

UNIVERZITET U NIŠU - MAŠINSKI FAKULTET

Aleksandar Miltenović, Ivan Rakonjac, Milena Rajić

RAZVOJ PROIZVODA

Niš, 2024.

Dr Aleksandar Miltenović, vanr. prof
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu

Dr Ivan Rakonjac, docent
Fakulteta bezbednosti Univerziteta u Beogradu

Dr Milena Rajić, docent
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu

Razvoj proizvoda

1. izdanje

Recenzenti:

Prof. dr Boban Anđelković
Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu

Prof. dr Dušan Stamenković
Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu

Izdavač:

Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu
Prof. dr. Goran Janevski

Štampanje odobrilo:

Nastavno-naučno veće Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu
Odluka br. 612-112-6-1/2024 od 07.02.2024. god.

Štampa: Grafika Galeb, Niš

Tiraž: 200 primeraka

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

658.62(075.8)

МИЛТЕНОВИЋ, Александар, 1978-
Razvoj proizvoda / Aleksandar Miltenović, Ivan Rakonjac, Milena Rajić. - 1. izd. - Niš :
Mašinski fakulteta Univerziteta, 2024 (Niš : Grafika Galeb). - VIII, 348 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 200. - Bibliografija: str. 347-348.

ISBN 978-86-6055-178-0

1. Ракоњац, Иван М., 1978- [аутор] 2. Рајић, Милена, 1987- [аутор]
а) Производи -- Развој

COBISS.SR-ID 149552649

Predgovor

Dragi čitaocē, pre čitanja ove knjige Źeleli bi da vam ukaŹemo na osnovne ideje i motive koji su nas vodili u njenog pripremi.

Ova knjiga je rezultat višegodišnjih iskustva autora u drŹanju nastave i praktiĉnog iskustva u polju razvoja proizvoda gde smo identifikovali potrebu za postojanjem ovakvog udŹbenika. Inspirisani potrebom za kvalitetnim obrazovnim materijalom, odlučili smo da stvorimo udŹbenik koji će biti koristan kako studentima, tako i inŹenjerima koji se bave razvojem proizvoda.

SloŹenost problematike razvoja proizvoda potiče od toga da je svaki proizvod priča za sebe i da zbog sloŹenog tehnološkog, organizacionog i trŹišnog okruŹenja put od ideje do konaĉnog proizvoda sloŹen i haotiĉan. Kako bi se razvio savremen proizvod koji ima šansu da bude uspešan na trŹištu moraju da se uzmu u obzir razliĉiti aspekti koji ograniĉavaju ili daju smernice kako treba da izgleda budućeg proizvoda. Tehniĉko-tehnološki aspekt je vezan za sam proizvod tj. za njegovu funkcionalnost i naĉin izrade. Organizacioni aspekt je neposredno okruŹenje u kome bi takav proizvod mogao da se razvija i kasnije prodaje. Treći aspekt je trŹišta, njegovo shvatanje i uloga korisnika kako bi znali koje su potrebe trŹišta kako sada tako i u bliskoj budućnosti.

U duhu inovacije i kontinuiranog uĉenja, posvetili smo posebnu paŹnju metodama planiranja, analize i izbora rešenja što predstavlja kljuĉne aspekte u savremenom razvoju proizvoda. Cilj nam je bio da ove kompleksne teme pribliŹimo ĉitaocima na jasan i pristupaĉan naĉin, koristeći realne primere. Takođe, poseban fokus smo stavili na tehnološke aspekte proizvodnje, ĉime Źelimo da istaknemo vaŹnost razumevanja i primene naprednih proizvodnih tehnologija i metoda, koje su neophodne za stvaranje konkurentnih i inovativnih proizvoda. Nadamo se da će vam ova knjiga pruŹiti inspiraciju i praktiĉna znanja koja će vam pomoći da uspešno odgovorite na izazove savremenog trŹišta i ostvarite svoje profesionalne ciljeve.

Dileme koje se javljaju u razvoju proizvoda su razliĉite. Velika je razlika u razvoju maloserijskog i velikoserijskog proizvoda, takođe da li se razvija proizvod od poĉetka ili unapređujemo postojeći proizvod. Da li je u razvoju proizvoda ostvarena inovacija koja je odgovarajuća za potrebe trŹišta. Samo definisanje kako taj proizvod treba da izgleda kako sa spoljašnje tako i sa unutrašnje strane je sloŹeno pitanje. Ova problematika zahteva da se proizvod sagleda sa tehniĉkog, ekonomskog, organizacionog i trŹišnog aspekata zbog ĉega su u knjizi obrađene najsavremenije metode koje bi trebalo da pomognu da se korišćenjem metoda daju uprošćeni odgovori na sloŹena pitanja.

U udŹbeniku su kroz 18 poglavlja detaljno obrađene ĉetiri srodne i međusobno povezane celine i to: osnove razvoja proizvoda, metode razvoja proizvoda, inovacioni

menadžment i tehnološkičnost. Cilj ovih celina jeste da čitalac dobije jasan uvid i širi značaj razvoja proizvoda sa teorijskog aspekta i da može da prati proces od početne ideje do lansiranja proizvoda na tržište. Posebno je posvećena pažnja metodama koje se koriste kao podrška u razvoju proizvoda. Sve metode su podeljene u pet celine i date u vidu poglavlja što je jedinstveni pristup. Posebno je obrađena tematika inovacionog menadžmenta koja omogućava da se proces razvoja proizvoda lakše kontroliše kako sa pozicije menadžmenta tako da se shvati koji su koraci neophodni kako bi se došlo do željenih efekata. Bitan aspekt razvoja proizvoda jeste konačno oblikovanje konkretnog proizvoda koja je da je u knjizi obrađena u poglavlju tehnološkičnost.

Posebnu zahvalnost za podršku i korisne sugestije dugujemo recenzentima: prof. Bobanu Anđelkoviću i prof. Dušanu Stamenkoviću, obojica sa Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Profesori Anđelković i Stamenković su duži niz godina držali nastavu iz predmeta na Mašinskom fakultetu u Nišu čija je tema knjiga koju čitate, čime je uspostavljen kontinuitet rada u ovoj oblasti.

S poštovanjem,

Autori

Sadržaj

1 Uvod	1
2 Osnove tehničkih sistema	7
2.1 Sistemi, postrojenja, oprema, mašine, sklopovi i komponente	7
2.1.1 Pojam sistema	9
2.2 Konverzija energije, materije i signala	9
2.3 Funkcionalni odnos	11
2.4 Princip rešenja	14
2.5 Kontekst konstrukcije	16
2.6 Kontekst sistema	16
3 Metodski pristup u razvoju proizvoda	19
3.1 Razvoj proizvoda kao proces rešavanja problema	19
3.1.1 Karakteristike dobrog konstruktora	23
3.1.2 Obrada informacija	25
3.2 Odnos problema i rešenja	26
3.2.1 Koevolucija problema i rešenja	28
3.3 Strategije pristupa metodologiji razvoja proizvoda	28
3.4 Opšte primenljive metode	34
4 Proces razvoja proizvoda	37
4.1 Proizvod i tržište	37
4.1.1 Životni vek proizvoda na tržištu	38
4.1.2 Životni ciklus proizvoda	40
4.2 Modeli fizičkih proizvoda	41
4.3 Opšti proces rešavanja problema	43
4.4 Opšti model procesa razvoja proizvoda	45
4.4.1 Glavne faze u razvoju proizvoda	46
4.4.2 Procesni model	49
4.4.3 Procesi koji prate razvoj proizvoda	51
4.5 Kreiranje i korišćenje modela procesa	51
4.5.1 Specifičnosti konteksta	53
4.6 Alternativni procesni modeli	54
4.6.1 V-model	55
4.6.2 Model integrisanog inženjeringa proizvoda	57
4.6.3 Minhenski model	60

4.6.4 Dvostruki dijamant	61
5 Planiranje proizvoda	63
5.1 Razgraničenje planiranja proizvoda	63
5.2 Pozicija planiranja proizvoda	64
5.3 Strategija preduzeća i proizvoda	66
5.3.1 Strateška ravan i uticaj na proizvod	67
5.3.2 Uticaji i okviri za strategiju proizvoda	68
5.4 Planiranje i upravljanje portfolijem	69
5.4.1 Portfolio	69
6 Potrebe korisnika i zahtevi proizvoda	73
6.1 Različite perspektive sagledavanja proizvoda	73
6.2 Klasifikacija korisnika	74
6.2.1 Diferencijacija korisnika	75
6.2.2 Integracija korisnika	77
6.3 Sistem ciljeva razvojnog projekta	78
6.3.1 Zadaci vezani za proizvod, vremenski okvir i finansijski ciljevi	78
6.3.2 Uloga ciljeva i zahteva u razvoju proizvoda	79
6.4 Lista zahteva	81
6.5 Razvoj inicijalne baze zahteva	83
6.5.1 Radni nalog za razvoj	84
6.5.2 Specifikacija zahteva i obaveza	85
6.5.3 Vrste zahteva	87
6.5.4 Upravljanje zahtevima	89
7 Funkcionalna struktura	91
7.1 Apstrakcija za otkrivanje značajnih problema	91
7.1.1 Cilj apstrakcije	91
7.1.2 Odgovarajuća formulacija problema	92
7.1.3 Prepoznavanje problema iz liste zahteva	94
7.2 Uspostavljanje funkcionalne strukture	97
7.2.1 Ukupna funkcija	97
7.2.2 Razlaganje na parcijalne funkcije	98
7.2.3 Pravljenje funkcionalne strukture na primeru	100
7.2.4 Saveti za prepoznavanje i formiranje parcijalne funkcija	102
7.3 Preporuke za pravljanje funkcionalnih struktura	103
8 Arhitektura proizvoda	107
8.1 Pristup gradnje konstrukcija tehničkih sistema	107
8.1.1 Integralni i diferencijalni konstrukcioni pristup	107
8.1.2 Modularni konstrukcijski pristup	109

8.1.3 Konstrukcioni pristup spajanja više materijala	110
8.1.4 Integrisani konstrukcioni pristup	111
8.1.5 Multifunkcionalna konstrukcioni pristup	111
8.2 Postavljanje cilja za oblikovanje arhitekture proizvoda	112
8.2.1 Planiranje i razvoj proizvodnog programa	112
8.2.2 Procesi dodatne vrednosti u preduzeću	113
8.2.3 Korisna vrednost proizvoda za korisnika	114
8.3 Strategije proizvoda uzimajući u obzir raznolikost varijanti	114
8.3.1 Modularna struktura proizvoda	115
8.3.2 Strategija serije proizvoda	117
9 Metode planiranja proizvoda	119
9.1 Quality Function Deployment	119
9.2 Scenario tehnika	126
9.3 Balanced Scorecard	128
9.4 Portfolio analiza	129
9.4.1 BCG matrica	130
9.4.2 Mckinsey/General electric matrica	132
9.4.3 Tehnološki portfolio matrica	133
9.5 Target Costing	134
10 Metode analize zahteva	139
10.1 Osnovne metode prikupljanja podataka	139
10.2 Kano model	141
10.3 Conjoint analiza	145
11 Metode nalaženja rešenja	149
11.1 Konvencionalne metode	149
11.1.1 Reverzni inženjering	150
11.2 Intuitivne metode	150
11.2.1 Brainstorming	151
11.2.2 Metoda 635	153
11.2.3 Asocijacija	153
11.2.4 Galerijska metoda	153
11.2.5 Delfi metoda	154
11.2.6 Kombinovana primena	154
11.2.7 Design Thinking	154
11.3 Asocijativne metode	155
11.3.1 Analiza poznatih tehničkih rešenja	155
11.3.2 Analiza prirodnih sistema	156
11.3.3 SCUMPER	156
11.3.4 Syntetik	157
11.3.5 Analogija	157

11.4 Diskurzivne metode	158
11.4.1 Sistematska pretraga za fizičkim povezanostima	158
11.4.2 Sistematsko pretraživanje uz pomoć šema redosleda	159
11.4.3 Upotreba kataloga	160
11.5 TRIZ	162
12 Metode izbora rešenja	167
12.1 Osnove izbora rešenja	168
12.2 Analiza rešenja	171
12.3 Ocena rešenja	173
12.4 Jednostavne metode ocenjivanja	175
12.5 Diferencijalne metode ocenjivanja	177
12.6 Tehničko-ekonomska procena	181
13 Metode oblikovanja arhitekture proizvoda	185
13.1 Sistematski pristup integraciji funkcija	185
13.2 Strategija jednodelnog uređaja	186
13.3 Change Mode & Effects Analysis (CMEA)	187
13.4 Teorija modularnog dizajna	189
13.5 Analiza integracije na osnovu Matrice strukture dizajna	191
13.6 Postupak pri razvoju konstrukcijskih sklopova	192
13.7 Modular Function Deployment	193
14 Inovacioni menadžment	195
14.1 Proces inovacije	195
14.2 Vrste inovacija	197
14.2.1 Disruptivna inovacija	199
14.3 Hijerarhija ljudskih potreba	200
14.4 Struktura procesa inovacije	201
15 Strategije inovacioni menadžment	203
15.1 Lider ili pratilac	203
15.2 Samostalno kreiranje ili kupovina	207
15.3 Samostalni razvoj ili komercijalizacija	209
15.4 Market Pull ili Technology Push	211
15.5 Oblici saradnje	212
15.6 Organizaciona struktura	214
15.7 Integralni razvoj proizvoda	216
16 Inovacione aktivnosti u razvoju proizvoda i procesa	219
16.1 Predrazvoj	219
16.1.1 Potvrda koncepta	222
16.2 Proces razvoja proizvoda	223

16.3 Razvoj serije	224
16.4 Tehnička i metodaška podrška razvoju proizvoda	224
16.4.1 Virtualni razvoj proizvoda i CAD/CAE sistemi	224
16.4.2 Brzi prototipi - Rapid prototyping RP	226
16.5 Uvođenje u proizvodnju (Ramp-up)	227
16.5.1 Faze i problemi	227
16.6 Lansiranje proizvoda	230
17 Bezbednosni aspekti procesa razvoja proizvoda: menadžment rizika i zaštita intelektualne svojine	233
17.1 Zaštita intelektualne svojine	233
17.1.1 Pretraživanje patenata	235
17.1.2 Kršenje patentnih prava	235
17.1.3 Alternativa patentnoj zaštiti	236
17.2 Studija izvodljivosti	236
17.2.1 Najznačajnije osobine studije izvodljivosti inovacionog projekta	237
17.2.2 Analiza izvodljivosti	238
17.3 Razlozi neuspeha inovativnog proizvoda	240
17.4 Primeri neuspešnih inovativnih projekata	241
17.4.1 Stirlingov motor	241
17.4.2 Mikrotalasna pećnica	242
17.4.3 Edsel	242
17.4.4 Plastični bicikl – Itera	244
17.4.5 Veliki vetrogenerator – Growian	245
17.5 Greške u inovacionim projektima	246
17.6 Otvorena Inovacija	250
17.7 Inovaciona zamka	252
18 Tehnologičnost	255
18.1 Početno oblikovanje	257
18.1.1 Livenje	257
18.1.2 Sinterovanje	269
18.1.3 Aditivna proizvodnja	275
18.2 Oblikovanje deformisanjem	284
18.2.1 Oblikovanje u kalupu	284
18.2.2 Duboko izvlačenje	291
18.2.3 Savijanje	292
18.2.4 Tehnologičnost delova napravljenih od lima	293
18.3 Oblikovanje odnošenjem	299
18.3.1 Razdvajanje materijala	299
18.3.2 Struganje	306
18.3.3 Bušenje	309

18.3.4 Glodanje	311
18.3.5 Brušenje	313
18.3.6 Dubinsko brušenje	315
18.3.7 Lepovanje	316
18.3.8 Superfiniš	316
18.3.9 Poliranje	317
18.4 Spajanje	318
18.4.1 Zavarivanje	318
18.4.2 Lepljenje	325
18.4.3 Lemljenje	329
18.5 Nanošenje prevlake	333
18.6 Promena osobina materijala	338
18.7 Montaža	343
18.8 Kontrola	347
Literatura	351