžeta koji je prikazan u ograničenju modela. Dodatne promene rešenja su moguće samo ako se promeni i visina definisanog budžeta, tj. ulaznog parametra B .

Način na koji se definišu skupovi vrednosti tehničkih parametara, takođe, može uticati na konačno rešenje. Ukoliko se definišu velike razlike između vrednosti koje parametar uzima, može se desiti, zbog funkcije cilja koja se odnosi na minimiziranje troškova, da optimalno rešenje obuhvati niže vrednosti jer niža vrednost podrazumeva i niži trošak tehničkog parametra. Međutim, uvođenjem ulaznog parametra q_{ipj} koji označava performanse relacija vrednosti tehničkih parametara (ocena kvaliteta), situacija se menja. Parametar q_{ipj} obezbeđuje da se odabranim vrednostima tehničkih parametara maksimizira kvalitet koncepta proizvoda, te da se optimalno rešenje traži u preseku

kontradiktornosti koja se postiže minimiziranjem troškova i maksimiziranjem kvaliteta. Shodno tome, donosioci odluka mogu da se opredele za ono rešenje koje im u tom trenutku najviše odgovara u smislu troškova i postignutog nivoa kvaliteta.

Dodatno, u okviru predstavljenog modela upravljanja ranim fazama, definisan je i Model 3 koji predstavlja obrnuti model Modela 2. Model 3 daje odgovor na pitanje koji je to maksimalni nivo kvaliteta koji se može postići na osnovu zadatog budžeta. Kod prethodnog modela funkcija cilja se odnosila na minimiziranje troškova, dok je kod Modela 3 to maksimizacija kvaliteta. Za isto postavljene vrednosti ulaznih parametara (pogledati bilo koji od primera navedenih u prethodnom poglavlju) ova dva modela će dati rešenja koja bi trebalo da predstavljaju donju i gornju granicu kretanja optimalnih rešenja. Na primer, kod primera sa tri tehnička parametra kod Modela 2, optimalno rešenje za početni problem iznosi 889 n.j. za prosečnu vrednost kvaliteta od 0.833, što predstavlja donju granicu. Za isti primer, vrednost prosečnog kvaliteta kod Modela 3, iznosi 0.93333, dok su ukupni troškovi jednaki 919 n.j, i ovo rešenje predstavlja gornju granicu. Dakle, donosioci odluka mogu razmatrati sva rešenja koja se nalaze između ove dve granice, uključujući i njih. Uglavnom je to rešenje tamo gde se dešava najveći odskok, odnosno, priraštaj jedne od vrednosti koja se posmatra, bilo da je to kvalitet ili troškovi.

Kada posmatramo Model 3 i rešenja koja se dobijaju ispitivanjem analize osetljivosti rešenja, može se kreirati grafik koji pokazuje kako se menja optimalno rešenje, u ovom slučaju, kako se menja prosečni nivo kvaliteta koncepta proizvoda u odnosu na promenu budžeta (Slika 52).



Slika 52. Odnos ulaznih parametara budžeta i prosečnog kvaliteta za primer od pet tehničkih parametara

Na apscisi je predstavljen budžet, a na ordinati iznos prosečnog kvaliteta za odgovarajući nivo budžeta. Budžet je inkrementalno povećavan za 5 n.j, a opseg vrednosti se kreće od 1335 n.j. do 1700 n.j. Ove vrednosti su definisane u eksperimentima realizovanim nad Modelom 3. Kada je u pitanju nivo prosečnog kvaliteta, vrednosti predstavljaju optimalna rešenja za zadati nivo budžeta, a preuzete su iz softvera. Kriva koja je prikazana na Slici 52. predstavlja granicu optimalnih rešenja. Rešenja iznad krive nisu dopustiva (npr. ne može se dostići nivo kvaliteta od 0.95 sa budžetom od 1370 n.j.), a rešenja ispod krive su neefikasna. Analizom grafičkog rešenja definisanog problema, može se zaključiti da bi donosioci odluka trebalo da se odluče za prosečni nivo kvaliteta od 0.85 jer se tada dešava najveći priraštaj, što se na grafiku uočava na osnovu ugla koji se formira između prethodne i naredne tačke u odnosu na ovo rešenje. Sa grafika se još može uočiti da svako povećanje budžeta ne dovodi do povećanja nivoa kvaliteta. Na primer, budžet u opsegu od 1345 do 1500 obezbeđuje isti nivo kvaliteta (0.9). Isto važi i za opsege budžeta od 1510 do 1600 i od 1600 do 1700. Ukoliko nivo

kvaliteta od 0.85 donosioci odluka ne smatraju zadovoljavajućim, trebalo bi da biraju između rešenja u kojima su veći nivoi kvaliteta postignuti za najmanji iznos budžeta.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize dostupne literature, postavljenog predmeta i ciljeva istraživanja, prikazanog algoritma za upravljanje idejama, modela za izbor tehničkih parametara koji ulaze u sastav koncepta proizvoda, modela za odabir vrednosti tehničkih parametara i rezultata eksperimenata nad definisanim modelima, u nastavku rada prikazan je pregled istraživanja, naučni i stručni doprinosi, potvrda postavljenih hipoteza i pravci budućih istraživanja.

7.1. Pregled istraživanja, naučni i stručni doprinosi

Na osnovu pregleda literature i istraživanja prikazanih u disertaciji može se zaključiti da upravljanje ranim fazama inovacionih projekata predstavlja izuzetno značajnu oblast upravljanja inovacijama i inovacionim projektima. Imajući u vidu da je slaba strukturiranost jedan od ključnih identifikovanih problema koji se javlja u ovom delu projekta, a koja može značajno uticati na kvalitet, troškove i vreme realizacije koncepta proizvoda, ovaj rad je, upravo, usmeren na rešavanje tog problema. Preciznije, cilj rada je da prikaže jedan od mogućih načina integrisanja delova ranih faza kako bi se na efikasan način dobio ključni izlaz predstavljen u vidu koncepta proizvoda. Efikasno upravljanje ovim delom projekta podrazumeva, pored unapređenja strukture, i rešavanje izazova poput smanjenja neizvesnosti i rizika, izbegavanja odlaganja plasmana na tržište, povećanje kvaliteta inovativnog rešenja i, naravno, postizanje konkurentske prednosti. Analizom dostupne literature, može se uočiti da postojeći pristupi, uglavnom, razmatraju pojedinačne delove ranih faza inovacionih projekata, odnosno, samo upravljanje idejama, samo prevođenje korisničkih zahteva u tehničke parametre ili samo izbor koncepta.

Kako bi se prevazišao predstavljeni problem, u radu je prikazan metodološki pristup koji integriše sve delove ranih faza inovacionih projekata u povezanu celinu. Prvi deo pristupa predstavlja algoritam koji se odnosi na konceptualni prikaz mogućeg načina upravljanja idejama. Drugi deo pristupa predstavlja Model 1 kojim se određuje minimalan broj tehničkih parametara koji ulaze u sastav koncepta proizvoda, a kojima se pokrivaju svi zahtevi korisnika. Treći deo pristupa čine dva modela koji se mogu smatrati direktnim i obrnutim modelom, imajući u vidu da se Modelom 2 određuju vrednosti odabranih tehničkih parametara kojima se obezbeđuje definisani kvalitet uz minimalne troškove, dok se Modelom 3 određuju vrednosti tehničkih parametara kojima se maksimizira kvalitet u okviru ograničenog budžeta.

Shodno predmetu istraživanja doktorske disertacije, ovaj pristup doprinosi unapređenju upravljanja ranim fazama, te dobijanju izlaza u vidu koncepta proizvoda koji će biti prihvaćen od strane korisnika i koji ima zadovoljavajući kvalitet i troškove. Unapređenje efikasnosti ranih faza se postiže ovim pristupom, pre svega, povezivanjem svih potfaza ove faze inovacionih projekata na način da izlaz iz jedne potfaze predstavlja ulaz u drugu. Izlaz iz algoritma je ideja. Izlaz iz Modela 1 je odabrani skup tehničkih parametara. Izlazi iz Modela 2 i Modela 3 su vrednosti tehničkih parametara. Time se ostvaruje celina koja olakšava donošenje odluka, posebno uz IT podršku. Postizanje zadovoljstva korisnika, odgovarajućeg kvaliteta i troškova koncepta proizvoda, definisani su kao optimizacioni problemi. Prema tome, definisana su tri optimizaciona zadatka čijim rešavanjem se opravdavaju sve pretpostavke definisane predmetom istraživanja. Zadovoljstvo korisnika je opravdano u delu koji je predstavljen Modelom 1 gde je funkcija cilja prikazana kroz maksimizaciju apsolutnog značaja tehničkih parametara. Poznato je da je apsolutni značaj tehničkih parametara direktno srazmeran nivou značajnosti korisničkih zahteva, te da se biraju oni tehnički parametri koji imaju najjaču relaciju sa zahtevima korisnika. Postizanje odgovarajućeg kvaliteta i troškova koncepta proizvoda su obuhvaćeni Modelima 2 i 3 koji u strukturi obuhvataju minimizaciju troškova i maksimizaciju kvaliteta. Dodatno, definisanjem ovih modela donosiocima odluka se omogućava da

na osnovu eksperimenata, nad različitim scenarijima, odluče koje rešenje je optimalno u datom trenutku.

U cilju ispitivanja efikasnosti i skalabilnosti modela korišćeni su modeli sa tri, pet i deset tehničkih parametara. Nad modelima su realizovani eksperimenti variranjem vrednosti ulaznih parametara. Vrednosti su određivane na slučajan način. Proces izvođenja i rezultati eksperimenata su dokumentovani u cilju kreiranja benčmarka za buduća istraživanja.

Na osnovu pregleda literature, predstavljenog metodološkog pristupa, zapravo, algoritma za upravljanje idejama, implementacije Modela 1, 2 i 3, sprovedenih eksperimenata i njihovih rezultata, može se zaključiti da su postavljeni naučni i opšti ciljevi ostvareni:

- Kreiran je metodološki pristup za upravljanje ranim fazama koji obuhvata više povezanih modela, a kojima se omogućava efikasno kreiranje izlaza iz ovog dela inovacionih projekata.
- Primenom ovako definisanog pristupa unapređuje se efikasnost upravljanja ranim fazama, a prilagođen je za korišćenje od strane članova projektnog tima.

Hipoteze, postavljene u doktorskoj disertaciji, su testirane na osnovu pregleda literature, implementacije razvijenog pristupa, sprovedenih eksperimenata i njihovih rezultata.

H1: *Razvojem integrisanog modela za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata može se unaprediti izlaz, odnosno, sniziti troškovi i skratiti vreme projektovanja inovacije.*

Tvrdnja predstavljena hipotezom 1 potvrđena je u poglavlju 6. u kome je dat metodološki pristup za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata. Definisani pristup se sastoji od nekoliko modela i algoritama kojima se može unaprediti izlaz, ali i skratiti vreme projektovanja inovacije. Imajući u vidu da pristup sadrži optimizacione modele koji uključuju minimizaciju troškova i maksimizaciju kvaliteta, te da izlaz iz jednog dela pristupa predstavlja ulaz u drugi, mogu se potvrditi sve pretpostavke definisane hipoteze. Takođe, u okviru definisanih eksperimenata, uz primenu GLPK softvera, potrebno vreme i memorija koju zauzima izvršavanje, su neznatni.

H2: *Analiziranjem međusobnog uticaja različitih vrednosti izlaza na dimenzije ranih faza moguće je unaprediti njihove performanse uspeha.*

U cilju evaluacije razvijenog metodološkog pristupa, nad Modelima 1, 2 i 3 realizovani su eksperimenti. Na osnovu eksperimenata može se zaključiti da se za ovako definisane modele mogu dobiti optimalna rešenja za različite vrednosti ulaznih parametara i promenljivih. Time se obezbeđuje rešenje koje ima odgovarajuće troškove i kvalitet. Imajući u vidu da su predstavljeni problemi optimizacioni i da se njihovim rešavanjem dobija optimalno rešenje, sledi da je moguće unaprediti performanse izlaza, kako pojedinačnih, tako i finalnog. Dodatno, Modelom 2 i 3, dobijaju se rešenja koja se mogu tumačiti kao donja i gornja granica svih optimalnih rešenja, što olakšava situaciju donosiocima odluka prilikom izbora finalnog rešenja koje će se dalje razvijati.

H3: *Specifičnost i ograničenja aktivnosti ranih faza inovacionih projekata povezane su sa tipom inovacija i oblašću u kojoj su primenjene.*

Pregledom literature na temu tipova inovacija i inovacionih projekata, može se uočiti da postoje specifičnosti koje karakterišu svaki tip inovacije pojedinačno, koje, dodatno, zavise i od oblasti u kojoj su primenjene. Različiti tipovi inovacija često zahtevaju i različite pristupe prilikom razvoja (hibridni, agilni, *lean* i dr.). Zato su razvijeni i razni konceptualni modeli koji se mogu kombinovati sa različitim pristupima. Specifičnost i ograničenja se mogu tumačiti i sa aspekta složenosti samog inovacionog projekta, odnosno, sa aspekta prirode inovacija. Shodno tome, može se zaključiti i da su specifičnosti ranih faza inovacionih projekata povezane sa tipom inovacija i oblašću u kojoj su primenjene, te da se predloženi pristup može prilagoditi tipu

inovacije koja se razvija, kao i oblasti industrije na koju se odnosi. Kako tip inovacije, tako i oblast primene, zahtevaju različite ulazne parametre i promenljive koje će se razmatrati. Definisanje vrednosti parametara, kao i ograničenja modela, direktno je zavisno od oblasti za koju se model razvija.

H4: *Postoji širok skup parametara koji mogu uticati na slabu strukturiranost ranih faza inovacionih projekata, iz kojeg je potrebno odabrati ključne za razvoj modela.*

Postoji veliki broj parametara koji mogu uticati na slabu strukturiranost ranih faza i koji povećavaju neizvesnost i rizik inovacionih projekata, te utiču na kvalitet izlaza ranih faza predstavljenog u vidu koncepta proizvoda. Na osnovu pregleda literature, kao ključni za modeliranje problema, izdvojeni su vreme, troškovi i kvalitet. Upravo su to parametri na kojima se zasniva razvijeni metodološki pristup. Unapređenje strukture je u okviru razvijenog pristupa omogućeno definisanim algoritmima kojima se daje putokaz za realizaciju ovog dela procesa. Dodatno, razvijenim optimizacionim modelima se obezbeđuje da koncept proizvoda bude u skladu sa izdvojenim parametrima, odnosno, definisanim troškovima, kvalitetom i vremenom.

Na osnovu svega navedenog može se zaključiti da su sve posebne hipoteze potvrđene, a samim tim i opšta hipoteza ovog rada:

H0: *Model baziran na integraciji metoda upravljanja u ranim fazama inovacionih projekata može da unapredi performanse celokupnog inovacionog projekta.*

potvrđena, a cilj doktorske disertacije ispunjen.

U okviru doktorske disertacije kao naučni doprinosi mogu se izdvojiti:

- Sistematizacija postojećih naučnih saznanja iz oblasti upravljanja inovacijama i inovacionim projektima.
- Sistematizacija postojećih naučnih saznanja iz oblasti upravljanja ranim fazama inovacionih projekata.
- Razvijen model za izbor minimalnog broja tehničkih parametara koji ulaze u sastav koncepta proizvoda, zasnovan na metodi QFD.
- Razvijen model za određivanje vrednosti tehničkih parametara kojim se minimiziraju troškovi koncepta proizvoda uz poštovanje definisanog kvaliteta.
- Razvijen model za određivanje vrednosti tehničkih parametara kojim se maksimizira kvalitet u okviru definisanog budžeta.
- Razvijen novi metodološki pristup za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata baziran na algoritmu za upravljanje idejama, modelu za izbor minimalnog broja tehničkih parametara i modelima za određivanje vrednosti tehničkih parametara. Izlaz iz jednog dela pristupa predstavlja ulaz u drugi.

Stručni doprinos doktorske disertacije predstavlja:

- Predloženi metodološki pristup se može direktno implementirati imajući u vidu da se bazira na parametrima koji su u teoriji i praksi prepoznati kao ključni, te da se njime donosi odluka može pojednostaviti izbor najboljeg koncepta proizvoda. Takođe, ovim pristupom je definisan okvir za dalju nadogradnju i proširenje, implementacijom novih ograničenja, kao i povezivanjem sa drugim metodama i tehnikama, karakterističnim za ovaj deo inovacionog projekta.

Na osnovu svega izloženog, može se zaključiti da dobijeni rezultati doktorske disertacije predstavljaju originalni naučni doprinos u odnosu na postojeće stanje i otvaraju prostor za dalja istraživanja.

7.2. Pravci budućih istraživanja

Dalja istraživanja na temu upravljanja ranim fazama inovacionim projekata se mogu realizovati u više pravaca, od kojih se izdvajaju sledeći:

- Proširenje razvijenog koncepta za upravljanje idejama savremenim pristupima, poput gamifikacije. Algoritam se može posebno razmatrati kako za interno generisanje ideja, tako i za eksterno generisanje ideja.
- Razvoj softverskog rešenja baziranog na definisanom algoritmu za upravljanje idejama.
- Proširenje predloženih matematičkih modela dodavanjem novih ograničenja, povećanjem broja promenljivih, povećanjem broja korisničkih zahteva, povećanjem razmatranih tehničkih parametara i dr.
- Primena različitih metoda optimizacije, heuristika ili metaheuristika, ukoliko se za to pojavi potreba – kod inovativnih rešenja sa velikim brojem tehničkih parametara ili velikim brojem mogućih vrednosti tehničkih parametara.
- Povezivanje razvijenog metodološkog pristupa sa metodama upravljanja projektima.

LITERATURA

- Abu-Assab, S. (2012). Integration of preference analysis methods into quality function deployment: A focus on elderly people. In *Integration of Preference Analysis Methods into Quality Function Deployment: A Focus on Elderly People* (pp. 47–68). Gabler Verlag.
- Aggeri, F., & Segrestin, B. (2007). Innovation and project development: an impossible equation? Lessons from an innovative automobile project development. *R&D Management*, 37(1), 37–47.
- Akao, Y. (1972). New product development and quality assurance: system of QFD, standardization and quality control. *Japan Standards Association*, 25(4), 9–14.
- Akao, Y. (1990). *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design*. Productivity Press (1841).
- Amabile, T. M. (1988). A Model of Creativity and Innovation in Organizations. *Research in Organizational Behavior*, 10(1), 123–167.
- Amaro Dos Santos, J., Ohlhausen, P., & Bucher, M. (2008). Aligning innovation and Project Management by the Value Index. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 4(4), 413–430.
- Andrew, J. P., Manget, J., Michael, D. C., Taylor, A., & Zablitz, H. (2010). *Innovation 2010: A Return to Prominence - and the Emergence of a New World Order*. The Boston Consulting group.
- Armstrong, J. S. (2001). *Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners*. Springer Science & Business Media.
- Askin, R. G., & Goldberg, J. B. (1988). Economic optimization in product design. *Engineering Optimization*, 14(2), 139–152.
- Bacharach, S. (2016). 7 Criteria to Select the Best Idea. *Inc*. Retrieved from <https://www.inc.com/samuel-bacharach/7-criteria-to-select-the-best-idea.html>
- Bobrow, E. E. (1997). *The complete idiot's guide to new product development*. New York: Alpha Books.
- Brown, S., & Eisenhardt, K. (1998). *Competing on the edge, strategy as structured chaos*. Boston: Harvard Business School Press.
- Brown, S. L., & Eisenhardt, K. M. (1995). Product Development: Past Research, Present Findings, and Future Directions. *Academy of Management Review*, 20(2), 343–378.
- Bullinger, A. C., & Moeslein, K. (2010). Innovation contests - where are we? *16th Americas Conference on Information Systems 2010, AMCIS 2010*, 2, 795–803.
- Burke, B. (2014). *Gamify: How gamification motivates people to do extraordinary things*. Bibliomotion, Inc.
- Caldecote, V. (1989). Investment in new product development. In *Product Design and Technical Innovation*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Cantamessa, M., & Montagna, F. (2016). *Management of Innovation and Product Development*. *Management of Innovation and Product Development*.
- Chan, L.-K., & Wu, M.-L. (2002). Quality function deployment: A literature review. *Journal of Product Innovation Management*, 14(5), 463–497.
- Charter, M., & Tischner, U. (2001). *Sustainable Solutions: Developing Products and Services for the Future*. Sheffield: Greenleaf Publishing.
- Chesbrough, H. W. (2006). Open innovation: A new paradigm for understanding industrial innovation. In H. Chesbrough, W. Vanhaverbeke, & J. West (Eds.), *Open Innovation: Researching a New Paradigm* (pp. 1–12). Oxford: Oxford University Press.
- Chesbrough, H. W. (2003a). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, Massachusetts: Harvard business school press.
- Chesbrough, H. W. (2003b). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Publishing.
- Chesbrough, H. W. (2010). Business model innovation: Opportunities and barriers. *Long Range Planning*, 43(2–3), 354–363.
- Chief Executive. (2013). Innovation Is a Top Priority for Business. Retrieved from

<https://chiefexecutive.net/innovation-is-a-top-priority-for-business/>

- Christensen, C. M. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business School Publishing.
- Christensen, C. M., Raynor, M. E., & McDonald, R. (2015). What Is Disruptive Innovation? *Harvard Business Review*, 93(12), 44–53.
- Cocco, M., Cerri, D., Taisch, M., & Terzi, S. (2014). Development and implementation of a product life cycle optimization model. *2014 International Conference on Engineering, Technology and Innovation: Engineering Responsible Innovation in Products and Services, ICE 2014*.
- Conner, K. R., & Prahalad, C. K. (1996). A Resource-Based Theory of the Firm : Knowledge versus Opportunism. *Organization Science*, 7(5), 477–501.
- Cooper, R. G. (1979). The Dimensions of Industrial New Product Success and Failure. *Journal of Marketing*, 43(3), 93–103.
- Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (1988). Resource Allocation in the New Product Process. *Industrial Marketing Management*, 17(3), 249–262.
- Cooper, R. G. (2011). *Winning at new products: Creating value Through innovation*. New York: Basic books.
- Cooper, R. G. (2014). What's Next?: After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, 57(1), 20–31.
- Cooper, R. G. (2019). The drivers of success in new-product development. *Industrial Marketing Management*, 76(July), 36–47.
- Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (1994). Determinants of timeliness in product development. *Journal of Product Innovation Management*, 11(5), 381–396.
- Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2018). Agile–Stage-Gate for Manufacturers: Changing the Way New Products Are Developed Integrating Agile project management methods into a Stage-Gate system offers both opportunities and challenges. *Research Technology Management*, 61(2), 17–26.
- Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gates Idea-to-Launch Process—Update, What's New, and NexGen Systems? *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 213–232.
- Corbett, J., & Crookall, J. R. (1986). Design for Economic Manufacture. *CIRP Annals*, 35(1), 93–97.
- Crawford, M., & Di Benedetto, A. (2011). *New Products Development, 10th Edition*.
- Cristiano, J. J., Liker, J. K., & White, C. C. (2001). Key factors in the successful application of quality function deployment (QFD). *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(1), 81–95.
- Dahlin, K. B., & Behrens, D. M. (2005). When Is an Invention Really Radical? Defining and Measuring Technological Radicalness. *Research Policy*, 34, 717–737.
- Davies, A., & Hobday, M. (2005). *The Business of Projects: Managing Innovation in Complex Products and Systems*. Cambridge University Press.
- De Brentani, U., & Reid, S. E. (2011). The Fuzzy Front-End of Discontinuous Innovation: Insights for Research and Management. *Journal of Product Innovation Management*, 29(1), 70–87.
- Dewulf, K. (2013). Sustainable Product Innovation: The Importance of the Front- End Stage in the Innovation Process. In *Advances in Industrial Design Engineering*. InTech.
- Donnellan, B., Helfert, M., Kenneally, J., Vandermeer, D., Rothenberger, M., Winter, R., & Hutchison, D. (2015). *New Horizons in Design Science: Broadening the Research Agenda: 10th International Conference, DESRIST 2015*.
- Donnelly, C. (2011). Creativity, Deliberate Practice and Structure. Retrieved from <http://www.chrisdonnellymusic.com/creativity-deliberate-practice-and-structure/>
- Dowlatshahi, S. (1992). Product design in a concurrent engineering environment: An optimization approach. *International Journal of Production Research*, 30(8), 1803–1818.
- Drucker, P. F. (1985). *Innovation and entrepreneurship: Practice and principles*. New York: Harper & Row.
- Dym, C. L. (1994). *Engineering Design - A Synthesis of Views*. Cambridge University Press.
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. In B. A. Foray, D. and Lundvall (Ed.), *Employment and*

Growth in the Knowledge-Based Economy. Paris: OECD.

- Eling, K., & Herstatt, C. (2017). Managing the Front End of Innovation-Less Fuzzy, Yet Still Not Fully Understood. *Journal of Product Innovation Management*, 34(6), 864–874.
- Erasmus University Rotterdam. (n.d.). Innovation management. Retrieved from <https://www.coursera.org/learn/innovation-management>
- European Commission. (2014). *InnoBarometer : the Role of Public Support in the Commercialisation of Innovations*.
- Everett, R. (1995). *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Fagerberg, J., Mowery, D. C., & Nelson, R. R. (2005). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press.
- Fargnoli, M., & Sakao, T. (2017). Uncovering differences and similarities among Quality Function Deployment based methods in Design for X - benchmarking in different domains. *Quality Engineering*, 29(4), 690–712.
- Feroli, M., Dekoninck, E., Culley, S., Roussel, B., & Renaud, J. (2010). Understanding the rapid evaluation of innovative ideas in the early stages of design. *International Journal of Product Development*, 12(1), 67–83.
- Filippov, S., & Mooi, H. (2010). Innovation project management: a research agenda. *Journal of Innovation and Sustainability*, 1(1).
- Flurscheim, C. H. (1983). Objectives and techniques of industrial design in engineering. In *Industrial Design in Engineering: a Marriage of Techniques*. The Design Council London.
- Franceschini, F. (2002). *Advanced Quality Function Deployment*. CRC Press LLC.
- Franceschini, F., Galetto, M., & Maisano, D. (2007). *Management by Measurement. Journal of Chemical Information and Modeling: Designing Key Indicators and Performance Measurement Systems*. Springer.
- Franceschini, F., & Rossetto, S. (1998). Quality function deployment: How to improve its use. *Total Quality Management*, 9(6), 491–500.
- Freddi, A., & Salmon, M. (2018). *Design Principles and Methodologies - From Conceptualization to First Prototyping with Examples and Case Studies*. Springer International Publishing.
- Free Software Foundation. (2016). *Modeling Language GNU MathProg. Language*. Moscow, Russia: Andrew Makhorin, Department for Applied Informatics, Moscow Aviation Institute.
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation* (3rd ed.). MIT Press, Cambridge, MA.
- French, M. J. (1971). *Engineering Design: The Conceptual Stage*. London: Heinemann Educational.
- Frenz, M., & Lambert, R. (2012). *Mixed modes of innovation. Mixed Modes of Innovation: An Empiric Approach to Capturing Firms' Innovation Behaviour*. Paris.
- Fung, R. Y. K., Tu, Y., Tang, J., & Wang, D. (2002). Product design resources optimization using a non-linear fuzzy quality function deployment model. *International Journal of Production Research*, 40(3), 585–599.
- Gardiner, P., & Rothwell, R. (1985). Tough customers: good designs. *Design Studies*, 6(1), 7–17.
- Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Martinez-Covarrubias, J. L., & Lim, M. K. (2018). *Managing Innovation and Operations in the 21st Century*. Taylor & Francis.
- Gassmann, O., & Schweitzer, F. (2014). Managing the Unmanageable: The Fuzzy Front End of Innovation. In O. Gassmann & F. Schweitzer (Eds.), *Management of the Fuzzy Front End*. Springer International Publishing.
- Gaubinger, K., & Rabl, M. (2014). Structuring the Front End of Innovation. In *Management of the Fuzzy Front End of Innovation* (pp. 15–30). Springer International Publishing.
- Gaubinger, K., Rabl, M., Swan, S., & Werani, T. (2015). *Innovation and Product Management: A Holistic and Practical Approach to Uncertainty Reduction*. Berlin: Springer.
- Geschka, H. (2006). Innovationsmanagement/Konzepte und Methoden des Innovationsmanagement. *Echnologie & Management*, 9.
- Gilson, L. L., & Litchfield, R. C. (2017). Idea collections: a link between creativity and innovation. *Innovation: Management, Policy and Practice*, 19(1), 80–85.

- Gonzalez, F. J. M., & Palacios, T. M. B. (2002). The effect of new product development techniques on new product success in Spanish firms. *Industrial Marketing Management*, 31(3), 261–271.
- Govindarajan, V., & Trimble, C. (2010). Stop the Innovation Wars. *Harvard Business Review*, 88(7/8), 76–83.
- Griffin, A., & Page, A. L. (1996). PDMA Success Measurement Project: Recommended Measures for Product Development Success and Failure. *Journal of Product Innovation Management*, 13, 478–496.
- Haik, Y. (2003). *Engineering Design Process*. USA: Thomson Learning Pacific Grove CA.
- Hall, A. D. (1968). *A Methodology for Systems Engineering* (6th ed.). Princeton, NJ: Van Nostrand.
- Haller, J. (2013). *Open Evaluation: Integrating Users into the Selection of New Product Ideas*. Springer Gabler.
- Hallerstede, S. H. (2013). *Managing the lifecycle of open innovation platforms. Managing the Lifecycle of Open Innovation Platforms*.
- Han, S. B., Chen, S. K., Ebrahimpour, M., & Sodhi, M. S. (2001). A conceptual QFD planning model. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21(4), 319–333.
- Hauser, J. R., & Clausing, D. (1988). The house of quality. *Harvard Business Review*, 66(3), 63–73.
- Helo, P., Gunasekaran, A., & Rymaszewska, A. (2017). *Designing and Managing Industrial Product-Service Systems*. Springer International Publishing.
- Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Science*, 35(1), 9–30.
- Herstatt, C., & Verworn, B. (2007). Strukturierung und Gestaltung der frühen Phasen des Innovationsprozesses. In C. Verworn & B. Herstatt (Eds.), *Management der frühen & Innovationsphasen: Grundlagen—Methoden—Neue Ansätze &* (pp. 111–134). Wiesbaden.
- Hollins, B., & Pugh, S. (1990). *Successful Product Design*. Butterworth & Co London UK.
- Hopkins, D. S. (1981). New Products Winners and Losers. *Research Management*, 24(3), 12–17.
- Horvath, I. (2004). A treatise on order in engineering design research. *Research in Engineering Design*, 15(3), 155–181.
- Hubka, V., & Eder, W. E. (1988). *Theory of Technical Systems: A Total Concept Theory for Engineering Design*. Berlin: Springer.
- Hunicke, R., Leblanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA : A Formal Approach to Game Design and Game Research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI* (p. 1722). New Riders.
- Industrial Designers Society of America. (2019). Industrial Design Defined. Retrieved from <https://www.idsa.org/news/dblog/what-id>
- Innovation Cloud. (2020). Retrieved from <https://innovationcloud.com/>
- ISO 16355-1. (2015). *Application of statistical and related methods to new technology and product development process — Part 1: General principles and perspectives of Quality Function Deployment (QFD)*. International Standards Organization.
- Iversen, H., Kristensen, K., Schei Liland, C., Berman, T., Enger, N., & Losnedahl, T. (2009). Idea management: A life-cycle perspective on innovation. In *2009 IEEE International Technology Management Conference, ICE 2009* (pp. 1–8).
- Jaruzelski, B., & Dehoff, K. (2007). The Customer Connection: The Global Innovation 1000. *Strategy+ Business, Winter*(49), 68–85.
- Jensen, F. (2016). *Quality Innovation: A QFD approach*. Published by the author.
- Jetter, A., Albar, F., & Sperry, R. C. (2016). The practice of project management in product development: Insights from the literature and cases in high-tech, 503–725.
- Jetter, A. J. M. (2003). Educating the guess: strategies, concepts and tools for the fuzzy front end of product development. In *Proceedings of PICMET 2003: Technology Management for Reshaping the World* (pp. 261–273). Portland, OR.
- Johnson, M., Christensen, C., & Kagermann, H. (2008). Reinventing Your Business Model. *Harvard Business Review*, 86(12), 50–59.
- Kahn, K. B. (2012). *The PDMA handbook of new product development*. John Wiley & Sons.

- Kahraman, C., Ertay, T., & Büyüközkan, G. (2006). A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. *European Journal of Operational Research*, 171(2), 390–411.
- Kavanagh, D., & Naughton, E. (2009). Innovation and project management - exploring the inks. *PM World Today*.
- Keegan, A., & Turner, R. (2002). The management of innovation in project-based firms. *Long Range Planning*, 35(4), 367–388.
- Kerzner, H. (2019). *Innovation project management- Methods, case studies and tools for managing innovation projects*. Wiley.
- Khurana, A., & Rosenthal, S. R. (1997). Integrating the Fuzzy Front End of New Product Development. *MIT Sloan Management Review*, 38(2), 103.
- Kim, J., & Wilemon, D. (2002). Focusing The Fuzzy Front- End In New Product Development. *R & D Management*, 32(4), 269–279.
- Kim, K., & Lee, K. (2010). Two Types of Design Approaches Regarding Industrial Design and Engineering Design in Product Design. ... *11th International Design Conference DESIGN ...*, 1795–1806.
- Koen, P., Ajamian, G., Burkart, R., Clamen, A., Davidson, J., D'Amore, R., ... Wagner, K. (2001). Providing clarity and a common language to the “fuzzy front end.” *Research Technology Management*, 44(2), 46–55.
- Koen, Peter, Bertels, H. M. J., & Kleinschmidt, E. J. (2014). Managing the Front End of Innovation — Part I. *Research Technology Management*, 57(3), 25–35.
- Krick, E. V. (1969). *An Introduction to Engineering and Engineering Design* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Lamghabbar, A., Yacout, S., & Ouali, M. S. (2004). Concurrent optimization of the design and manufacturing stages of product development. *International Journal of Production Research*, 42(21), 4495–4512.
- Lawson, B. R. (1997). *How designers think*. Elsevier.
- Lester, D. H. (1998). Critical success factors for new product development. *Research Technology Management*, 41(1), 36–43.
- Lindbeck, J. R., & Wygant, R. M. (1995). *Product design and manufacture*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall.
- Lindbeck, J. R. (1994). *Product Design and Manufacture* (1st ed.). Pearson.
- Loch, C. H., & Kavadias, S. (2008). *Handbook of New Product Development Management*. Elsevier.
- Lorenz, C. (1986). *The Design Dimension*. New York: Basil Blackwell Ltd.
- Ma, Z., Gill, T., & Jiang, Y. (2015). Core Versus Peripheral Innovations: The Effect of Innovation Locus on Consumer Adoption of New Products. *Journal of Marketing Research*, 52(3), 309–324.
- Malik, A. I. (2014). *Identification of Idea Management Tools' Success Factors for Organizations*. Aalto University, School of Science, Espoo.
- Malone, T. W., Laubacher, R., & Dellarocas, C. (2010). The collective intelligence genome. *MIT Sloan Management Review*, 51(3), 21–31.
- March-Chordà, I., Gunasekaran, A., & Lloria-Aramburo, B. (2002). Product development process in Spanish SMEs: An empirical research. *Technovation*, 22(5), 301–312.
- Maritan, D. (2015). *Quality Function Deployment (QFD): Definitions, History and Models. Practical Manual of Quality Function Deployment*. Springer.
- Messerle, M., Binz, H., & Roth, D. (2013). Elaboration and assessment of a set of criteria for the evaluation of product ideas. *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED*, 125–134.
- Mileham, A. R., Currie, G. C., Miles, A. W., & Bradford, D. T. (1992). Conceptual cost information as an aid to the designer. In *International Operations - Crossing Borders in Manufacturing and Service (Proc 7th Annual Conference of the OMAUK) - UMIST* (pp. 119–224).
- Millson, M. R., & Wilemon, D. (2002). The Impact of Organizational Integration and Product

- Development Proficiency on Market Success. *Industrial Marketing Management*, 31, 1–23.
- Milutinović, R., & Stošić, B. (2019). Primena metoda QFD u projektovanju inovacija. In *XLVI Simpozijum o operacionim istraživanjima – SYM-OP-IS 2019* (pp. 441–446). Kladovo: Fakultet organizacionih nauka.
- Milutinović, R., Stošić, B., Čudanov, M., & Štavljanin, V. (2018). A Conceptual Framework of Game-Based Ideation. *International Journal of Engineering Education*, 34(6), 1930–1938.
- Milutinovic, R., Stošić, B., & Đorđević Milutinović, L. (2020). Key Success Factors of the Crowdsourcing Platforms for Innovation. In *Proceedings of the 5th International Conference “Innovation Management, Entrepreneurship and Sustainability 20202”* (pp. 413–423). Vysoká škola ekonomická v Praze.
- Milutinović, R., Stošić, B., & Štavljanin, V. (2018). The Application Of Online Platforms In Open Innovation. *JITA - Journal of Information Technology and Applications (Banja Luka) - APEIRON*, 14(2), 92–99.
- Mital, A., Desai, A., Subramanian, A., & Mital, A. (2014). *Product development: A Structured Approach to Consumer Product Development, Design, and Manufacture* (2nd ed.). Elsevier.
- Moenaert, R. K., De Meyer, A., Souder, W. E., & Deschoolmeester, D. (1995). R&D/marketing communication during the fuzzy front-end. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 42(3), 243–258.
- Montoya-Weiss, M. M., & Calantone, R. J. (1994). Determinants of New Product Performance: A Review and Meta Analysis. *Journal of Product Innovation Management*, 11(5), 397–417.
- Murphy, S., & Kumar, V. (1997). The Front End of New Product Development. *R&D Management*, 27(1), 5–15.
- Myers, S., & Marquis, D. G. (1969). *Successful industrial innovations: a study of factors underlying innovation in selected firms*. National Science Foundation, Washington, D.C.
- Nemhauser, G., & Wolsey, L. (1999). *Integer and Combinatorial Optimization*. John Wiley & Sons.
- Nishimura, K. (1972). *Ship design and quality table: quality control*. JUSE.
- Norman, D. A., & Verganti, R. (2014). Incremental and Radical Innovation: Design Research vs. Technology and Meaning Change. *DesignIssues*, 30(1), 78–96.
- O’Brien, K., Arundel, A., & Butchart, D. B. (2015). *New evidence on the frequency, impacts and costs of activities to develop innovations in Australian businesses: Results from a 2015 pilot survey*. Hobart.
- OECD. (2013). Knowledge, Networks, and Knowledge Networks. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*.
- OECD & Eurostat. (2005). *Oslo Manual 2005: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Communities* (3rd ed.). A joint publication of OECD and Eurostat.
- OECD & Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (4th ed.). The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, Paris/Eurostat, Luxembourg.: OECD Publishing.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. John Wiley & Sons.
- Ottosson, S. (2006). *Handbook in Innovation Management: Dynamic Business & Product Development*.
- Ottosson, S. (2019). *Developing and Managing Innovation in a Fast Changing and Complex World: Benefiting from Dynamic Principles*. Springer.
- Pahl, G., & Beitz, W. (1984). *Engineering Design*. Design Council.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K. H. (2007). *Engineering Design: A Systematic Approach*. Springer.
- Parker, R. G., & Rardin, R. L. (1988). 5 - Nonpolynomial Algorithms—Partial Enumeration. In R. G. Parker & R. L. Rardin (Eds.), *Discrete Optimization* (pp. 157–263). San Diego: Academic Press.
- Piedras, H., Yacout, S., & Savard, G. (2006). Concurrent optimization of customer requirements and the design of a new product. *International Journal of Production Research*, 44(20), 4401–4416.
- Piller, F. T., & Walcher, D. (2006). Toolkits for idea competitions: a novel method to integrate users

- in new product development, 365(3), 307–318.
- Porter, M. E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York: The Free Press.
- Porter, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 68(2), 73–93.
- Du Preez, N. D., Louw, L., & Essmann, H. (2009). An Innovation Process Model for Improving Innovation Capability. *Journal of High Technology Management Research*, (November 2014), 1–24.
- Pugh, S. (1996). *Creating Innovative Products using Total Design*. Addison-Wesley Massachusetts.
- Putz, M. (2019). LEAD Innovation Management. Retrieved from <https://www.lead-innovation.com/english-blog/evaluation-of-ideas>
- Quinn, J. B. (1985). Managing Innovation: Controlled Chaos. *Harvard Business Review*, 63(3), 73–84.
- Reid, D., & Sanders, N. (2011). *Operations Management: an integrated approach* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Reinertsen, D. G., & Smith, P. G. (1991). The Strategist's Role in Shortening Product Development, 12(4), 18–22.
- Richtner, A., & Sodergren, B. (2008). Innovation projects need resilience. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 4(3), 257.
- Ringel, M., Baeza, R., & Manly, J. (2019). How Collaborative Platforms and Ecosystems Are Changing Innovation. In *The Most Innovative Companies 2019: The Rise of AI, Platforms, and Ecosystems - BCG report*. Boston Consulting Group.
- Robinson, A. G., & Stern, S. (1997). *Corporate Creativity: How Innovation and Improvement Actually Happen*. Berrett Koehler.
- Roozenburg, N. F. M., & Eekels, J. (1995). *Product Design: Fundamentals and Methods*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Rosenau, M. D., & Moran, J. J. (1993). *Managing the Development of New Products: Achieving Speed and Quality Simultaneously Through Multifunctional Teamwork*. John Wiley & Sons.
- Rothwell, R., Freeman, C., Horsley, A., Jervis, V. T. P., Robertson, A., & Townsend, J. (1974). SAPPHO Updated – Project Sappho Phase II. *Research Policy*, 3(3), 258–291.
- Rowe, G., & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353–375.
- Rubenstein, R., Chakrabarty, R., O'Keefe, R., Souder, R., & Young, R. (1976). Factors Influencing Innovation Success at the Project Level. *Research Management*, 19(3), 15–20.
- Sandmeier, P., & Jamali, N. (2007). Eine praktische Strukturierungs-Guideline für das Management der frühen Innovationsphase. In *Management der frühen Innovationsphasen* (pp. 339–355). Gabler.
- Sawhney, M., Verona, G., & Prandelli, E. (2005). Collaborating to create: The Internet as a platform for customer engagement in product innovation. *Journal of Interactive Marketing*, 19(4), 4–17.
- Schumpeter, J. (1943). *Capitalism, Socialism and Democracy*. George Allen & Unwin.
- Schumpeter, J. (1983). *The Theory of Economic Development*. Transaction Publishers.
- SIEMENS. (2018). Siemens wins first place for “Best Idea Management.”
- Slater, S. F., Mohr, J. J., & Sengupta, S. (2014). Radical product innovation capability: Literature review, synthesis, and illustrative research propositions. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 552–566.
- Slater, S. F., & Narver, J. C. (1994). Does competitive environment moderate the market.pdf, 58(January), 46–55.
- Śledzik, K. (2013). Schumpeter's View on Innovation and Entrepreneurship. *SSRN Electronic Journal*, (October).
- Službeni glasnik RS br. 110/05, 18/10 и 55/13. (2013). Zakon o inovacionoj delatnosti. Retrieved from <http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2015/08/Закон-о-иновационој-делатности.pdf>

- Soukhoroukova, A., Spann, M., & Skiera, B. (2012). Sourcing, filtering, and evaluating new product ideas: An empirical exploration of the performance of idea markets. *Journal of Product Innovation Management*, 29(1), 100–112.
- Stage-Gate International. (2020a). Overview of the Stage-Gate® Innovation Performance Framework. Retrieved from <https://www.stage-gate.com/discovery-to-launch-process/>
- Stage-Gate International. (2020b). Stage-Gate® Ready Certified Software. Retrieved from <https://www.stage-gate.com/software/>
- Stevens, E. (2014). Fuzzy front-end learning strategies: Exploration of a high-tech company. *Technovation*, 34(8), 431–440.
- Stošić, B., Milutinović, R., Zakić, N., & Živković, N. (2016). Selected indicators for evaluation of eco-innovation projects. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 29(2), 1–15.
- Stošić, B. (2013). *Menadžment inovacija - Inovacioni projekti, modeli i metode*. Fakultet organizacionih nauka.
- Stošić, B., Milutinović, R., & Trivan, A. (2020). Idea management systems. In *17th International Symposium SymOrg 2020 "Business and Artificial Intelligence."* Zlatibor: Faculty of organizational sciences.
- Sullivan, L. P. (1986). Quality function deployment. *Quality Progress*, 19(6), 39–50.
- Summa, A. (2004). Software tools to support innovation process – focus on idea management. Innovation management institute, Helsinki University of Technology.
- Takey, S. M., & Carvalho, M. M. (2016). Fuzzy front end of systemic innovations: A conceptual framework based on a systematic literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 111, 97–109.
- Terwiesch, C., & Ulrich, K. (2009). *Innovation Tournaments: Creating and Selecting Exceptional Opportunities*. Harvard business press.
- Thomke, S., & Fujimoto, T. (2000). Effect of 'front-loading' problem-solving on product development performance. *Journal of Product Innovation Management*, 17(2), 128–142.
- Thota, H., & Munir, Z. (2011). *Palgrave Key Concepts: Key Concepts in Innovation*. Macmillan Publishers Ltd.
- Tidd, J., & Bessant, J. (2009). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. West Sussex.
- Tjalve, E. (1979). *A Short Course in Industrial Design*. Newnes: Butterworths.
- Triantis, J. E. (2013). *Navigating Decisions Strategic: The Power of Sound Analysis and Forecasting*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Trott, P. (2005). *Innovation Management and New Product Development* (3rd ed.). Pearson Education Limited.
- Trott, P. (2017). *Innovation Management and New Product Development* (6th ed.). Pearson Education Limited.
- Ullman, D. G. (2010). *The mechanical design process. Design Studies* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2015). *Product Design and Development Product Design and Development* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Unsworth, K. (2001). Unpacking Creativity. *The Academy of Management Review*, 26(2), 286–297.
- Vahs, D., & Brem, A. (2013). *Innovations management: Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung From ideas to successful implementation*. Schäffer-Poeschel Verlag.
- Van Bruggen, G. H., Lilien, G. L., & Kacker, M. (2002). Informants in organizational marketing research: Why use multiple informants and how to aggregate responses. *Journal of Marketing Research*, 39(4), 469–478.
- Vandenbosch, B., Saatcioglu, A., & Fay, S. (2006). Idea management: A systemic view. *Journal of Management Studies*, 43(2), 259–288.
- Varela, J., & Benito, L. (2005). New Product Development Process in Spanish Firms: Typology, Antecedents and Technical/Marketing Activities. *Technovation*, 25(4), 395–405.

- Vedsmand, T., Kielgast, S., & Cooper, R. G. (2016). Integrating Agile with Stage-Gate® – How New Agile-Scrum Methods Lead to Faster and Better Innovation. *Innovationmanagement.Se*, (August), 1–14.
- Verganti, R. (1997). Leveraging on systemic learning to manage the early phases of product innovation projects. *R and D Management*, 27(4), 377–392.
- Von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. MIT Press.
- Walter, M., Leyh, C., & Strahringer, S. (2018). Toward Early Product Cost Optimization: Requirements for an Integrated Measure Management Approach. In *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik* (pp. 2057–2068).
- Weis, B. (2014). *From Idea to Innovation: A Handbook for Inventors, Decision Makers and Organizations*. Springer.
- Westerski, A., Iglesias, C. A., & Nagle, T. (2011). The road from community ideas to organisational innovation: A life cycle survey of idea management systems. *International Journal of Web Based Communities*, 7(4), 493–506.
- Wheelwright, S. C., & Clark, K. B. (1992). *Revolutionizing Product Development*. New York: Maxwell-Macmillan.
- Witt, M. (2017). Boundaries of Open Innovation and Games. In S. Stieglitz, C. Lattemann, S. Robra-Bissantz, R. Zarnekow, & T. Brockmann (Eds.), *Gamification* (pp. 77–91). Cham: Springer International Publishing.
- Xuanyuan, S., Jiang, Z., Patil, L., Li, Y., & Li, Z. (2009). Multi-Objective Optimization of Product Configuration. In *ASME 2008 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (pp. 961–968). American Society of Mechanical Engineers.
- Zare Mehrjerdi, Y. (2010). Quality function deployment and its extensions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(6), 616–640.

PRILOZI

PRILOG 1.

Matematički model – Model 1 za odabir tehničkih parametara koji pokrivaju sve korisničke zahteve implementiran u GLPK softveru – **sekcija modela.**

```
set Z; #skup korisničkih zahteva
set T; #skup tehničkih parametara
param w{T}; #apsolutni značaj tehničkih karakteristika
param b{T,Z}, binary; #b=1 ako je j ti korisnički zahtev pokriven i tim tehničkim parametrom, 0
u
                    suprotnom
param n; #broj tehničkih parametara
var y{T}, binary;

maximize fja: sum{i in T} w[i]*y[i];
s.t.
pokriivanje{j in Z}: sum{i in T} b[i,j]*y[i] >= 1;
broj: sum{i in T} y[i] <= n;
end;
```

Sekcija podataka.

```
data;

set Z:=
z1
z2
z3
z4
z5
z6
z7
z8
z9
z10
;

set T:=
p1
p2
p3
p4
p5
p6
p7
p8
p9
;
```



```

param b:z1  z2  z3  z4  z5  z6  z7  z8  z9  z10:=
p1  1  0  1  0  0  0  1  1  1  0
p2  1  0  1  0  0  1  0  0  1  0
p3  1  0  1  0  1  1  1  0  1  0
p4  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0
p5  1  1  1  0  0  1  1  0  1  0
p6  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0
p7  0  0  0  0  1  1  0  0  1  0
p8  1  0  0  0  0  0  0  1  0  0
p9  0  0  0  1  0  0  0  0  0  1
;

param n:=4;

param w:=
p1 101
p2 58
p3 124
p4 60
p5 62
p6 36
p7 48
p8 60
p9 39
;

end;

```

Prikaz rešenja.

```

Problem:  primer pokrivanja skupova 1
Rows:    12
Columns:  9 (9 integer, 9 binary)
Non-zeros: 49
Status:   INTEGER OPTIMAL
Objective: fja = 326 (MAXimum)

No.  Row name      Activity  Lower bound  Upper bound
-----
1 fja              326
2 pokrivanje[z1]  3           1
3 pokrivanje[z2]  1           1
4 pokrivanje[z3]  3           1
5 pokrivanje[z4]  1           1
6 pokrivanje[z5]  1           1
7 pokrivanje[z6]  2           1

```

```

8 pokrivanje[z7]      3      1
9 pokrivanje[z8]      1      1
10 pokrivanje[z9]     3      1
11 pokrivanje[z10]    1      1
12 broj                4      4

```

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
-----	-------------	----------	-------------	-------------

1	y[p1]	*	1	0	1
2	y[p2]	*	0	0	1
3	y[p3]	*	1	0	1
4	y[p4]	*	0	0	1
5	y[p5]	*	1	0	1
6	y[p6]	*	0	0	1
7	y[p7]	*	0	0	1
8	y[p8]	*	0	0	1
9	y[p9]	*	1	0	1

Integer feasibility conditions:

KKT.PE: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0
max.rel.err = 0.00e+00 on row 0
High quality

KKT.PB: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0
max.rel.err = 0.00e+00 on row 0
High quality

End of output

PRILOG 2.

Sekcija modela.

```

set Z; #skup korisnickih zahteva
set T; #skup tehnickih parametara
param w{T}; #apsolutni znacaj tehnickih karakteristika
param b{T,Z}, binary; #b=1 ako je j ti zahtev pokriven i tim tehnickim parametrom, 0 u
suprotnom
param n; #broj tehnickih parametara
var y{T}, binary;

maximize fja: sum{i in T} w[i]*y[i];
s.t.
pokrivanje{j in Z}:sum{i in T} b[i,j]*y[i]>=1;
broj: sum{i in T} y[i]<=n;
end;

```

Sekcija podataka.

```
data;

set Z:=
z1
z2
z3
z4
z5
;

set T:=
p2
p3
p4
p5
;

param b:z1    z2    z3    z4    z5    :=
p2    1    1    1    0    1
p3    1    1    0    0    1
p4    1    0    0    1    1
p5    1    1    0    1    1
;

param n:=2;

param w:=
p2 130
p3 255
p4 265
p5 355
;

end;
```

Prikaz rešenja.

```
Problem:  primer pokrivanja skupova 2
Rows:    7
Columns:  4 (4 integer, 4 binary)
Non-zeros: 22
Status:   INTEGER OPTIMAL
Objective: fja = 485 (MAXimum)
```

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	fja	485		
2	pokrivanje[z1]	1		

3 pokrivanje[z2]	2	1		
4 pokrivanje[z3]	1	1		
5 pokrivanje[z4]	1	1		
6 pokrivanje[z5]	2	1		
7 broj	2		2	

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
-----	-------------	----------	-------------	-------------

1	y[p2]	*	1	0	1
2	y[p3]	*	0	0	1
3	y[p4]	*	0	0	1
4	y[p5]	*	1	0	1

Integer feasibility conditions:

KKT.PE: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0
max.rel.err = 0.00e+00 on row 0
High quality

KKT.PB: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0
max.rel.err = 0.00e+00 on row 0
High quality

End of output

PRILOG 3.

Matematički model – Model 2 za određivanje vrednosti tehničkih parametara kojima se obezbeđuje definisani kvalitet uz minimalne troškove implementiran u GLPK softveru – **sekcija modela.**

```

set N; #skup odabranih tehnickih parametara
set V{N}; #skupovi vrednosti tehnickih parametara

param c{i in N, j in V[i]}; #trosak tehnickog parametra po jedinici mere
param a {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}, binary; #relacije izmedju vrednosti tehnickih parametara
param kv {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}; #ocena performanse relacije
param B; #predvidjeni budzet za izradu koncepta proizvoda
param k; #broj relacija vrednosti tehnickih parametara
param Q; #minimalni prosečni kvalitet koncepta proizvoda
param qmin; #minimalni prihvatljivi poedinacni kvallitet

var x{i in N,p in V[i]}, binary; # 1 ako je izabrana vrednost p tehnickog parametra i, 0 u suprotnom
var z {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}, binary; #pomocna promenljiva

minimize f:sum{i in N, p in V[i]} c[i,p]*x[i,p];

```

```

s.t.
jedna_vrednost {i in N}: sum{p in V[i]} x[i,p]=1;
budzet: sum {i in N, p in V[i]} c[i,p]*x[i,p]<=B;
veze {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}: z[i,p,j,q]<=a[i,p,j,q];
pom1 {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}: z[i,p,j,q]<=x[i,p];
pom2 {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}: z[i,p,j,q]>=x[i,p]+x[j,q]-1;
pom3 {i in N, j in N: i<j}: sum{p in V[i], q in V[j]} z[i,p,j,q]=1;
#kvalitet {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: z[i,p,j,q]=1}: kv[i,p,j,q]>=qmin;
Qproizvoda: sum{i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j} kv[i,p,j,q]*z[i,p,j,q]/k>=Q;
end;

```

Sekcija podataka.

```

data;

set N:=
1
2
3;

set V[1]:=
1
2
3
4
;

set V[2]:=
0.9
1
1.2
1.5
;

set V[3]:=
1.5
1.7
1.9
2.1
;

param B:=950;
param k:=3;
param Q:=0.8;
#param qmin:=0.3;

param c:=[1,*]:=
1      8
2      14
3      18
4      22

```

```
[2,*]:=
0.9  500
1    530
1.2  550
1.5  600
```

```
[3,*]:=
1.5  350
1.7  375
1.9  400
2.1  430
;
```

```
param a:=[1,*,2,*]:  0.9  1    1.2  1.5:=
1    1    1    1    1
2    1    1    1    1
3    1    1    1    1
4    1    1    1    1
```

```
[1,*,3,*]:  1.5  1.7  1.9  2.1:=
1    1    1    1    1
2    1    1    1    1
3    1    1    1    1
4    1    1    1    1
```

```
[2,*,3,*]:  1.5  1.7  1.9  2.1:=
0.9  1    1    1    1
1    1    1    1    1
1.2  1    1    1    1
1.5  1    1    1    1
;
```

```
param kv:=[1,*,2,*]:  0.9  1    1.2  1.5:=
1    0.3  0.7  1    0.6
2    0.5  0.8  0.7  0
3    0.4  0.5  1    0.8
4    0.3  0.5  0.8  1
```

```
[1,*,3,*]:  1.5  1.7  1.9  2.1:=
1    0.4  1    0.7  0.6
2    0.8  1    0.9  0.8
3    0.6  0.8  1    0.8
4    0.5  0.6  0.8  1
```

```
[2,*,3,*]:  1.5  1.7  1.9  2.1:=
```

0.9	0.3	1	0.5	0.4
1	0.8	1	0.9	0.6
1.2	0.5	0.7	1	0.8
1.5	0.4	0.5	0.7	1
:				

Prikaz rešenja.

Problem: primer sa 3 parametara
 Rows: 153
 Columns: 60 (60 integer, 60 binary)
 Non-zeros: 419
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 889 (MINimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	889		
2	jedna_vrednost[1]			
		1	1	=
3	jedna_vrednost[2]			
		1	1	=
4	jedna_vrednost[3]			
		1	1	=
5	budzet	889		950
6	veze[1,1,2,0.9]			
		0	1	
7	veze[1,1,2,1]			
		0	1	
8	veze[1,1,2,1.2]			
		0	1	
9	veze[1,1,2,1.5]			
		0	1	
10	veze[1,1,3,1.5]			
		0	1	
11	veze[1,1,3,1.7]			
		0	1	
12	veze[1,1,3,1.9]			
		0	1	
13	veze[1,1,3,2.1]			
		0	1	
14	veze[1,2,2,0.9]			
		1	1	
15	veze[1,2,2,1]			
		0	1	
16	veze[1,2,2,1.2]			
		0	1	
17	veze[1,2,2,1.5]			
		0	1	
18	veze[1,2,3,1.5]			
		0	1	
19	veze[1,2,3,1.7]			

	1	1
20 veze[1,2,3,1.9]	0	1
21 veze[1,2,3,2.1]	0	1
22 veze[1,3,2,0.9]	0	1
23 veze[1,3,2,1]	0	1
24 veze[1,3,2,1.2]	0	1
25 veze[1,3,2,1.5]	0	1
26 veze[1,3,3,1.5]	0	1
27 veze[1,3,3,1.7]	0	1
28 veze[1,3,3,1.9]	0	1
29 veze[1,3,3,2.1]	0	1
30 veze[1,4,2,0.9]	0	1
31 veze[1,4,2,1]	0	1
32 veze[1,4,2,1.2]	0	1
33 veze[1,4,2,1.5]	0	1
34 veze[1,4,3,1.5]	0	1
35 veze[1,4,3,1.7]	0	1
36 veze[1,4,3,1.9]	0	1
37 veze[1,4,3,2.1]	0	1
38 veze[2,0.9,3,1.5]	0	1
39 veze[2,0.9,3,1.7]	1	1
40 veze[2,0.9,3,1.9]	0	1
41 veze[2,0.9,3,2.1]	0	1
42 veze[2,1,3,1.5]	0	1
43 veze[2,1,3,1.7]	0	1
44 veze[2,1,3,1.9]	0	1
45 veze[2,1,3,2.1]	0	1

	0	1
46 veze[2,1.2,3,1.5]	0	1
47 veze[2,1.2,3,1.7]	0	1
48 veze[2,1.2,3,1.9]	0	1
49 veze[2,1.2,3,2.1]	0	1
50 veze[2,1.5,3,1.5]	0	1
51 veze[2,1.5,3,1.7]	0	1
52 veze[2,1.5,3,1.9]	0	1
53 veze[2,1.5,3,2.1]	0	1
54 pom1[1,1,2,0.9]	0	-0
55 pom1[1,1,2,1]	0	-0
56 pom1[1,1,2,1.2]	0	-0
57 pom1[1,1,2,1.5]	0	-0
58 pom1[1,1,3,1.5]	0	-0
59 pom1[1,1,3,1.7]	0	-0
60 pom1[1,1,3,1.9]	0	-0
61 pom1[1,1,3,2.1]	0	-0
62 pom1[1,2,2,0.9]	-1	-0
63 pom1[1,2,2,1]	-1	-0
64 pom1[1,2,2,1.2]	-1	-0
65 pom1[1,2,2,1.5]	-1	-0
66 pom1[1,2,3,1.5]	-1	-0
67 pom1[1,2,3,1.7]	0	-0
68 pom1[1,2,3,1.9]	-1	-0
69 pom1[1,2,3,2.1]	-1	-0
70 pom1[1,3,2,0.9]	0	-0
71 pom1[1,3,2,1]		

	0	-0
72 pom1[1,3,2,1.2]	0	-0
73 pom1[1,3,2,1.5]	0	-0
74 pom1[1,3,3,1.5]	0	-0
75 pom1[1,3,3,1.7]	0	-0
76 pom1[1,3,3,1.9]	0	-0
77 pom1[1,3,3,2.1]	0	-0
78 pom1[1,4,2,0.9]	0	-0
79 pom1[1,4,2,1]	0	-0
80 pom1[1,4,2,1.2]	0	-0
81 pom1[1,4,2,1.5]	0	-0
82 pom1[1,4,3,1.5]	0	-0
83 pom1[1,4,3,1.7]	0	-0
84 pom1[1,4,3,1.9]	0	-0
85 pom1[1,4,3,2.1]	0	-0
86 pom1[2,0.9,3,1.5]	-1	-0
87 pom1[2,0.9,3,1.7]	0	-0
88 pom1[2,0.9,3,1.9]	-1	-0
89 pom1[2,0.9,3,2.1]	-1	-0
90 pom1[2,1,3,1.5]	0	-0
91 pom1[2,1,3,1.7]	0	-0
92 pom1[2,1,3,1.9]	0	-0
93 pom1[2,1,3,2.1]	0	-0
94 pom1[2,1.2,3,1.5]	0	-0
95 pom1[2,1.2,3,1.7]	0	-0
96 pom1[2,1.2,3,1.9]	0	-0
97 pom1[2,1.2,3,2.1]	0	-0

	0	-0
98 pom1[2,1.5,3,1.5]	0	-0
99 pom1[2,1.5,3,1.7]	0	-0
100 pom1[2,1.5,3,1.9]	0	-0
101 pom1[2,1.5,3,2.1]	0	-0
102 pom2[1,1,2,0.9]	-1	-1
103 pom2[1,1,2,1]	0	-1
104 pom2[1,1,2,1.2]	0	-1
105 pom2[1,1,2,1.5]	0	-1
106 pom2[1,1,3,1.5]	0	-1
107 pom2[1,1,3,1.7]	-1	-1
108 pom2[1,1,3,1.9]	0	-1
109 pom2[1,1,3,2.1]	0	-1
110 pom2[1,2,2,0.9]	-1	-1
111 pom2[1,2,2,1]	-1	-1
112 pom2[1,2,2,1.2]	-1	-1
113 pom2[1,2,2,1.5]	-1	-1
114 pom2[1,2,3,1.5]	-1	-1
115 pom2[1,2,3,1.7]	-1	-1
116 pom2[1,2,3,1.9]	-1	-1
117 pom2[1,2,3,2.1]	-1	-1
118 pom2[1,3,2,0.9]	-1	-1
119 pom2[1,3,2,1]	0	-1
120 pom2[1,3,2,1.2]	0	-1
121 pom2[1,3,2,1.5]	0	-1
122 pom2[1,3,3,1.5]	0	-1
123 pom2[1,3,3,1.7]	0	-1

	-1	-1
124 pom2[1,3,3,1.9]	0	-1
125 pom2[1,3,3,2.1]	0	-1
126 pom2[1,4,2,0.9]	-1	-1
127 pom2[1,4,2,1]	0	-1
128 pom2[1,4,2,1.2]	0	-1
129 pom2[1,4,2,1.5]	0	-1
130 pom2[1,4,3,1.5]	0	-1
131 pom2[1,4,3,1.7]	-1	-1
132 pom2[1,4,3,1.9]	0	-1
133 pom2[1,4,3,2.1]	0	-1
134 pom2[2,0.9,3,1.5]	-1	-1
135 pom2[2,0.9,3,1.7]	-1	-1
136 pom2[2,0.9,3,1.9]	-1	-1
137 pom2[2,0.9,3,2.1]	-1	-1
138 pom2[2,1,3,1.5]	0	-1
139 pom2[2,1,3,1.7]	-1	-1
140 pom2[2,1,3,1.9]	0	-1
141 pom2[2,1,3,2.1]	0	-1
142 pom2[2,1.2,3,1.5]	0	-1
143 pom2[2,1.2,3,1.7]	-1	-1
144 pom2[2,1.2,3,1.9]	0	-1
145 pom2[2,1.2,3,2.1]	0	-1
146 pom2[2,1.5,3,1.5]	0	-1
147 pom2[2,1.5,3,1.7]	-1	-1
148 pom2[2,1.5,3,1.9]	0	-1
149 pom2[2,1.5,3,2.1]		

	0	-1	
150 pom3[1,2]	1	1	=
151 pom3[1,3]	1	1	=
152 pom3[2,3]	1	1	=
153 Qproizvoda	0.833333	0.8	

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	x[1,1] *	0	0	1
2	x[1,2] *	1	0	1
3	x[1,3] *	0	0	1
4	x[1,4] *	0	0	1
5	x[2,0.9] *	1	0	1
6	x[2,1] *	0	0	1
7	x[2,1.2] *	0	0	1
8	x[2,1.5] *	0	0	1
9	x[3,1.5] *	0	0	1
10	x[3,1.7] *	1	0	1
11	x[3,1.9] *	0	0	1
12	x[3,2.1] *	0	0	1
13	z[1,1,2,0.9] *	0	0	1
14	z[1,1,2,1] *	0	0	1
15	z[1,1,2,1.2] *	0	0	1
16	z[1,1,2,1.5] *	0	0	1
17	z[1,1,3,1.5] *	0	0	1
18	z[1,1,3,1.7] *	0	0	1
19	z[1,1,3,1.9] *	0	0	1
20	z[1,1,3,2.1] *	0	0	1
21	z[1,2,2,0.9] *	1	0	1
22	z[1,2,2,1] *	0	0	1
23	z[1,2,2,1.2] *	0	0	1
24	z[1,2,2,1.5] *	0	0	1
25	z[1,2,3,1.5] *	0	0	1
26	z[1,2,3,1.7] *	1	0	1
27	z[1,2,3,1.9] *	0	0	1
28	z[1,2,3,2.1] *	0	0	1
29	z[1,3,2,0.9] *	0	0	1
30	z[1,3,2,1] *	0	0	1
31	z[1,3,2,1.2] *	0	0	1
32	z[1,3,2,1.5] *	0	0	1
33	z[1,3,3,1.5] *	0	0	1
34	z[1,3,3,1.7] *	0	0	1
35	z[1,3,3,1.9] *	0	0	1
36	z[1,3,3,2.1] *	0	0	1
37	z[1,4,2,0.9] *	0	0	1
38	z[1,4,2,1] *	0	0	1
39	z[1,4,2,1.2] *	0	0	1
40	z[1,4,2,1.5] *	0	0	1
41	z[1,4,3,1.5] *	0	0	1
42	z[1,4,3,1.7] *	0	0	1
43	z[1,4,3,1.9] *	0	0	1
44	z[1,4,3,2.1] *	0	0	1

45 z[2,0.9,3,1.5]				
*	0	0	1	
46 z[2,0.9,3,1.7]				
*	1	0	1	
47 z[2,0.9,3,1.9]				
*	0	0	1	
48 z[2,0.9,3,2.1]				
*	0	0	1	
49 z[2,1,3,1.5] *	0	0	1	
50 z[2,1,3,1.7] *	0	0	1	
51 z[2,1,3,1.9] *	0	0	1	
52 z[2,1,3,2.1] *	0	0	1	
53 z[2,1.2,3,1.5]				
*	0	0	1	
54 z[2,1.2,3,1.7]				
*	0	0	1	
55 z[2,1.2,3,1.9]				
*	0	0	1	
56 z[2,1.2,3,2.1]				
*	0	0	1	
57 z[2,1.5,3,1.5]				
*	0	0	1	
58 z[2,1.5,3,1.7]				
*	0	0	1	
59 z[2,1.5,3,1.9]				
*	0	0	1	
60 z[2,1.5,3,2.1]				
*	0	0	1	

Integer feasibility conditions:

KKT.PE: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0
max.rel.err = 0.00e+00 on row 0
High quality

KKT.PB: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0
max.rel.err = 0.00e+00 on row 0
High quality

End of output

PRILOG 4.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem:	primer sa 3 parametra
Rows:	153
Columns:	60 (60 integer, 60 binary)
Non-zeros:	419
Status:	INTEGER OPTIMAL
Objective:	f = 913 (MINimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	913		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	budzet	913	950	
...				
153	Qproizvoda	0.9	0.88	
No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	x[1,1]	*	1	0
2	x[1,2]	*	0	0
3	x[1,3]	*	0	0
4	x[1,4]	*	0	0
5	x[2,0.9]	*	0	0
6	x[2,1]	*	1	0
7	x[2,1.2]	*	0	0
8	x[2,1.5]	*	0	0
9	x[3,1.5]	*	0	0
10	x[3,1.7]	*	1	0
11	x[3,1.9]	*	0	0
12	x[3,2.1]	*	0	0
...				

PRILOG 5.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: primer sa 3 parametra				
Rows: 153				
Columns: 60 (60 integer, 60 binary)				
Non-zeros: 419				
Status: INTEGER OPTIMAL				
Objective: f = 919 (MINimum)				
No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	919		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=

4 jedna_vrednost[3]		1	1	=
5 budzet		919		950
...				
153 Qproizvoda		0.933333		0.93
No. Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	

1 x[1,1]	*	0	0	1
2 x[1,2]	*	1	0	1
3 x[1,3]	*	0	0	1
4 x[1,4]	*	0	0	1
5 x[2,0.9]	*	0	0	1
6 x[2,1]	*	1	0	1
7 x[2,1.2]	*	0	0	1
8 x[2,1.5]	*	0	0	1
9 x[3,1.5]	*	0	0	1
10 x[3,1.7]	*	1	0	1
11 x[3,1.9]	*	0	0	1
12 x[3,2.1]	*	0	0	1
...				

PRILOG 6.

Sekcija podataka.

```

data;

set N:=
1
2
3
4
5
;

set V[1]:=
2
4
6
8
;

set V[2]:=
100
110
117
123
;

```



```
set V[3]:=
0.5
0.7
1
1.5
;

set V[4]:=
1
2
3
4
;

set V[5]:=
400
450
500
550
;

param B:=1400;
param k:=6;
param Q:=0.8;
#param qmin:=0.3;

param c:=[1,*]:=
2      10
4      14
6      16
8      18

[2,*]:=
100    200
110    240
117    250
123    270

[3,*]:=
0.5    45
0.7    50
1      54
1.5    60

[4,*]:=
1      30
2      35
3      40
4      45

[5,*]:=
```

```

400  1000
450  1200
500  1350
550  1400
;

param a:=[1,*,2,*]:  100  110  117  123:=
2    1    1    1    0
4    1    1    1    0
6    0    1    1    1
8    0    1    1    1

[1,*,3,*]:  0.5  0.7  1    1.5:=
2    1    1    1    1
4    1    1    1    1
6    1    1    1    1
8    1    1    1    1

[1,*,4,*]:  1    2    3    4:=
2    1    1    0    0
4    0    1    1    0
6    0    1    1    0
8    0    0    1    1

[1,*,5,*]:  400  450  500  550:=
2    1    1    1    0
4    0    1    1    0
6    0    1    1    0
8    0    1    1    1

[2,*,3,*]:  0.5  0.7  1    1.5:=
100  0    1    1    1
110  0    1    1    1
117  1    1    1    0
123  1    1    1    0

[2,*,4,*]:  1    2    3    4:=
100  0    0    1    1
110  0    1    1    0
117  0    1    1    0
123  1    1    0    0

[2,*,5,*]:  400  450  500  550:=
100  1    1    1    1
110  1    1    1    1
117  1    1    1    1
123  1    1    1    1

[3,*,4,*]:  1    2    3    4:=
0.5  1    1    1    1
0.7  1    1    1    1
1    1    1    1    1

```

1.5	1	1	1	1	
[3,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
0.5	1	1	1	0	
0.7	1	1	1	0	
1	0	1	1	1	
1.5	0	1	1	1	
[4,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
;					
param kv:=[1,*,2,*]:	100	110	117	123:=	
2	0.5	0.4	1	0	
4	0.8	1	0.7	0	
6	0.0	1	0.7	0.3	
8	0	0.8	1	0.4	
[1,*,3,*]:	0.5	0.7	1	1.5:=	
2	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	
[1,*,4,*]:	1	2	3	4:=	
2	1.0	0.9	0	0	
4	0	0.8	1	0	
6	0	1	0.6	0	
8	0	0	1	0.5	
[1,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
2	1	0.7	0.7	0	
4	0	0.8	1.0	0	
6	0	0.4	1	0	
8	0	0.5	0.5	1	
[2,*,3,*]:	0.5	0.7	1	1.5:=	
100	0	0.8	1	0.4	
110	0	0.7	0.8	1.0	
117	0.6	1	0.7	0	
123	0.5	0.4	1	0	
[2,*,4,*]:	1	2	3	4:=	
100	0	0	0.8	1.0	
110	0	1	0.6	0	
117	0	1	0.8	0	
123	1	0.7	0	0	
[2,*,5,*]:	400	450	500	550:=	

100	0	0	0	0	
110	0	0	0	0	
117	0	0	0	0	
123	0	0	0	0	
[3,*,4,*]:	1	2	3	4:=	
0.5	0	0	0	0	
0.7	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	
1.5	0	0	0	0	
[3,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
0.5	0.6	0.5	1	0	
0.7	0.5	1	0.4	0	
1	0	0.5	1	0.5	
1.5	0	0.4	0.8	1	
[4,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
1	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
;					

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: primer sa 5 parametara
Rows: 498
Columns: 180 (180 integer, 180 binary)
Non-zeros: 1242
Status: INTEGER OPTIMAL
Objective: f = 1340 (MINimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	1340		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=
7	budzet	1340	1400	
...				
498	Qproizvoda	0.85	0.8	

...

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	
1	x[1,2]	*	1	0	1
2	x[1,4]	*	0	0	1
3	x[1,6]	*	0	0	1
4	x[1,8]	*	0	0	1
5	x[2,100]	*	0	0	1
6	x[2,110]	*	0	0	1
7	x[2,117]	*	1	0	1
8	x[2,123]	*	0	0	1
9	x[3,0.5]	*	1	0	1
10	x[3,0.7]	*	0	0	1
11	x[3,1]	*	0	0	1
12	x[3,1.5]	*	0	0	1
13	x[4,1]	*	0	0	1
14	x[4,2]	*	1	0	1
15	x[4,3]	*	0	0	1
16	x[4,4]	*	0	0	1
17	x[5,400]	*	1	0	1
18	x[5,450]	*	0	0	1
19	x[5,500]	*	0	0	1
20	x[5,550]	*	0	0	1

...

PRILOG 7.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: primer sa 5 parametara
 Rows: 498
 Columns: 180 (180 integer, 180 binary)
 Non-zeros: 1242
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 1345 (MINimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	1345		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=

7 budzet	1	1	=	
	1345			1400
...				
498 Qproizvoda	0.9	0.88		
No. Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	

1 x[1,2]	*	1	0	1
2 x[1,4]	*	0	0	1
3 x[1,6]	*	0	0	1
4 x[1,8]	*	0	0	1
5 x[2,100]	*	0	0	1
6 x[2,110]	*	0	0	1
7 x[2,117]	*	1	0	1
8 x[2,123]	*	0	0	1
9 x[3,0.5]	*	0	0	1
10 x[3,0.7]	*	1	0	1
11 x[3,1]	*	0	0	1
12 x[3,1.5]	*	0	0	1
13 x[4,1]	*	0	0	1
14 x[4,2]	*	1	0	1
15 x[4,3]	*	0	0	1
16 x[4,4]	*	0	0	1
17 x[5,400]	*	1	0	1
18 x[5,450]	*	0	0	1
19 x[5,500]	*	0	0	1
20 x[5,550]	*	0	0	1
...				

PRILOG 8.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: primer sa 5 parametara				
Rows: 498				
Columns: 180 (180 integer, 180 binary)				
Non-zeros: 1242				
Status: INTEGER OPTIMAL				
Objective: f = 1545 (MINimum)				
No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound

1	f	1545		
2	jedna_vrednost[1]			
		1	1	=
3	jedna_vrednost[2]			
		1	1	=
4	jedna_vrednost[3]			

	1	1	=	
5 jedna_vrednost[4]	1	1	=	
6 jedna_vrednost[5]	1	1	=	
7 budzet	1545			2000
...				
498 Qproizvoda	0.933333		0.93	
No. Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	
-----	-----	-----	-----	
1 x[1,2]	*	1	0	1
2 x[1,4]	*	0	0	1
3 x[1,6]	*	0	0	1
4 x[1,8]	*	0	0	1
5 x[2,100]	*	0	0	1
6 x[2,110]	*	0	0	1
7 x[2,117]	*	1	0	1
8 x[2,123]	*	0	0	1
9 x[3,0.5]	*	0	0	1
10 x[3,0.7]	*	1	0	1
11 x[3,1]	*	0	0	1
12 x[3,1.5]	*	0	0	1
13 x[4,1]	*	0	0	1
14 x[4,2]	*	1	0	1
15 x[4,3]	*	0	0	1
16 x[4,4]	*	0	0	1
17 x[5,400]	*	0	0	1
18 x[5,450]	*	1	0	1
19 x[5,500]	*	0	0	1
20 x[5,550]	*	0	0	1
...				

PRILOG 9.

Sekcija podataka.

data;
set N:=
1
2
3
4
5
6
7
8

```
9
10
;

set V[1]:=
2
4
6
8
;

set V[2]:=
100
110
117
123
;

set V[3]:=
0.5
0.7
1
1.5
;

set V[4]:=
1
2
3
4
;

set V[5]:=
400
450
500
550
;

set V[6]:=
50
55
65
70
;

set V[7]:=
105
109
113
119
;
```



```

set V[8]:=
1.5
2.5
3
4
;

set V[9]:=
1000
1500
2000
2500
;

set V[10]:=
200
201
202
203
;

param B:=2500;
param k:=15;
param Q:=0.8;
#param qmin:=0.3;

param c:=[1,*]:=
2      10
4      14
6      16
8      18

[2,*]:=
100    200
110    240
117    250
123    270

[3,*]:=
0.5    45
0.7    50
1      54
1.5    60

[4,*]:=
1      30
2      35
3      40
4      45

[5,*]:=

```

```
400 1000
450 1200
500 1350
550 1400
```

```
[6,*]:=
```

```
50 100
55 115
65 123
70 129
```

```
[7,*]:=
```

```
105 5
109 10
113 12
119 16
```

```
[8,*]:=
```

```
1.5 250
2.5 300
3 325
4 360
```

```
[9,*]:=
```

```
1000 15
1500 18
2000 20
2500 25
```

```
[10,*]:=
```

```
200 300
201 310
202 320
203 330
```

```
;
```

```
param a:=
```

```
[1,*,2,*]: 100 110 117 123:=
```

```
2 1 1 1 0
4 1 1 1 0
6 0 1 1 1
8 0 1 1 1
```

```
[1,*,3,*]: 0.5 0.7 1 1.5:=
```

```
2 1 1 1 1
4 1 1 1 1
6 1 1 1 1
8 1 1 1 1
```

```
[1,*,4,*]: 1 2 3 4:=
```

```
2 1 1 0 0
```

4	0	1	1	0	
6	0	1	1	0	
8	0	0	1	1	
[1,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
2	1	1	1	0	
4	0	1	1	0	
6	0	1	1	0	
8	0	1	1	1	
[1,*,6,*]:	50	55	65	70:=	
2	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	
8	1	1	1	1	
[1,*,7,*]:	105	109	113	119:=	
2	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	
8	1	1	1	1	
[1,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
2	0	1	1	1	
4	0	1	1	1	
6	1	1	1	0	
8	1	1	1	0	
[1,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=	
2	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	
8	1	1	1	1	
[1,*,10,*]:	200	201	202	203:=	
2	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	
8	1	1	1	1	
[2,*,3,*]:	0.5	0.7	1	1.5:=	
100	0	1	1	1	
110	0	1	1	1	
117	1	1	1	0	
123	1	1	1	0	
[2,*,4,*]:	1	2	3	4:=	
100	0	0	1	1	
110	0	1	1	0	
117	0	1	1	0	
123	1	1	0	0	

[2,*,5,*]:	400	450	500	550:=
100	1	1	1	1
110	1	1	1	1
117	1	1	1	1
123	1	1	1	1
[2,*,6,*]:	50	55	65	70:=
100	1	1	1	1
110	1	1	1	1
117	1	1	1	1
123	1	1	1	1
[2,*,7,*]:	105	109	113	119:=
100	1	1	1	1
110	1	1	1	1
117	1	1	1	1
123	1	1	1	1
[2,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=
100	1	1	1	1
110	1	1	1	1
117	1	1	1	1
123	1	1	1	1
[2,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=
100	1	1	1	0
110	1	1	1	0
117	0	1	1	1
123	0	1	1	1
[2,*,10,*]:	200	201	202	203:=
100	1	1	1	1
110	1	1	1	1
117	1	1	1	1
123	1	1	1	1
[3,*,4,*]:	1	2	3	4:=
0.5	1	1	1	1
0.7	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1.5	1	1	1	1
[3,*,5,*]:	400	450	500	550:=
0.5	1	1	1	0
0.7	1	1	1	0
1	0	1	1	1
1.5	0	1	1	1
[3,*,6,*]:	50	55	65	70:=
0.5	1	1	1	1
0.7	1	1	1	1
1	1	1	1	1

1.5	1	1	1	1	
[3,*,7,*]:	105	109	113	119:=	
0.5	1	1	1	1	
0.7	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	
1.5	1	1	1	1	
[3,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
0.5	1	1	1	1	
0.7	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	
1.5	1	1	1	1	
[3,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=	
0.5	1	1	1	1	
0.7	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	
1.5	1	1	1	1	
[3,*,10,*]:	200	201	202	203:=	
0.5	1	1	1	0	
0.7	1	1	1	0	
1	0	1	1	1	
1.5	0	1	1	1	
[4,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
[4,*,6,*]:	50	55	65	70:=	
1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
[4,*,7,*]:	105	109	113	119:=	
1	1	1	1	0	
2	1	1	1	0	
3	0	1	1	1	
4	0	1	1	1	
[4,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
[4,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=	
1	1	1	1	1	

2	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
[4,*,10,*]:	200	201	202	203:=	
1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	
[5,*,6,*]:	50	55	65	70:=	
400	1	1	0	0	
450	0	1	1	0	
500	0	1	1	0	
550	0	0	1	1	
[5,*,7,*]:	105	109	113	119:=	
400	1	1	1	1	
450	1	1	1	1	
500	1	1	1	1	
550	1	1	1	1	
[5,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
400	1	1	1	1	
450	1	1	1	1	
500	1	1	1	1	
550	1	1	1	1	
[5,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=	
400	1	1	1	1	
450	1	1	1	1	
500	1	1	1	1	
550	1	1	1	1	
[5,*,10,*]:	200	201	202	203:=	
400	1	1	1	1	
450	1	1	1	1	
500	1	1	1	1	
550	1	1	1	1	
[6,*,7,*]:	105	109	113	119:=	
50	1	1	1	1	
55	1	1	1	1	
65	1	1	1	1	
70	1	1	1	1	
[6,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
50	1	1	1	0	
55	1	1	1	0	
65	0	1	1	1	
70	0	1	1	1	

[6,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=
50	1	1	1	1
55	1	1	1	1
65	1	1	1	1
70	1	1	1	1
[6,*,10,*]:	200	201	202	203:=
50	0	1	1	1
55	0	1	1	1
65	1	1	1	0
70	1	1	1	0
[7,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=
105	1	1	1	1
109	1	1	1	1
113	1	1	1	1
119	1	1	1	1
[7,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=
105	1	1	1	0
109	1	1	1	0
113	0	1	1	1
119	0	1	1	1
[7,*,10,*]:	200	201	202	203:=
105	1	1	1	1
109	1	1	1	1
113	1	1	1	1
119	1	1	1	1
[8,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=
1.5	0	1	1	1
2.5	0	1	1	1
3	1	1	1	0
4	1	1	1	0
[8,*,10,*]:	200	201	202	203:=
1.5	1	1	1	1
2.5	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
[9,*,10,*]:	200	201	202	203:=
1000	1	1	1	0
1500	1	1	1	0
2000	0	1	1	1
2500	0	1	1	1
;				
param kv:=				
[1,*,2,*]:	100	110	117	123:=

2	0.5	0.4	1	0	
4	0.8	1	0.7	0	
6	0	1	0.7	0.3	
8	0	0.8	1	0.4	
[1,*,3,*]:	0.5	0.7	1	1.5:=	
2	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	
[1,*,4,*]:	1	2	3	4:=	
2	1.0	0.9	0	0	
4	0	0.8	1	0	
6	0	1	0.6	0	
8	0	0	1	0.5	
[1,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
2	1	0.7	0.7	0	
4	0	0.8	1.0	0	
6	0	0.4	1	0	
8	0	0.5	0.5	1	
[1,*,6,*]:	50	55	65	70:=	
2	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	
[1,*,7,*]:	105	109	113	119:=	
2	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	
[1,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
2	0	1	0.6	0.6	
4	0	1	0.6	0.4	
6	1	0.9	0.7	0	
8	0.6	1	0.5	0	
[1,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=	
2	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	
[1,*,10,*]:	200	201	202	203:=	
2	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	

[2,*,3,*]:	0.5	0.7	1	1.5:=
100	0	0.8	1	0.4
110	0	0.7	0.8	1.0
117	0.6	1	0.7	0
123	0.5	0.4	1	0

[2,*,4,*]:	1	2	3	4:=
100	0	0	0.8	1
110	0	1	0.6	0
117	0	1	0.8	0
123	1	0.7	0	0

[2,*,5,*]:	400	450	500	550:=
100	0	0	0	0
110	0	0	0	0
117	0	0	0	0
123	0	0	0	0

[2,*,6,*]:	50	55	65	70:=
100	0	0	0	0
110	0	0	0	0
117	0	0	0	0
123	0	0	0	0

[2,*,7,*]:	105	109	113	119:=
100	0	0	0	0
110	0	0	0	0
117	0	0	0	0
123	0	0	0	0

[2,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=
100	0	0	0	0
110	0	0	0	0
117	0	0	0	0
123	0	0	0	0

[2,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=
100	1	0.6	0.3	0
110	0.8	1	0.8	0
117	0	0.4	1	0.5
123	0	1	0.4	0.4

[2,*,10,*]:	200	201	202	203:=
100	0	0	0	0
110	0	0	0	0
117	0	0	0	0
123	0	0	0	0

[3,*,4,*]:	1	2	3	4:=
0.5	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0

1	0	0	0	0	
1.5	0	0	0	0	
[3,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
0.5	1	0.6	0	0	
0.7	0	0.4	1	0	
1	0	1	0.5	0	
1.5	0	0	0.4	1	
[3,*,6,*]:	50	55	65	70:=	
0.5	0	0	0	0	
0.7	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	
1.5	0	0	0	0	
[3,*,7,*]:	105	109	113	119:=	
0.5	0	0	0	0	
0.7	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	
1.5	0	0	0	0	
[3,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
0.5	0	0	0	0	
0.7	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	
1.5	0	0	0	0	
[3,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=	
0.5	0	0	0	0	
0.7	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	
1.5	0	0	0	0	
[3,*,10,*]:	200	201	202	203:=	
0.5	0.5	1	0.6	0	
0.7	1	0.6	0.5	0	
1	0	1	0.4	0.5	
1.5	0	1	0.4	0.3	
[4,*,5,*]:	400	450	500	550:=	
1	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
[4,*,6,*]:	50	55	65	70:=	
1	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
[4,*,7,*]:	105	109	113	119:=	

1	1	0.5	0.7	0	
2	0.9	1	0.9	0	
3	0	0.8	1	0.7	
4	0	1	0.5	0.6	
[4,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
1	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
[4,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=	
1	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
[4,*,10,*]:	200	201	202	203:=	
1	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
[5,*,6,*]:	50	55	65	70:=	
400	1	0.6	0	0	
450	0	0.7	1	0	
500	0	1	0.7	0	
550	0	0	0.7	1	
[5,*,7,*]:	105	109	113	119:=	
400	0	0	0	0	
450	0	0	0	0	
500	0	0	0	0	
550	0	0	0	0	
[5,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=	
400	0	0	0	0	
450	0	0	0	0	
500	0	0	0	0	
550	0	0	0	0	
[5,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=	
400	0	0	0	0	
450	0	0	0	0	
500	0	0	0	0	
550	0	0	0	0	
[5,*,10,*]:	200	201	202	203:=	
400	0	0	0	0	
450	0	0	0	0	
500	0	0	0	0	
550	0	0	0	0	

[6,*,7,*]:	105	109	113	119:=
50	0	0	0	0
55	0	0	0	0
65	0	0	0	0
70	0	0	0	0

[6,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=
50	0.7	0.5	1	0
55	1	0.4	0.6	0
65	0	0.9	1	0.6
70	0	0.3	0.3	1

[6,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=
50	0	0	0	0
55	0	0	0	0
65	0	0	0	0
70	0	0	0	0

[6,*,10,*]:	200	201	202	203:=
50	0	1	0.6	0.7
55	0	0.9	1	0.5
65	1	0.8	0.8	0
70	0.5	1	0.5	0

[7,*,8,*]:	1.5	2.5	3	4:=
105	0	0	0	0
109	0	0	0	0
113	0	0	0	0
119	0	0	0	0

[7,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=
105	1	0.3	0.8	0
109	1	0.7	0.5	0
113	0	0.5	0.5	1
119	0	0.3	0.3	1

[7,*,10,*]:	200	201	202	203:=
105	0	0	0	0
109	0	0	0	0
113	0	0	0	0
119	0	0	0	0

[8,*,9,*]:	1000	1500	2000	2500:=
1.5	0	0.4	0.4	1
2.5	0	1	0.5	0.8
3	0.9	0.9	1	0
4	0.4	1	0.5	0

[8,*,10,*]:	200	201	202	203:=
1.5	0	0	0	0
2.5	0	0	0	0

3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
[9,*,10,*]:	200	201	202	203:=
1000	1	0.9	0.7	0
1500	0.9	1	0.7	0
2000	0	1	0.4	0.7
2500	0	0.5	1	0.5
;				

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: primer sa 10 parametara
 Rows: 2218
 Columns: 760 (760 integer, 760 binary)
 Non-zeros: 5334
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 2068 (MINimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound

1	f	2068		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=
7	jedna_vrednost[6]	1	1	=
8	jedna_vrednost[7]	1	1	=
9	jedna_vrednost[8]	1	1	=
10	jedna_vrednost[9]	1	1	=
11	jedna_vrednost[10]	1	1	=
12	budzet	2068		2500
...				
2218	Qproizvoda	0.82	0.8	
No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound

1	x[1,2]	*	1	0

2 x[1,4]	*	0	0	1
3 x[1,6]	*	0	0	1
4 x[1,8]	*	0	0	1
5 x[2,100]	*	0	0	1
6 x[2,110]	*	1	0	1
7 x[2,117]	*	0	0	1
8 x[2,123]	*	0	0	1
9 x[3,0.5]	*	0	0	1
10 x[3,0.7]	*	1	0	1
11 x[3,1]	*	0	0	1
12 x[3,1.5]	*	0	0	1
13 x[4,1]	*	0	0	1
14 x[4,2]	*	1	0	1
15 x[4,3]	*	0	0	1
16 x[4,4]	*	0	0	1
17 x[5,400]	*	1	0	1
18 x[5,450]	*	0	0	1
19 x[5,500]	*	0	0	1
20 x[5,550]	*	0	0	1
21 x[6,50]	*	1	0	1
22 x[6,55]	*	0	0	1
23 x[6,65]	*	0	0	1
24 x[6,70]	*	0	0	1
25 x[7,105]	*	1	0	1
26 x[7,109]	*	0	0	1
27 x[7,113]	*	0	0	1
28 x[7,119]	*	0	0	1
29 x[8,1.5]	*	0	0	1
30 x[8,2.5]	*	1	0	1
31 x[8,3]	*	0	0	1
32 x[8,4]	*	0	0	1
33 x[9,1000]	*	0	0	1
34 x[9,1500]	*	1	0	1
35 x[9,2000]	*	0	0	1
36 x[9,2500]	*	0	0	1
37 x[10,200]	*	0	0	1
38 x[10,201]	*	1	0	1
39 x[10,202]	*	0	0	1
40 x[10,203]	*	0	0	1

...

PRILOG 10.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: primer sa 10 parametara
 Rows: 2218
 Columns: 760 (760 integer, 760 binary)
 Non-zeros: 5334
 Status: INTEGER OPTIMAL

Objective: f = 2073 (MINimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	2073		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=
7	jedna_vrednost[6]	1	1	=
8	jedna_vrednost[7]	1	1	=
9	jedna_vrednost[8]	1	1	=
10	jedna_vrednost[9]	1	1	=
11	jedna_vrednost[10]	1	1	=
12	budzet	2073		2500

...

2218 Qproizvoda 0.906667 0.88

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	x[1,2]	*	1	0
2	x[1,4]	*	0	0
3	x[1,6]	*	0	0
4	x[1,8]	*	0	0
5	x[2,100]	*	0	0
6	x[2,110]	*	0	0
7	x[2,117]	*	1	0
8	x[2,123]	*	0	0
9	x[3,0.5]	*	1	0
10	x[3,0.7]	*	0	0
11	x[3,1]	*	0	0
12	x[3,1.5]	*	0	0
13	x[4,1]	*	0	0
14	x[4,2]	*	1	0
15	x[4,3]	*	0	0
16	x[4,4]	*	0	0
17	x[5,400]	*	1	0
18	x[5,450]	*	0	0
19	x[5,500]	*	0	0

20 x[5,550]	*	0	0	1
21 x[6,50]	*	1	0	1
22 x[6,55]	*	0	0	1
23 x[6,65]	*	0	0	1
24 x[6,70]	*	0	0	1
25 x[7,105]	*	1	0	1
26 x[7,109]	*	0	0	1
27 x[7,113]	*	0	0	1
28 x[7,119]	*	0	0	1
29 x[8,1.5]	*	0	0	1
30 x[8,2.5]	*	1	0	1
31 x[8,3]	*	0	0	1
32 x[8,4]	*	0	0	1
33 x[9,1000]	*	0	0	1
34 x[9,1500]	*	1	0	1
35 x[9,2000]	*	0	0	1
36 x[9,2500]	*	0	0	1
37 x[10,200]	*	0	0	1
38 x[10,201]	*	1	0	1
39 x[10,202]	*	0	0	1
40 x[10,203]	*	0	0	1

...

PRILOG 11.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: primer sa 10 parametara
 Rows: 2218
 Columns: 760 (760 integer, 760 binary)
 Non-zeros: 5334
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 2075 (MINimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	2075		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=
7	jedna_vrednost[6]	1	1	=
8	jedna_vrednost[7]	1	1	=

	1	1	=	
9 jedna_vrednost[8]	1	1	=	
10 jedna_vrednost[9]	1	1	=	
11 jedna_vrednost[10]	1	1	=	
12 budzet	2075	1	=	2500

...

2218 Qproizvoda 0.946667 0.93

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	
1	x[1,2]	*	1	0	1
2	x[1,4]	*	0	0	1
3	x[1,6]	*	0	0	1
4	x[1,8]	*	0	0	1
5	x[2,100]	*	0	0	1
6	x[2,110]	*	0	0	1
7	x[2,117]	*	1	0	1
8	x[2,123]	*	0	0	1
9	x[3,0.5]	*	1	0	1
10	x[3,0.7]	*	0	0	1
11	x[3,1]	*	0	0	1
12	x[3,1.5]	*	0	0	1
13	x[4,1]	*	0	0	1
14	x[4,2]	*	1	0	1
15	x[4,3]	*	0	0	1
16	x[4,4]	*	0	0	1
17	x[5,400]	*	1	0	1
18	x[5,450]	*	0	0	1
19	x[5,500]	*	0	0	1
20	x[5,550]	*	0	0	1
21	x[6,50]	*	1	0	1
22	x[6,55]	*	0	0	1
23	x[6,65]	*	0	0	1
24	x[6,70]	*	0	0	1
25	x[7,105]	*	1	0	1
26	x[7,109]	*	0	0	1
27	x[7,113]	*	0	0	1
28	x[7,119]	*	0	0	1
29	x[8,1.5]	*	0	0	1
30	x[8,2.5]	*	1	0	1
31	x[8,3]	*	0	0	1
32	x[8,4]	*	0	0	1
33	x[9,1000]	*	0	0	1
34	x[9,1500]	*	0	0	1
35	x[9,2000]	*	1	0	1
36	x[9,2500]	*	0	0	1
37	x[10,200]	*	0	0	1

38 x[10,201]	*	1	0	1
39 x[10,202]	*	0	0	1
40 x[10,203]	*	0	0	1
...				

PRILOG 12.

Matematički model – Model 3 za određivanje vrednosti tehničkih parametara kojima se maksimizira kvalitet u okviru ograničenog budžeta implementiran u GLPK softveru – **sekcija modela.**

```

set N; #skup odabranih tehničkih parametara
set V{N}; #skupovi vrednosti tehničkih parametara

param c{i in N, j in V[i]}; #trosak tehničkog parametra po jedinici mere
param a {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}, binary; #relacije između vrednosti tehničkih parametara
param kv {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}; #ocena performanse relacije
param B; #predviđeni budžet za izradu koncepta proizvoda
param k; #broj relacija vrednosti tehničkih parametara
param Q; #minimalni prosečni kvalitet koncepta proizvoda
param qmin; #minimalni prihvatljivi pojedinačni kvalitet

var x{i in N, p in V[i]}, binary; # 1 ako je izabrana vrednost p tehničkog parametra i, 0 u suprotnom
var z {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}, binary; #pomocna promenljiva

maximize f:sum{i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j} kv[i,p,j,q]*z[i,p,j,q]/k;
s.t.
jedna_vrednost {i in N}: sum{p in V[i]} x[i,p]=1;
budzet: sum {i in N, p in V[i]} c[i,p]*x[i,p]<=B;
veze {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}: z[i,p,j,q]<=a[i,p,j,q];
pom1 {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}: z[i,p,j,q]<=x[i,p];
pom2 {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: i<j}: z[i,p,j,q]>=x[i,p]+x[j,q]-1;
pom3 {i in N, j in N: i<j}: sum{p in V[i], q in V[j]} z[i,p,j,q]=1;
#kvalitet {i in N, p in V[i], j in N, q in V[j]: z[i,p,j,q]=1}: kv[i,p,j,q]>=qmin;

end;

```

Skraćeni prikaz rešenja.

```

Problem: obrnuti model 3 parametra
Rows: 152
Columns: 60 (60 integer, 60 binary)
Non-zeros: 407
Status: INTEGER OPTIMAL
Objective: f = 0.9333333333 (MAXimum)

No. Row name Activity Lower bound Upper bound

```

1 f	0.933333				
2 jedna_vrednost[1]					
	1	1	=		
3 jedna_vrednost[2]					
	1	1	=		
4 jedna_vrednost[3]					
	1	1	=		
5 budzet	919			950	
...					
No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	

1	x[1,1]	*	0	0	1
2	x[1,2]	*	1	0	1
3	x[1,3]	*	0	0	1
4	x[1,4]	*	0	0	1
5	x[2,0.9]	*	0	0	1
6	x[2,1]	*	1	0	1
7	x[2,1.2]	*	0	0	1
8	x[2,1.5]	*	0	0	1
9	x[3,1.5]	*	0	0	1
10	x[3,1.7]	*	1	0	1
11	x[3,1.9]	*	0	0	1
12	x[3,2.1]	*	0	0	1
...					

PRILOG 13.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: obrnuti model 3 parametra				
Rows: 152				
Columns: 60 (60 integer, 60 binary)				
Non-zeros: 407				
Status: INTEGER OPTIMAL				
Objective: f = 0.8333333333 (MAXimum)				
No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound

1 f	0.833333			
2 jedna_vrednost[1]				
	1	1	=	
3 jedna_vrednost[2]				
	1	1	=	
4 jedna_vrednost[3]				
	1	1	=	
5 budzet	889			900

...

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	x[1,1]	*	0	1
2	x[1,2]	*	1	1
3	x[1,3]	*	0	1
4	x[1,4]	*	0	1
5	x[2,0.9]	*	1	1
6	x[2,1]	*	0	1
7	x[2,1.2]	*	0	1
8	x[2,1.5]	*	0	1
9	x[3,1.5]	*	0	1
10	x[3,1.7]	*	1	1
11	x[3,1.9]	*	0	1
12	x[3,2.1]	*	0	1

...

PRILOG 14.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: obrnuti model 3 parametra
 Rows: 152
 Columns: 60 (60 integer, 60 binary)
 Non-zeros: 407
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 0.3333333333 (MAXimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	0.333333		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	budzet	858	860	

...

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	x[1,1]	*	1	1
2	x[1,2]	*	0	1
3	x[1,3]	*	0	1
4	x[1,4]	*	0	1
5	x[2,0.9]	*	1	1
6	x[2,1]	*	0	1

7 x[2,1.2]	*	0	0	1
8 x[2,1.5]	*	0	0	1
9 x[3,1.5]	*	1	0	1
10 x[3,1.7]	*	0	0	1
11 x[3,1.9]	*	0	0	1
12 x[3,2.1]	*	0	0	1
...				

PRILOG 15.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: obrnuti model 5 parametara
 Rows: 497
 Columns: 180 (180 integer, 180 binary)
 Non-zeros: 1222
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 0.9 (MAXimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound	

1	f	0.9			
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=	
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=	
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=	
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=	
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=	
7	budzet	1345	1400		
...					
No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	

1	x[1,2]	*	1	0	1
2	x[1,4]	*	0	0	1
3	x[1,6]	*	0	0	1
4	x[1,8]	*	0	0	1
5	x[2,100]	*	0	0	1
6	x[2,110]	*	0	0	1
7	x[2,117]	*	1	0	1
8	x[2,123]	*	0	0	1
9	x[3,0.5]	*	0	0	1
10	x[3,0.7]	*	1	0	1
11	x[3,1]	*	0	0	1
12	x[3,1.5]	*	0	0	1

13 x[4,1]	*	0	0	1
14 x[4,2]	*	1	0	1
15 x[4,3]	*	0	0	1
16 x[4,4]	*	0	0	1
17 x[5,400]	*	1	0	1
18 x[5,450]	*	0	0	1
19 x[5,500]	*	0	0	1
20 x[5,550]	*	0	0	1
...				

PRILOG 16.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: obrnuti model 5 parametara
 Rows: 497
 Columns: 180 (180 integer, 180 binary)
 Non-zeros: 1222
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 0.85 (MAXimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	0.85		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=
7	budzet	1340	1340	
...				

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	
1	x[1,2]	*	1	0	1
2	x[1,4]	*	0	0	1
3	x[1,6]	*	0	0	1
4	x[1,8]	*	0	0	1
5	x[2,100]	*	0	0	1
6	x[2,110]	*	0	0	1
7	x[2,117]	*	1	0	1
8	x[2,123]	*	0	0	1
9	x[3,0.5]	*	1	0	1
10	x[3,0.7]	*	0	0	1

11 x[3,1]	*	0	0	1
12 x[3,1.5]	*	0	0	1
13 x[4,1]	*	0	0	1
14 x[4,2]	*	1	0	1
15 x[4,3]	*	0	0	1
16 x[4,4]	*	0	0	1
17 x[5,400]	*	1	0	1
18 x[5,450]	*	0	0	1
19 x[5,500]	*	0	0	1
20 x[5,550]	*	0	0	1

...

PRILOG 17.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: obrnuti model 5 parametara
 Rows: 497
 Columns: 180 (180 integer, 180 binary)
 Non-zeros: 1222
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 0.75 (MAXimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
-----	----------	----------	-------------	-------------

1	f	0.75		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=
7	budzet	1335		1335

...

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
-----	-------------	----------	-------------	-------------

1	x[1,2]	*	1	0	1
2	x[1,4]	*	0	0	1
3	x[1,6]	*	0	0	1
4	x[1,8]	*	0	0	1
5	x[2,100]	*	0	0	1
6	x[2,110]	*	1	0	1
7	x[2,117]	*	0	0	1
8	x[2,123]	*	0	0	1

9 x[3,0.5]	*	0	0	1
10 x[3,0.7]	*	1	0	1
11 x[3,1]	*	0	0	1
12 x[3,1.5]	*	0	0	1
13 x[4,1]	*	0	0	1
14 x[4,2]	*	1	0	1
15 x[4,3]	*	0	0	1
16 x[4,4]	*	0	0	1
17 x[5,400]	*	1	0	1
18 x[5,450]	*	0	0	1
19 x[5,500]	*	0	0	1
20 x[5,550]	*	0	0	1

...

PRILOG 18.

Skračeni prikaz rešenja.

Problem: obrnuti model 10 parametara
 Rows: 2217
 Columns: 760 (760 integer, 760 binary)
 Non-zeros: 5294
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: $f = 0.986666667$ (MAXimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
-----	----------	----------	-------------	-------------

1	f	0.986667		
2	jedna_vrednost[1]	1	1	=
3	jedna_vrednost[2]	1	1	=
4	jedna_vrednost[3]	1	1	=
5	jedna_vrednost[4]	1	1	=
6	jedna_vrednost[5]	1	1	=
7	jedna_vrednost[6]	1	1	=
8	jedna_vrednost[7]	1	1	=
9	jedna_vrednost[8]	1	1	=
10	jedna_vrednost[9]	1	1	=
11	jedna_vrednost[10]	1	1	=
12	budzet	2100		2500

...

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
-----	-------------	----------	-------------	-------------

1	x[1,2]	*	1	0	1
2	x[1,4]	*	0	0	1
3	x[1,6]	*	0	0	1
4	x[1,8]	*	0	0	1
5	x[2,100]	*	0	0	1
6	x[2,110]	*	0	0	1
7	x[2,117]	*	1	0	1
8	x[2,123]	*	0	0	1
9	x[3,0.5]	*	1	0	1
10	x[3,0.7]	*	0	0	1
11	x[3,1]	*	0	0	1
12	x[3,1.5]	*	0	0	1
13	x[4,1]	*	0	0	1
14	x[4,2]	*	1	0	1
15	x[4,3]	*	0	0	1
16	x[4,4]	*	0	0	1
17	x[5,400]	*	1	0	1
18	x[5,450]	*	0	0	1
19	x[5,500]	*	0	0	1
20	x[5,550]	*	0	0	1
21	x[6,50]	*	1	0	1
22	x[6,55]	*	0	0	1
23	x[6,65]	*	0	0	1
24	x[6,70]	*	0	0	1
25	x[7,105]	*	1	0	1
26	x[7,109]	*	0	0	1
27	x[7,113]	*	0	0	1
28	x[7,119]	*	0	0	1
29	x[8,1.5]	*	0	0	1
30	x[8,2.5]	*	0	0	1
31	x[8,3]	*	1	0	1
32	x[8,4]	*	0	0	1
33	x[9,1000]	*	0	0	1
34	x[9,1500]	*	0	0	1
35	x[9,2000]	*	1	0	1
36	x[9,2500]	*	0	0	1
37	x[10,200]	*	0	0	1
38	x[10,201]	*	1	0	1
39	x[10,202]	*	0	0	1
40	x[10,203]	*	0	0	1

...

PRILOG 19.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: obrnuti model 10 parametara				
Rows: 2217				
Columns: 760 (760 integer, 760 binary)				
Non-zeros: 5294				
Status: INTEGER OPTIMAL				
Objective: f = 0.946666667 (MAXimum)				
No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound

1	f	0.946667		
2	jedna_vrednost[1]			
		1	1	=
3	jedna_vrednost[2]			
		1	1	=
4	jedna_vrednost[3]			
		1	1	=
5	jedna_vrednost[4]			
		1	1	=
6	jedna_vrednost[5]			
		1	1	=
7	jedna_vrednost[6]			
		1	1	=
8	jedna_vrednost[7]			
		1	1	=
9	jedna_vrednost[8]			
		1	1	=
10	jedna_vrednost[9]			
		1	1	=
11	jedna_vrednost[10]			
		1	1	=
12	budzet	2075		2090
...				
No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound

1	x[1,2]	*	1	0
2	x[1,4]	*	0	0
3	x[1,6]	*	0	0
4	x[1,8]	*	0	0
5	x[2,100]	*	0	0
6	x[2,110]	*	0	0
7	x[2,117]	*	1	0
8	x[2,123]	*	0	0
9	x[3,0.5]	*	1	0
10	x[3,0.7]	*	0	0
11	x[3,1]	*	0	0
12	x[3,1.5]	*	0	0

13 x[4,1]	*	0	0	1
14 x[4,2]	*	1	0	1
15 x[4,3]	*	0	0	1
16 x[4,4]	*	0	0	1
17 x[5,400]	*	1	0	1
18 x[5,450]	*	0	0	1
19 x[5,500]	*	0	0	1
20 x[5,550]	*	0	0	1
21 x[6,50]	*	1	0	1
22 x[6,55]	*	0	0	1
23 x[6,65]	*	0	0	1
24 x[6,70]	*	0	0	1
25 x[7,105]	*	1	0	1
26 x[7,109]	*	0	0	1
27 x[7,113]	*	0	0	1
28 x[7,119]	*	0	0	1
29 x[8,1.5]	*	0	0	1
30 x[8,2.5]	*	1	0	1
31 x[8,3]	*	0	0	1
32 x[8,4]	*	0	0	1
33 x[9,1000]	*	0	0	1
34 x[9,1500]	*	0	0	1
35 x[9,2000]	*	1	0	1
36 x[9,2500]	*	0	0	1
37 x[10,200]	*	0	0	1
38 x[10,201]	*	1	0	1
39 x[10,202]	*	0	0	1
40 x[10,203]	*	0	0	1

...

PRILOG 20.

Skraćeni prikaz rešenja.

Problem: obrnuti model 10 parametara
 Rows: 2217
 Columns: 760 (760 integer, 760 binary)
 Non-zeros: 5294
 Status: INTEGER OPTIMAL
 Objective: f = 0.82 (MAXimum)

No.	Row name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	f	0.82		
2	jedna_vrednost[1]	1	=	
3	jedna_vrednost[2]	1	=	
4	jedna_vrednost[3]			

	1	1	=
5 jedna_vrednost[4]	1	1	=
6 jedna_vrednost[5]	1	1	=
7 jedna_vrednost[6]	1	1	=
8 jedna_vrednost[7]	1	1	=
9 jedna_vrednost[8]	1	1	=
10 jedna_vrednost[9]	1	1	=
11 jedna_vrednost[10]	1	1	=
12 budzet	2068	2070	

...

No. Column name Activity Lower bound Upper bound

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound	
1	x[1,2]	*	1	0	1
2	x[1,4]	*	0	0	1
3	x[1,6]	*	0	0	1
4	x[1,8]	*	0	0	1
5	x[2,100]	*	0	0	1
6	x[2,110]	*	1	0	1
7	x[2,117]	*	0	0	1
8	x[2,123]	*	0	0	1
9	x[3,0.5]	*	0	0	1
10	x[3,0.7]	*	1	0	1
11	x[3,1]	*	0	0	1
12	x[3,1.5]	*	0	0	1
13	x[4,1]	*	0	0	1
14	x[4,2]	*	1	0	1
15	x[4,3]	*	0	0	1
16	x[4,4]	*	0	0	1
17	x[5,400]	*	1	0	1
18	x[5,450]	*	0	0	1
19	x[5,500]	*	0	0	1
20	x[5,550]	*	0	0	1
21	x[6,50]	*	1	0	1
22	x[6,55]	*	0	0	1
23	x[6,65]	*	0	0	1
24	x[6,70]	*	0	0	1
25	x[7,105]	*	1	0	1
26	x[7,109]	*	0	0	1
27	x[7,113]	*	0	0	1
28	x[7,119]	*	0	0	1
29	x[8,1.5]	*	0	0	1
30	x[8,2.5]	*	1	0	1
31	x[8,3]	*	0	0	1

32 x[8,4]	*	0	0	1
33 x[9,1000]	*	0	0	1
34 x[9,1500]	*	1	0	1
35 x[9,2000]	*	0	0	1
36 x[9,2500]	*	0	0	1
37 x[10,200]	*	0	0	1
38 x[10,201]	*	1	0	1
39 x[10,202]	*	0	0	1
40 x[10,203]	*	0	0	1

...

BIOGRAFIJA

Radul Milutinović je rođen 11.05.1986. god. u Prokuplju. Srednju školu je završio u Kuršumliji. Diplomirao je 2010. god. na odseku za Menadžment, sa prosečnom ocenom 8.66. Diplomirao je na akademskoj - master studiji na studijskom programu Menadžment i organizacija Fakulteta organizacionih nauka, završio je 2013. god. sa prosečnom ocenom 9.80. U toku studija obavio je praksu u različitim kompanijama. Kao student master studija obavlja praksu u *JP Emisiona tehnika i veze*, gde po obavljenoj praksi počinje sa radom.

Od 2012. god. je zaposlen na Fakultetu organizacionih nauka u svojstvu saradnika u nastavi za užu naučnu oblast Menadžment tehnologije, inovacija i razvoja, a od 2014. god. je angažovan kao asistent na istoj oblasti i učestvuje u izvođenju vežbi na predmetima na osnovnim i master akademskim studijama. U anonimnim anketama studenata za ocenu kvaliteta rada nastavnika i saradnika, visoko je ocenjen u kontinuitetu. Školske 2015/16 dobio je nagradu Fakulteta kao jedan od najbolje ocenjenih asistenata. Član je organizacionog odbora konferencije SPIN. Učestvuje na projektima Istraživačko-razvojnog centra Fakulteta.

Od 2019. god. uključen je na strateški projekat „Istraživanje savremenih tendencija strateškog upravljanja primenom specijalizovanih menadžment disciplina u funkciji konkurentnosti srpske privrede“, finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

U toku leta 2019. god. pohađao je *Radboud summer school* program pod nazivom *Perfecting your academic writing skills* koji je organizovan u okviru *Radboud University*, Holandija.

Učestvovao je na različitim seminarima i radionicama koje su organizovali Zavod za intelektualnu svojinu, Evropski zavod za patente i Svetska organizacija za intelektualnu svojinu.

Član je Evropske asocijacije operacionih menadžera *EurOMA*.

Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora Radul Milutinović

Broj indeksa 5010/2013

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

Model za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis autora

U Beogradu, _____

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Radul M. Milutinović

Broj indeksa 5010/2013

Studijski program Informacioni sistemi i menadžment

Naslov rada Model za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata

Mentor dr Biljana Stošić, redovni profesor, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la radi pohranjivanja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis autora

U Beogradu, _____

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Model za upravljanje ranim fazama inovacionih projekata

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci.
Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

Potpis autora

U Beogradu, _____

1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. **Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. **Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. **Autorstvo – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. **Autorstvo – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.