UNIVERZITET SINGIDUNUM

DIZAJN I RAZVOJ PROIZVODA



Dragan Cvetković

BEOGRAD, 2011.

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Dragan Cvetković

DIZAJN I RAZVOJ PROIZVODA

BEOGRAD, 2011.

Dizajn i razvoj proizvoda

Autor:
dr Dragan Cvetković, vanredni profesor

Recenzenti:
Prof. dr Slavko Pešić, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Prof. dr Dejan Živković, Univerzitet Singidunum u Beogradu

Izdavač:
UNIVERZITET SINGIDUNUM
DEPARTMAN ZA INŽENJERSKI MENADŽMENT
Beograd, Bulevar Zorana Đinđića 44

Za izdavača:
Prof. dr Milovan Stanišić

Tehnička obrada:
Dragan Cvetković

Dizajn korica:
Dragan Cvetković

Godina izdanja:
2011.

Tiraž:
300 primeraka

Štampa:
Mladost Grup
Loznica

ISBN: 978-86-7912-335-0

Sadržaj

Predgovor **ix**

1 Uvodni deo **1**

1.1. Karakteristike uspešnog razvoja proizvoda 2
1.2. Ko projektuje (dizajnira) i razvija proizvode? 3
1.3. Trajanje i cena razvoja proizvoda 4
1.4. Izazovi pri razvoju proizvoda 5

2 Procesi razvoja i organizovanje **7**

2.1. Generički proces razvoja 8
2.2. Koncept razvoja – početni i krajnji elementi procesa 11
2.3. Prilagođavanje generičkog procesa razvoja proizvoda 13
2.3.1. Razvoj proizvoda kao posledica primene nove tehnologije 15
2.3.2. Razvoj proizvoda kao posledica primene postojeće tehnologije . . 15
2.3.3. Razvoj intenzivnih proizvoda 16
2.3.4. Prilagođeni proizvodi 16
2.3.5. Proizvodi visokog rizika 16
2.3.6. Razvoj "brzih" proizvoda 17
2.3.7. Kompleksni sistemi 17
2.4. Tokovi procesa razvoja proizvoda 17
2.5. Organizovanje procesa razvoja 18
2.5.1. Organizovanje po osnovu uspostavljanja veza među pojedincima 18
2.5.2. Organizovanje koje je usaglašeno sa funkcijama, projektima ili sa oba navedena parametra 19
2.5.3. Izbor organizacione strukture 21

3 Planiranje proizvoda 25
3.1. Proces planiranja proizvoda . . . 26
3.2. Identifikovanje mogućnosti – I_a faza . . . 28
3.3. Određivanje prioriteta projekata – II_a faza . . . 30
3.3.1. Strategija u odnosu na konkurente . . . 30
3.3.2. "Podela" tržišta na segmente . . . 31
3.3.3. Tehnološke trajektorije (putanje) . . . 31
3.3.4. Platforme za planiranje proizvoda . . . 32
3.3.5. Fundamentalno vrednovanje novih mogućnosti proizvoda . . . 33
3.3.6. "Balansiranje" portfolia . . . 34
3.4. Lociranje resursa i vremenski plan – III_a faza . . . 35
3.4.1. Lociranje resursa . . . 35
3.4.2. Vremenski plan projekta . . . 35
3.4.3. Proizvodni plan . . . 36
3.5. Planiranje kompletnog predprojekta – IV_a faza . . . 36
3.5.1. Osnovne smernice . . . 36
3.5.2. Pretpostavke i ograničenja . . . 38
3.5.3. Planiranje aktivnosti po pitanju kadrova i drugih elemenata . . . 39
3.6. Uticaj na rezultate i proces – V_a faza . . . 39

4 Identifikovanje potreba korisnika - potrošača 41
4.1. Skupljanje neobrađenih podataka o potrebama korisnika – I_b faza . . . 44
4.1.1. Izbor korisnika . . . 46
4.1.2. Kako doći do podataka o potrebama korisnika? . . . 47
4.1.3. Dokumentovanje interaktivnih kontakata sa korisnicima . . . 48
4.2. Tumačenje neobrađenih podataka u smislu potreba korisnika – II_b faza . . . 49
4.3. Hijerarhijsko organizovanje potreba – III_b faza . . . 51
4.4. Definisanje relativnog značaja pojedinačnih potreba – IV_b faza . . . 53
4.5. Uticaj na rezultate i proces – V_b faza . . . 54

5 Specifikacije proizvoda 55
5.1. Koje su specifikacije? . . . 56
5.2. Kako se definišu specifikacije? . . . 57
5.3. Definisanje ciljnih specifikacija . . . 58
5.3.1. Priprema liste pokazatelja – I_c faza . . . 58
5.3.2. Skupljanje informacija o konkurentima i njihovim proizvodima – II_c faza . . . 61
5.3.3. Podešavanje idealnih i marginalno prihvatljivih ciljnih vrednosti – III_c faza . . . 61
5.3.4. Uticaj na rezultate i proces – IV_c faza . . . 62
5.4. Definisanje završnih (krajnjih) specifikacija . . . 63

5.4.1. Razvoj tehničkog modela proizvoda – I_d faza 63
5.4.2. Procena troškova za izradu proizvoda – II_d faza 64
5.4.3. Redefinisanje specifikacija i izrada kompromisa tamo gde je potrebno – III_d faza 65
5.4.4. "Protok naniže" odgovarajućih specifikacija – IV_d faza 66
5.4.5. Uticaj na rezultate i proces – V_d faza 66
5.5. Krajnji troškovi 67
5.5.1. Prateći primer 69

6 Generisanje koncepta **71**
6.1. Aktivnosti po pitanju generisanja koncepta 72
6.1.1. Strukturni pristup smanjuje verovatnoću pojave skupljih problema 73
6.1.2. Metod u pet faza 73
6.2. Razjasniti problem – I_e faza 74
6.2.1. Razgradnja složenog problema u jednostavnije podprobleme . . . 75
6.2.2. Fokusiranje na inicijalne napore kod kritičnih podproblema 77
6.3. Spoljna pretraga – II_e faza 78
6.3.1. Intervjuisanje "glavnih" korisnika 78
6.3.2. Konsultacije sa ekspertima 78
6.3.3. Pretraga patenata 79
6.3.4. Pretraga objavljene literature 79
6.3.5. Upoređivanje sa srodnim proizvodima 79
6.4. Unutrašnja pretraga – III_e faza 80
6.4.1. I individualne i grupne pretrage su izuzetno korisne 80
6.4.2. Saveti za kreiranje konceptualnog rešenja 81
6.5. Sistematično istraživanje – IV_e faza 82
6.5.1. Konceptualno klasifikaciono stablo 83
6.5.2. Konceptualna kombinatorna tabela 84
6.5.3. Upravljanje istraživačkim procesom 88
6.6. Uticaj na rezultate i proces – V_e faza 89

7 Izbor konceptualnog rešenja **91**
7.1. Izbor konceptualnog rešenja kao sastavni deo procesa razvoja proizvoda . 94
7.2. Svi timovi koriste neku metodu za izbor konceptualnog rešenja 94
7.3. Struktuirana metoda ima nekoliko prednosti 95
7.4. Pregled metodologije 96
7.5. Sortiranje konceptualnih rešenja 97
7.5.1. Priprema matrice za izbor – I_f faza 97
7.5.2. Ocena konceptualnih rešenja – II_f faza 97
7.5.3. Klasifikovanje konceptualnih rešenja – III_f faza 98

7.5.4. Kombinovanje i poboljšanje odabranih konceptualnih rešenja – IV_f faza . . . 98
7.5.5. Izbor jednog ili više konceptualnih rešenja – V_f faza . . . 99
7.5.6. Uticaj na rezultate i proces – VI_f faza . . . 99
7.6. Bodovanje konceptualnih rešenja . . . 99
7.6.1. Priprema matrice za izbor – I_g faza . . . 100
7.6.2. Ocena konceptualnih rešenja – II_g faza . . . 101
7.6.3. Klasifikovanje konceptualnih rešenja – III_g faza . . . 101
7.6.4. Kombinovanje i poboljšanje odabranih konceptualnih rešenja – IV_g faza . . . 102
7.6.5. Izbor jednog ili više konceptualnih rešenja – V_g faza . . . 102
7.6.6. Uticaj na rezultate i proces – VI_g faza . . . 103

8 Testiranje konceptualnih rešenja 105
8.1. Definisanje svrhe testiranja koncepetualnih rešenja – I_h faza . . . 107
8.2. Definisanje ankete i izbor ispitivača – II_h faza . . . 107
8.3. Način izvođenja ankete – III_h faza . . . 108
8.4. Komunikacija (rasprava) o konceptualnim rešenjima – IV_h faza . . . 109
8.4.1. Usklađivanje ankete sa sredstvima za komunikaciju . . . 111
8.4.2. Definisanje pitanja . . . 111
8.5. Procena korisničkih odgovora – V_h faza . . . 112
8.6. Predstavljanje rezultata – VI_h faza . . . 113
8.7. Uticaj na rezultate i proces – VII_h faza . . . 113

9 Arhitektura proizvoda 115
9.1. Šta je arhitektura proizvoda? . . . 116
9.1.1. Vrste modularnosti . . . 117
9.1.2. Kada je arhitektura proizvoda određena (definisana)? . . . 118
9.2. Implikacije arhitekture proizvoda . . . 118
9.2.1. Promena proizvoda . . . 119
9.2.2. Raznolikost proizvoda . . . 120
9.2.3. Standardizacija komponenti . . . 120
9.2.4. Uspešnost proizvoda . . . 120
9.2.5. Proizvodnja . . . 121
9.2.6. Upravljanje razvojem proizvoda . . . 121
9.3. Utvrđivanje arhitekture . . . 121
9.3.1. Šematski prikaz proizvoda – I_i faza . . . 122
9.3.2. Elementi šematskog prikaza proizvoda – II_i faza . . . 123
9.3.3. Kreiranje "grubog" geometrijskog rasporeda – III_i faza . . . 124
9.3.4. Identifikovanje osnovnih i slučajnih interakcija – IV_i faza . . . 125
9.4. Planirani program (platforma) . . . 126

9.4.1. Plan diferencijacije (raslojavanja) . . . 127
9.4.2. Plan "preklapanja" . . . 127
9.5. Pitanja povezanih sistemskih nivoa dizajna . . . 128
9.5.1. Definisanje sekundarnih sistema . . . 128
9.5.2. Određivanje arhitekture pojedinačnih elemenata ili komponenti . . . 128
9.5.3. Kreiranje detaljnih specifikacija interfejsa . . . 128

10 Industrijski dizajn (ID) 129
10.1. Istorijski razvoj industrijskog dizajna . . . 131
10.1.1. Sekta Šeikera . . . 131
10.1.2. Pokret *Arts and Crafts* . . . 132
10.1.3. *L'Art Noveau* . . . 133
10.1.4. *Deutscher Werkbund* . . . 135
10.1.5. *Bauhaus* . . . 135
10.1.6. Američki industrijski dizajn . . . 136
10.1.7. Francuski industrijski dizajn . . . 139
10.1.8. Italijanski industrijski dizajn . . . 140
10.1.9. Skandinavski industrijski dizajn . . . 142
10.2. Procena potreba za industrijskim dizajnom . . . 144
10.2.1. Troškovi "vezani" za industrijski dizajn . . . 145
10.2.2. Koliko je važan industrijski dizajn za proizvod? . . . 145
10.2.3. Ergonomske potrebe . . . 146
10.2.4. Estetske potrebe . . . 146
10.3. Uticaj indus|rijskog dizajna . . . 147
10.3.1. Da li je industrijski dizajn vredan ulaganja (investiranja)? . . . 147
10.3.2. Kako industrijski dizajn uspostavlja korporativni identitet? . . . 149
10.4. Proces industrijskog dizajna . . . 151
10.4.1. Ispitivanje potreba korisnika (potrošača) . . . 151
10.4.2. Definisanje inicijalnog konceptualnog rešenja . . . 152
10.4.3. Preliminarno preciziranje . . . 152
10.4.4. Dalje preciziranje i izbor krajnjeg konceptualnog rešenja . . . 153
10.4.5. Kontrola crteža ili modela . . . 153
10.4.6. Koordinacija sa inženjerima, proizvodnim osobljem i eksternim prodavcima . . . 154
10.4.7. Uticaj računarskih alata na proces industrijskog dizajna . . . 154
10.5. Upravljanje procesom industrijskog dizajna . . . 154
10.5.1. Vreme uključenosti industrijskog dizajna . . . 155
10.6. Procena kvaliteta industrijskog dizajna . . . 156
10.6.1. Kvalitet korisničkog interfejsa . . . 157
10.6.2. "Emotivni apeli" . . . 158

10.6.3. Mogućnost održavanja i popravki proizvoda 158
10.6.4. Odgovarajuće korišćenje sredstava 159
10.6.5. Diferencijacija proizvoda 159

11 Dizajn za proizvodnju – DzP **161**
11.1. Određivanje DzP 161
11.1.1. Unakrsno funkcionalan tim za DzP 162
11.1.2. DzP se obavlja tokom procesa razvoja 163
11.1.3. Pregled procesa DzP 163
11.2. Procena proizvodnih troškova – I_j faza 164
11.2.1. Fiksni i varijabilni troškovi 166
11.2.2. Dokument o sirovinama (materijalima) 166
11.2.3. Procena troškova standardnih komponenti 167
11.2.4. Procena troškova specifičnih komponenti 167
11.2.5. Procena troškova montaže 167
11.3. Smanjenje troškova komponenti – II_j faza 168
11.3.1. Razumevanje procesa ograničenja i tekućih troškova 169
11.3.2. Redizajniranje komponenti kako bi se eliminisali određeni koraci u procesu 169
11.3.3. Izbor određenih ekonomskih skala za delove procesa 170
11.3.4. Standardizovanje komponenti i procesa 170
11.4. Smanjenje troškova montaže – III_j faza 171
11.4.1. Održavanje propisanog 171
11.4.2. Integrisanje delova 172
11.4.3. Maksimalno pojednostavljenje montaže 173
11.4.4. Mogućnost montaže od strane samog korisnika (potrošača) 174
11.5. Smanjenje troškova po pitanju podrške proizvodnji – IV_j faza 174
11.5.1. Minimiziranje sistemske složenosti (kompleksnosti) 174
11.5.2. Provera grešaka 175
11.6. Uticaj DzP na druge faktore – V_j faza 175
11.6.1. Uticaj DzP na vreme potrebno za razvoj 175
11.6.2. Uticaj DzP na troškove razvoja 176
11.6.3. Uticaj DzP na kvalitet proizvoda 176
11.6.4. Uticaj spoljnih faktora na DzP 176
11.7. Rad i programiranje numerički upravljanih mašina 177
11.7.1. Osnove numeričke kontrole 177
11.7.2. Vrste kretanja mašine 180
11.7.3. Kompjuterska numerička kontrola 181
11.7.4. Obradni centri 182
11.7.5. Priprema podataka za numeričku kontrolu 183

11.7.6. Ručno programiranje 189
11.7.7. Računarom podržano programiranje za izradu dela 189
11.7.8. Izrada iz 3D modela 192
11.7.9. Generisanje putanje alata iz solida (krutog modela) 195

12 Izrada prototipa 197
12.1. Razumevanje prototipova 198
12.1.1. Vrste prototipova 198
12.1.2. Čemu služe prototipovi? 199
12.2. Principi izrade prototipa 200
12.2.1. Analitički prototipovi su fleksibilniji od fizičkih prototipova 201
12.2.2. Fizički prototipovi su neophodni za otkrivanje nepredviđenih pojava 201
12.2.3. Prototip može da smanji rizik od skupog ponavljanja 201
12.2.4. Prototip može da ubrza druge korake za razvoj proizvoda 202
12.2.5. Prototip može da restruktuira zavisnost i međuzavisnost zadataka 203
12.3. Tehnologije izrade prototipa 203
12.3.1. 3D CAD modelovanje i analiza 204
12.3.2. Brza izrada prototipova 204
12.4. Planiranje izrade prototipova 206
12.4.1. Svrha prototipa – $\mathrm{I_k}$ faza 206
12.4.2. Nivo aproksimacije prototipa – $\mathrm{II_k}$ faza 206
12.4.3. Eksperimentalni plan u glavnim crtama – $\mathrm{III_k}$ faza 206
12.4.4. Raspored za nabavku, izgradnju i ispitivanje – $\mathrm{IV_k}$ faza 206

13 Robustan dizajn 207
13.1. Šta je robustan dizajn? 208
13.1.1. Osmišljavanje eksperimenta 210
13.1.2. Proces robusnog dizajna "kroz" sedam faza 210
13.2. Identifikovanje kontrolnih, poremećajnih i specifičnih faktora – $\mathrm{I_l}$ faza . . 211
13.3. Formulisanje ciljnih funkcija – $\mathrm{II_l}$ faza 211
13.4. Razvoj plana eksperimenta – $\mathrm{III_l}$ faza 212
13.4.1. Kako će da se izvodi eksperiment? 212
13.5. Pokretanje eksperimenta – $\mathrm{IV_l}$ faza 215
13.6. Sprovođenje analize – $\mathrm{V_l}$ faza 215
13.6.1. Određivanje ciljnih funkcija 215
13.6.2. Određivanje efekata faktora na osnovu analize 215
13.7. Izbor i potvrda željenih (određenih) vrednosti faktora – $\mathrm{VI_l}$ faza 216
13.8. Odražavanje (reflektovanje) i ponavljanje na određene načine – $\mathrm{VII_l}$ faza 217

14 Patenti i intelektualna svojina **219**
14.1. Intelektualna/industrijska svojina 220
14.1.1. Pravo industrijske svojine 221
14.1.2. Autorsko pravo 222
14.2. Organizacija intelektualne svojine u svetu 222
14.3. Još malo o intelektualnoj svojini 223
14.3.1. Pregled patenata 224
14.3.2. Korisnički patenti 224
14.3.3. Priprema za objavljivanje 226
14.4. Definisanje strategije i plana – $\mathrm{I_m}$ faza 226
14.4.1. Vreme prijave patenta 226
14.4.2. Vrsta aplikacije 226
14.4.3. Delokrug patenta 227
14.5. Proučavanje prethodnih inovacija – $\mathrm{II_m}$ faza 227
14.6. Prikaz strukture potraživanja – $\mathrm{III_m}$ faza 228
14.7. Opis pronalaska – $\mathrm{IV_m}$ faza 228
14.7.1. Crteži i slike 229
14.7.2. Detaljan opis 229
14.8. "Prečišćena" potraživanja – $\mathrm{V_m}$ faza 230
14.9. Usaglašavanje namene – $\mathrm{VI_m}$ faza 230
14.10. Uticaj na rezultate i proces – $\mathrm{VII_m}$ faza 232

Literatura **233**
Sajtovi sa Interneta u vezi sa materijom 234

Predgovor

Ekonomski uspeha većine firmi zavisi od njihove sposobnosti da identifikuju potrebe kupaca i da se brzo stvore proizvodi koji zadovoljavaju ove potrebe, s tim što treba napomenuti da je poželjno da budu proizvedeni po niskim cenama. Postizanje ovih ciljeva nije samo marketinški problem, niti je isključivo problem dizajna ili problem proizvodnje, to je problem razvoja proizvoda koji uključuje sve ove funkcije. Ova knjiga pruža skup metoda koje omogućavaju poboljšanje sposobnosti unakrsno funkcionalnih timova kako bi radili zajedno na razvoju proizvoda.

Proizvod je nešto što preduzeće prodaje svojim klijentima. Razvoj proizvoda je skup aktivnosti koje počinju sa percepcijom prilika na tržištu i završavaju se sa proizvodnjom, prodajom i isporukom proizvoda. Iako veći deo ove knjige može da se primeni u razvoju bilo kog proizvoda, primeri su fokusirani na proizvode koji su već projektovani i izrađeni.

Ova knjiga spada u grupu stručnih dela iz oblasti računarskih i inženjerskih nauka, koja pokriva značajno područje, koje se izučava na nivou dodiplomskih i poslediplomskih studija danas i u svetu i kod nas. Predviđena je da bude osnovni udžbenik iz predmeta **Dizajn proizvoda** koji se izučava unutar studijskog programa Inženjerski menadžment (izborna opcija Industrijski dizajn) na Univerzitetu "Singidunum" u Beogradu. Ova knjiga može da se koristi i na ostalim visokoškolskim ustanovama za predmete koji imaju sličan sadržaj.

Knjiga se sastoji iz 14 (četrnaest) poglavlja. Prvo poglavlje daje kratak pregled nastanka i razvoja proizvoda, kao i pratećih segmenata. Ako se postavi pitanje dobro definisanog procesa razvoja proizvoda i ako treba predložiti organizaciju razvoja proizvoda u cilju konkurentnosti i efikasnosti, dolazi se do zaključka da to nije ni malo naivno pitanje. Neka od pitanja sa kojima bi se trebalo suočiti su razmatrana u drugom poglavlju. Treće poglavlje objašnjava kako organizacija može da poveća efikasnost svojih napora pri razvoju proizvoda, tako što se prvo razmatra set potencijalnih projekata koji se mogi izvoditi, odlučuje se koji su projekti vrlo poželjni, a zatim se pokreće svaki projekat sa usmerenom misijom. U četvrtom poglavlju predstavljene su metode za identifikaciju sveobuhvatnog skupa potreba klijenata. Peto poglavlje predstavlja metodu za utvrđivanje specifikacija proizvoda. Može se pretpostaviti da su potrebe klijenata već dokumentovane, kao što je opisano u četvrtom poglavlju. Metoda koristi nekoliko jednostavnih informacionih sistema, sve što može da se napravi (konstruiše pomoću konvencionalnih softvera za tabelarni proračun.

Zadatak razvojnog tima je bio da razmotri alternativna konceptualna rešenja proizvoda za široke mase, nakon identifikovanja potreba klijenata i uspostavljanje ciljnih specifikacija

proizvoda, Ovim pitanjima je moralo se suoči šesto poglavlje. U sedmom poglavlju iskorišćen je određeni primer kako bi se predstavila metodologija selekcije koncepta, koja se bavi ovim i drugim pitanjima. U osmom poglavlju je obraćena, prvenstveno, pažnja na testiranje koje se vrši u fazi razvoja koncepta. Testovi mogu da se koriste kako bi se poboljšala prognoza tražnje, kada je razvoj proizvoda skoro završen, ali pre nego što se preduzeće obaveže na punu proizvodnju i puštanje proizvoda u opticaj. Arhitekura proizvoda je zadatak funkcionalnih elemenata u cilju proizvodnje fizičkih blokova proizvoda. U devetom poglavlju je bilo reči o zadatku uspostavljanja arhitekture proizvoda.

Deseto poglavlje uvodi inženjera i menadžera u industrijski dizajn (ID), i objašnjava kako se ID proces odvija u vezi sa drugim aktivnostima razvoja proizvoda. Konkretno, kroz ovo poglavlje bilo je reči o istorijskim perspektivama industrijskog dizaja i o radnim definicijama ID-a; o tipičnim ulaganjima u ID; o metodi za određivanje važnosti ID-a za određeni proizvod; o troškovima i dobitima od ulaganja u ID; o tome kako ID pomaže da se utvrdi identitet korporacije; o tome koje konkretne korake slede industrijski dizajneri tokom projektovanja proizvoda; o tome kako se proces industrijskog dizajna menja u skladu sa tipom proizvoda; kao i metodi za procenu kvaliteta napora ID-a za završen proizvod. U jedanaestom poglavlju je predstavljena i razjašnjena metoda dizajna za proizvodnju.

Dvanaesto poglavlje definiše prototip, objašnjava zašto se prototipovi prave, a onda predstavlja nekoliko praktičnih principa po pitanju prototipova. Poglavlje opisuje i metodu za planiranje prototipa pre nego što se izgrade. Trinaesto poglavlje predstavlja metodu za projektovanje i izvođenje eksperimenata za poboljšanje performansi proizvoda, čak i u prisustvu nekontrolisane varijacije. U kontekstu razvoja proizvoda, intelektualna svojina se odnosi na legalno zaštićene ideje, koncepte, imena, dizajne i procese u vezi sa novim proizvodom. Intelektualna svojina može biti jedna od najvrednijih imovina firme. Dakle, razvijeni su pravni mehanizmi za zaštitu intelektualne svojine pravih vlasnika. Ovi mehanizmi imaju za cilj da pruže podsticaj i nagrada za one koji stvaraju nove korisne pronalaske, dok u isto vreme podstiče širenje informacija za dugoročnu korist društva. Ovim se bavi četrnaesto poglavlje knjige.

Na kraju je prikazan spisak literature, s tim što treba napomenuti da je korišćena literatura prikazana na proizvoljan način, bez nekog specifičnog redosleda.

dr Slavko Pešić, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i dr Dejan Živković, vanredni profesor Univerziteta Singidunum u Beogradu pomogli su mi korisnim primedbama i sugestijama, koje su uputili tokom pisanja ove knjige, i ja koristim ovu priliku da im se još jednom zahvalim.

Beograd, januar 2011. godine *Dragan M. Cvetković*

Glava 1

Uvodni deo

Ekonomski uspeh većine firmi zavisi od njihove sposobnosti da identifikuju potrebe kupaca i da se brzo stvore proizvodi koji zadovoljavaju ove potrebe, s tim što treba napomenuti da je poželjno da budu proizvedeni po niskim cenama. Postizanje ovih ciljeva nije samo marketinški problem, niti je isključivo problem dizajna ili problem proizvodnje, to je problem razvoja proizvoda koji uključuje sve ove funkcije. Ova knjiga pruža skup metoda koje omogućavaju poboljšanje sposobnosti unakrsno funkcionalnih timova kako bi radili zajedno na razvoju proizvoda.

Proizvod je nešto što preduzeće prodaje svojim klijentima. Razvoj proizvoda je skup aktivnosti koje počinju sa percepcijom prilika na tržištu i završavaju se sa proizvodnjom, prodajom i isporukom proizvoda. Iako veći deo ove knjige može da se primeni u razvoju bilo kog proizvoda, primeri su fokusirani na proizvode koji su već projektovani i izrađeni.



Slika 1.1. *Boing 777, nova "Buba", roleri, šrafcigeri i štampač*

Slika 1.1 prikazuje nekoliko primera proizvoda iz ove kategorije. Fokusiranjem na ovakve proizvode knjiga je manje primenljiva za razvoj(e) proizvoda, kao što su benzin, najlon i papir. Zbog fokusiranja na fizičke proizvode, ovde se ne ističu specifični problemi koji su uključeni u razvoj usluga ili softver. Čak i uz ova ograničenja, predstavljene metode mogu da se primene na širok spektar proizvoda, uključujući, na primer, potrošačku elektroniku, sportsku opremu, naučne instrumente, mašine i medicinske uređaje.

Cilj ove knjige je da ukaže na jasan i detaljan način skup metoda za razvoja proizvoda koje imaju za cilj da okupe (udruže) marketing, dizajn i proizvodne funkcije preduzeća.

1.1. Karakteristike uspešnog razvoja proizvoda

Iz perspektive investitora, uspešni razvoj rezultira proizvodima koji se mogu proizvesti, prodati i gde preduzeće može profitirati, a rentabilnost je vrlo teško proceniti brzo i direktno. Pored mnogo paramatera postoji još pet specifičnih kriterijuma, koji se odnose na dobit, i ti kriterijumi se najčešće koriste za procenu performansi napora razvoja proizvoda:

- **Kvalitet proizvoda**. Koliko je dobar proizvod koji je rezultat napornog razvoja? Da li zadovoljava potrebe kupca? Da li je robustan i pouzdan? Kvalitet proizvoda, na kraju, se ogleda na tržištu i preko cena koje su korisnici spremni da plate.

- **Proizvodna cena**. Šta je proizvodna cena? Ova cena uključuje potrošnju za nabavku i upotrebu opreme i alata, kao i rastuće troškove proizvodnje svakog pojedinačnog proizvoda. Proizvodna cene određuje koliko profita ostvaruje firma kada se radi o prodaji velikog obima i kada se radi o pojedinačnoj prodaji.

- **Vreme potrebno za razvoj**. Koliko brzo tim može da završi kompletan razvoj proizvoda? Vreme potrebno za razvoj određuje kako reaguje firma po pitanju konkurentnosti i tehnološkog razvoja, kao i koliko brzo može da "vrati" uložena sredstva u razvoj.

- **Cena razvoja**. Koliko firma treba da potroši da razvije proizvod? Cena razvoja predstavlja, obično, značajan deo ulaganja koji je potreban radi postizanja profita.

- **Razvojne sposobnosti**. Da li su tim i bolje firme u stanju da razviju buduće proizvode kao rezultat njihovog iskustva sa prethodnim razvojnim projektima proizvoda? Razvojne sposobnosti su imovina preduzeća i mogu da se koriste kako bi razvoj proizvoda bio efikasniji i ekonomski isplativ u budućnosti.

Visoke performanse, uz gore navedenih pet kriterijuma, bi trebalo da na kraju dovedu do ekonomskog uspeha, međutim, performanse ostalih kriterijuma mogu da budu, takođe važne. Ovi kriterijumi proizilaze iz interesa ostalih učesnika u preduzeću, uključujući i članove razvojnog tima, ostalih zaposlenih, kao i zajednice u kojoj je proizveden proizvod. Članovi razvojnog tima mogu biti zainteresovani za stvaranje uzbudljivog proizvoda. Članovi zajednice u kojoj je proizveden proizvod mogu voditi računa o tome da li će i koliko dati proizvod otvoriti novih radnih mesta ili kakva će biti preraspodela unutar postojećih kapaciteta. I radnici u proizvodnji i korisnici proizvoda smatraju razvojni tim odgovornim

za visoke standarde bezbednosti, bez obzira da li su ovi standardi opravdani, na osnovu strogih pravila po pitanju profitabilnosti. Drugi pojedinci, koji nemaju i ne moraju da imaju direktne veze sa firmom ili proizvodom, mogu da zahtevaju da se poštuju pravila po pitanju ekoloških korišćenja resursa i stvaranja minimalnog otpada opasnim proizvodima.

1.2. Ko projektuje (dizajnira) i razvija proizvode?

Razvoj proizvoda je interdisciplinarna aktivnost i zahteva doprinos skoro svih funkcija (elemenata) firme. Trebalo bi posebno napomenuti da su tri funkcije skoro uvek centralni deo razvojnog projekta proizvoda:

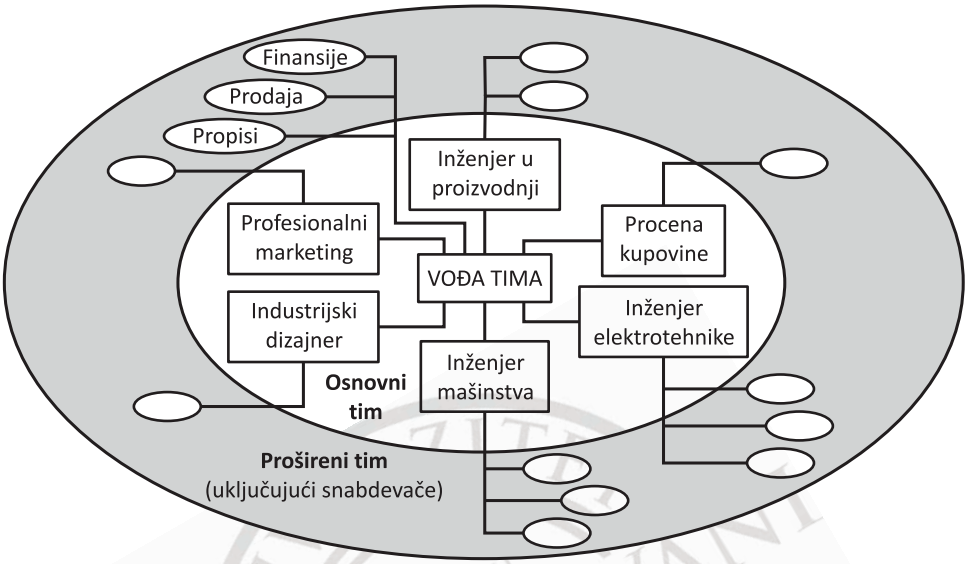
- **Marketing**. Funkcija marketinga je da posreduje u interakciji između firme i njenih klijenata. Marketing često olakšava identifikaciju mogućnosti proizvoda, definisanje tržišnih segmenata, kao i identifikovanje potreba potrošača. Marketing je, obično, organizovan za komunikaciju između firme i njenih korisnika, da postavlja završne cene i da nadgleda "lansiranje" i promovisanje proizvoda.

- **Dizajn**. Funkcija dizajna igra vodeću ulogu u definisanju fizičkih oblika proizvoda kako bi se, na najbolji način, zadovoljile potrebe klijenata. U tom kontekstu, funkcije dizajna uključuju projektovanje (mašinsko, elektro, softver itd.) i industrijski dizajn (estetika, ergonomija, korisnički interfejsi).

- **Proizvodnja**. Funkcija proizvodnje je prvenstveno odgovorna za dizajniranje, rad i/ili koordinaciju sistema proizvodnje kako bi se napravili proizvodi. Široko definisana, funkcija proizvodnje, takođe, često uključuje nabavku, distribuciju i instalaciju. Ova zbirka aktivnosti se ponekad naziva `lanac snabdevanja`.

Različiti pojedinci unutar tih funkcija često imaju određene obuke u oblastima kao što su istraživanje tržišta, mašinstvo, elektrotehnika, nauka o materijalima, odnosno o proizvodnim operacijama. Nekoliko drugih funkcija, uključujući finansije i prodaju, često su uključeni u osnovni razvoj novih proizvoda. Iza ovih širokih funkcionalnih kategorija, poseban sastav razvojnog tima zavisi od određene karakteristike proizvoda.

Nekoliko proizvoda su razvijeni od strane pojedinca. Grupa pojedinaca koja razvija proizvod kreira `projektni tim`. Ovaj tim, obično, ima jednog vođu tima, koji bi mogao biti "izvučen" iz bilo koje funkcije preduzeća. Tim može da se posmatra kao da se sastoji od `osnovnog tima` i `proširenog tima`. Kako bi radili efikasno zajedno, osnovni tim, obično, ostaje dovoljno mali da može da se sastane u konferencijskoj sali, dok se prošireni tim može sastojati od desetina, stotina ili čak nekoliko hiljada drugih članova. Iako je termin `tim` neprikladan za grupu od nekoliko hiljada članova, reč se često koristi u ovom kontekstu kako bi se naglasio zajednički – grupni rad ka zajedničkom cilju. U većini slučajeva, tim unutar firme će biti podržan od strane pojedinaca ili timova u partnerskim kompanijama, dobavljačima i konsultantskim firmama. Ponekad, kao što je slučaj sa razvojem novog aviona, broj eksternih članova tima može biti čak i veći od tima u okviru kompanije, čije ime će se pojaviti na finalnom proizvodu. Sastav tima za razvoj jednostavnijih elektromehaničkih proizvoda prikazan je na slici 1.2.



Slika 1.2. *Sastav tima za razvoj jednostavnijih elektromehaničkih proizvoda*

Kroz ovu knjigu izvršena je pretpostavka da se tim (ekipa) nalazi u okviru firme. U stvari, profitna proizvodna kompanija je najčešći institucionalni ambijent za razvoj proizvoda, ali i druge postavke su moguće. Razvojni timovi proizvoda ponekad rade u konsultantskim firmama, na univerzitetima, vladinim agencijama i neprofitnim organizacijama.

1.3. Trajanje i cena razvoja proizvoda

Većina ljudi, bez iskustva u razvoju proizvoda, je zapanjena koliko je vremena i novca potrebno da se razvije novi proizvod. Realnost je da će veoma mali broj proizvoda biti razvijeni za manje od 1 godine, mnogi zahtevaju od 3 do 5 godina, a kod nekih to može da potraje i 10 godina. Slika 1.1 pokazuje pet projektovanih proizvoda, dok je na slici 1.3 tabela prikazuje određene parametre pri razvoju pomenutih proizvoda.

	Šrafciger	Roleri	*HP DeskJet*	VW "Buba"	*Boeing 777*
Godišnja proizvodnja	100.000	100.000	4.000.000	100.000	50
Životni vek	40 god.	3 god.	2 god.	6 god.	30 god.
Pojedinačna cena	6$	200$	130$	20.000$	200.000.000$
Broj delova	3	35	200	10.000	130.000
Razvojno vreme	1 god.	2 god.	1,5 god.	3,5 god.	4,5 god.
Interni razvojni tim	3	5	100	800	6.800
Eksterni razvojni tim	3	10	75	800	10.000
Cena razvoja	150.000$	750.000$	50.000.000$	400.000.000$	3.000.000.000$
Ulaganje u proizvodnju	150.000$	1.000.000$	25.000.000$	500.000.000$	3.000.000.000$

Slika 1.3. *Određeni parametri pri razvoju proizvoda (sve vrednosti su približne)*

Troškovi razvoja proizvoda su otprilike proporcionalni broju ljudi unutar projektnog tima i trajanju projekta. Osim troškova za razvoj, firma će gotovo uvek imati neke investicije u alate i opremu koji su potrebni za proizvodnju. Ovaj račun je često veći od ostatka budžeta za razvoj proizvoda, međutim, ponekad je korisno da se misli o ovim troškovima kao delom fiksnih troškova proizvodnje. Na slici 1.3 ova proizvodna investicija je navedena zajedno sa razvojem rashoda.

1.4. Izazovi pri razvoju proizvoda

Razvijanje odličnih proizvoda je teško. Samo nekoliko firmi su veoma uspešne kada je reč o ovome. Ove kvote predstavljaju značajan izazov za tim za razvoj proizvoda. Neke od karakteristika koje cine razvoj proizvoda izazovnim su:

- **Kompromis**. Avion može biti lakši, ali ova akcija će verovatno povećati cenu proizvodnje. Jedan od najtežih aspekata razvoja proizvoda je prepoznavanje, razumevanje i upravljanje takvim kompromisima na način koji će povećati uspeh proizvoda.
- **Dinamika**. Tehnologije se poboljšavaju, razvijaju se korisnička podešavanja, konkurenti uvode nove proizvode i dešavaju se stalne promene u makroekonomskom okruženju. Odlučivanja u okruženju stalnih promena je težak zadatak.
- **Detalji**. Izbor između upotrebe šrafova ili brzih "žabica" u kućište računara može imati ekonomske implikacije od nekoliko miliona dolara. Razvoj jednostavnijih proizvoda (skromne složenosti) mogu da zahtevaju hiljade takvih odluka.
- **Vremenska ograničenja**. Bilo kojim od ovih problema može se lako upravljati, samo po sebi, samo ako ima dovoljno vremena. Trebalo bi napomenuti da odluke pri razvoju proizvoda moraju, obično, da se donose brzo i bez potpune informacije.
- **Ekonomija**. Razvoj, proizvodnja i marketing novog proizvoda zahtevaju velike investicije. Da bi se zaradio razuman povraćaj ovih investicija, dobijeni proizvod mora biti i privlačan korisnicima i relativno jeftin za proizvodnju.

Za mnoge ljude, razvoj proizvoda je interesantan upravo zato što je izazovan. Za druge, nekoliko suštinskih atributa takođe doprinosi da bude po ukusu:

- **Stvaranje**. Razvoj proizvoda proces počinje sa idejom i završava sa proizvodnjom fizičkih artefakata. Kada se gleda, kako u celini tako i na nivou pojedinih aktivnosti, proces razvoja proizvoda je intenzivno kreativan.
- **Zadovoljenje društvenih i individualnih potreba**. Svi proizvodi su usmereni na zadovoljavanje potreba za nekom vrstom. Pojedinci zainteresovani za razvoj novih proizvoda će gotovo uvek naći institucionalne postavke u kojima se može razviti proizvod na zadovoljavajući način za ono što oni smatraju važnim potrebama.
- **Različitost timova**. Uspešan razvoj zahteva mnogo različitih veština i talenata. Kao rezultat toga, razvojni timovi uključuju ljude sa širokim spektrom različitih treninga, iskustva, perspektive i ličnosti.

- **Timski duh**. Timovi za razvoj proizvoda često su visoko motivisani i predstavljaju kooperativnu grupu. Članovi tima mogu biti raspoređeni tako da oni mogu usredsrediti svoju energiju na stvaranje kolektivnih proizvoda. Ova situacija može dovesti do trajnih drugarstava među članovima tima.



Slika 1.4. *Proizvodni pogoni kompanije Boeing – izrada aviona Boeing 777*

Glava 2

Procesi razvoja i organizovanje

Ako se pogleda kako izgleda kuglana, očigledno je da je reč o složenom objektu sa mnogo opreme i specifičnim elementima – staze, tribine, automat za spuštanje i nameštanje čunjeva, oprema za vraćanje kugle, oprema za beleženje rezultata i pokretanje nove igre, i slično. Na slici 2.1 prikazane su neke klasične kuglane.



Slika 2.1. *Kuglana i neki od pratećih elemenata*

Ako se postavi pitanje dobro definisanog procesa razvoja proizvoda i ako treba predložiti organizaciju razvoja proizvoda kako bi vlasnici kuglana bili konkurentni i efikasni, dolazi

se do zaključka da to nije ni malo naivno pitanje. Neka od pitanja sa kojima bi se trebalo suočiti su:

- Da li postoji standardni razvojni proces koji će raditi za svaku firmu?
- Kakvu ulogu stručnjaci iz različitih funkcionalnih područja imaju u procesu razvoja?
- Šta bi trebalo iskoristiti kako bi se ukupan proces razvoja podelio u faze?
- Ako se razvojna organizacija podeli u grupe, da li će se podeliti u grupe koje odgovaraju projektima ili funkcijama razvoj?

Ovo poglavlje može da pomogne da se odgovori na ova i srodna pitanja predstavljanjem generičkog procesa razvoja i pokazivanjem kako se ovaj proces može prilagoditi kako bi zadovoljio potrebe u pojedinim industrijskim situacijama. Naglašene su aktivnosti i doprinos različitih funkcija preduzeća u svakoj fazi razvojnog procesa. U ovom poglavlju biće reči i o tome šta čini proizvod za razvojnu organizaciju i zašto su različite vrste organizacija prikladne za različita podešavanja.

2.1. Generički proces razvoja

Proces predstavlja niz koraka da se transformiše skup ulaza u skup rezultata. Veći deo ljudi je upoznata sa idejom o fizičkim procesima, kao što su oni koji se koriste za pečenje jednog kolača ili sklapanje automobila. Proces razvoja proizvoda je redosled koraka ili aktivnosti koje preduzeće koristi da osmisli, dizajnira i komercijalizuje proizvod. Mnogi od ovih koraka i aktivnosti su intelektualne i organizacione, a ne fizičke. Neke organizacije definišu i prate precizno i detaljno proces razvoja, dok druge organizacije nisu u stanju da opišu svoje procese. Pored toga, svaka organizacija upotrebljava proces koji se bar malo razlikuje od svake druge organizacije. U stvari, isto preduzeće može da sledi različite procese za svaki od nekoliko različitih tipova razvojnih projekata.

Dobro definisan razvojni proces je koristan iz sledećih razloga:

- **Osiguranja kvaliteta**. Proces razvoja navodi faze razvoja projekta koje treba proći i koje treba kontrolisati. Kada se ove faze i kontrolne tačke izaberu mudro, praćenje razvoja procesa je jedan od načina obezbeđivanja kvaliteta završnih proizvoda.
- **Koordinacija**. Jasno deklarisan proces razvoja deluje kao plan koji definiše ulogu svakog od igrača razvojnog tima. Ovaj plan obaveštava članove tima kada će njihov doprinos biti potreban i sa kim će oni morati da razmene informacije i materijale.
- **Planiranje**. Razvojni proces sadrži prirodne događaje koji odgovaraju završetku svake faze. Vreme ovih faza se usklađuje sa rasporedom sveukupnog razvoja projekta.
- **Upravljanje**. Proces razvoja je reper za procenu performansi permanentnog razvoja. Poređenjem aktuelnih događanja u procesu osnivanja, menadžer može da identifikuje moguće oblasti problema.

- **Poboljšanje**. Pažljivo dokumentovanje procesa razvoja organizacije često pomaže da se identifikuju mogućnosti za poboljšanje.

Faza 0: Planiranje	Faza 1: Razvoj koncepta	Faza 2: Dizajn po nivoima sistema	Faza 3: Dizajn detalja	Faza 4: Testiranje i podešavanja	Faza 5: Uključenje proizvodnje
Marketing - Definisanje prilike na tržištu - Definisanje delova tržišta	- Kolekcija želja potrošača - Identifikovanje glavnih potrošača - Identifikovanje konkurentskih proizvoda	- Razvoj plana za proizvodnju i za proširenu familiju proizvoda - Podesiti krajnju cenu proizvoda	- Razvoj marketinškog plana	- Razvoj promocije i lansiranje materijala - Olakšavanje testiranja na terenu	- Postavljanje rane proizvodnje sa ključnim mušterijama
Dizajn - Razmatranje proizvodnih platformi i arhitekture - Procena novih tehnologija	- Ispitati izvodljivost koncepta proizvoda - Razvoj koncepta industrijskog dizajna - Izgradnja i testiranje eksperimentalnih prototipova	- Generisanje alternativnih proizvodnih arhitektura - Definisanje glavnih podsistema i interfejsa - Pročišćavanje industrijskog dizajna	- Definisanje geometrije dela - Izbor materijala - Dodeljivanje tolerancija - Kompletiranje kontrolne dokumentacije za industrijski dizajn	- Testiranje pouzdanosti - Životni vek - Testiranje performansi - Pribavljanje regulatornih odobrenja - Implementacija promena u dizajnu	- Procena prvih proizvedenih delova
Proizvodnja - Identifikovanje proizvodnih ograničenja - Definisanje strategije lanaca snabdevanja	- Procena cene proizvodnje - Procena izvodljivosti proizvodnje	- Identifikovanje dobavljača za ključne komponente - Analiza kupovine i potražnje - Definisanje konačne šeme montaže - Definisanje troškova	- Definisanje proizvodnog procesa delova - Projektovanje alata - Definisanje kvaliteta procesa - Početak nabavke glavnih alata	- Olakšavanje uključenje dobavljača - Pročišćavanje procesa izrade i montaže - Procena radne snage - Pročišćavanje kvaliteta procesa	- Početak rada čitavog sistema proizvodnje
Ostale funkcije - Istraživanje: Demonstracija raspoloživih tehnologija - Finansije: Obezbediti planirane ciljeve - Opšti menadžment: Izdvojiti projekat o resursima	- Finansije: Omogućiti ekonomske analize - Pravna regulativa: Ispitati pitanje patenata	- Finansije: Analiza kupovine i potražnje - Usluge: Identifikovati uslužna pitanja		- Prodaja: Razviti plan prodaje	

Slika 2.2. *Generički proces razvoja prikazan u šest faza*

Generički proces razvoja proizvoda se sastoji od šest faza, kao što je ilustrovano na slici 2.2. Proces počinje sa fazom planiranja, što je veza (link) ka naprednim istraživačkim aktivnostima i razvoju tehnologije. Izlaz faze planiranja je misija ovog projekta, koji je ulaz potreban da bi se započela faza razvoja koncepta i koji služi kao vodič za razvojni

tim. Zaključak procesa razvoja proizvoda je "lansiranje" proizvoda, kada proizvod postane dostupan za kupovinu na tržištu.

Jedan od načina za razmišljanje o procesu razvoju je da se to tretira kao početak stvaranja širokog skupa alternativnih koncepata proizvoda, a zatim kasnije kao sužavanje mogućnosti i povećanje proizvodnih specifikacija do krajnjeg proizvoda, koji može pouzdano da se proizvede unutar proizvodnog sistema. Trebalo bi imati na umu da je većina faza razvoja definisana u odnosu na stanje proizvoda, iako se proces proizvodnje i marketinški planovi, između ostalih materijalnih rezultata, takođe, razvijaju kako napreduje i razvoj.

Drugi način razmišljanja o razvoju procesu je takav da to predstavlja informaciono-obradni sistem. Proces počinje sa ulazom, kao što su korporativni ciljevi i mogućnosti dostupnih tehnologija, proizvodnih platformi i sistema za proizvodnju. Različite aktivnosti razvijaju protok informacija, formulisanje specifikacija, koncepata i dizajna detalja. Dati proces se završava kada su sve informacije, potrebne za podršku za proizvodnju i prodaju, napravljene i razmenjene.

Treći način razmišljanja o razvoju procesa je da to predstavlja sistem upravljanja rizikom. U ranim fazama razvoja proizvoda, razni rizici su identifikovani i sortirani po važnosti. Kako proces napreduje, rizici se smanjuju, eliminišu se kao ključne neizvesnosti i funkcije proizvoda su potvrđene. Kada je proces završen, tim bi trebalo da ima značajno poverenje da će proizvodi raditi ispravno i da će biti dobro primljeni od strane tržišta.

Slika 2.2, takođe, identifikuje ključne aktivnosti i odgovornosti različitih funkcija organizacije tokom svake faze razvoja. Zbog njihovog stalnog uključivanja u proces, povezane su uloge marketinga, dizajna i proizvodnje. Predstavnici drugih funkcija, kao što su istraživanje, finansije, terenska služba i prodaja, takođe, igraju ključnu ulogu u određenim tačkama u tom procesu.

Šest faza generičkog procesa razvoja su:

- **Faza 0: Planiranje**. Planiranje aktivnosti često se pominje kao "nulta faza", jer prethodi odobrenju projekta i početku stvarnog procesa razvoja proizvoda. Ova faza počinje sa korporativnom strategijom i obuhvata procenu tehnologije i razvoj tržišnih ciljeva. Izlaz faze planiranja je projekat koji specificira ciljno tržište za proizvod, poslovne ciljeve, ključne pretpostavke i ograničenja.

- **Faza 1: Razvoj koncepta**. U fazi razvoja koncepta potrebe ciljnog tržišta su identifikovane, alternativni koncepti proizvoda su generisani i vrednovani, i jedan ili više koncepata su odabrani za dalji razvoj i testiranje. Koncept je opis forme, funkcije i karakteristike proizvoda i obično prati skup specifikacija, analiza konkurentnih proizvoda, kao i ekonomska opravdanost projekta.

- **Faza 2: Dizajn po nivoima sistema**. Dizajn na nivou sistema uključuje definiciju arhitekture proizvoda i razlaganje proizvoda u podsisteme i komponente. Završna šema montaže za proizvodni sistem se obično definiše u ovoj fazi, što je dobro. Izlaz ove faze obično uključuje geometrijski raspored proizvoda, funkcionalnu specifikaciju svakog od podsistema proizvoda, a preliminarni postupak dijagram toka za finalne procese montaže.

- **Faza 3: Dizajn detalja**. Faza dizajna detalja uključuje kompletnu specifikaciju geometrije, materijala i tolerancije svih delova u jedinstven proizvod i identifikaciju svih standardnih delova, kako bi se kupili od dobavljača. Plan procesa je krieran i alati su dizajniran za svaki deo kako bi mogli da budu proizvedeni u okviru proizvodnog sistema. Izlaz ove faze je `kontrolna dokumentacije` za proizvod – crteži ili računarske datoteke koji opisuju geometriju svakog dela i alata za proizvodnju, specifikacije delova koje treba kupiti, a planovi procese za proizvodnju i montažu proizvoda. Dva kritična pitanja upućena u fazi projektovanja detalja su troškovi proizvodnje i performanse.

- **Faza 4: Testiranje i podešavanje**. Faza ispitivanja i dorade obuhvata izgradnju i procenu fabričkih višestrukih verzija proizvoda. Rani (`alfa`) prototipovi su obično izgrađeni sa namerom da se proizvode pomoću delova sa istom geometrijom i karakteristikama materijala kao što je predviđeno za tu proizvodnu verziju proizvoda, ali nije nužno da se obavlja pomoću aktuelnih procesa koji će se koristiti u proizvodnji. Alfa prototipovi se testiraju da bi se utvrdilo da li će proizvod raditi kako je dizajniran i kako je predviđeno, i da li proizvod zadovoljava ključne potrebe klijenata. Kasniji (`beta`) prototipovi su obično izgrađeni sa delovima koji su dobijeni namenjenim proizvodnim procesima, ali ne mogu biti sastavljeni pomoću namenjenog procesa završne montaže. Beta prototipovi se intenzivno procenjuju interno, a takođe se testiraju i od strane kupaca u sopstvenom okruženju. Cilj beta prototipa je, obično, da odgovori na pitanja o performansama i pouzdanosti u cilju identifikovanja potrebnih inženjerskih promena za finalni proizvod.

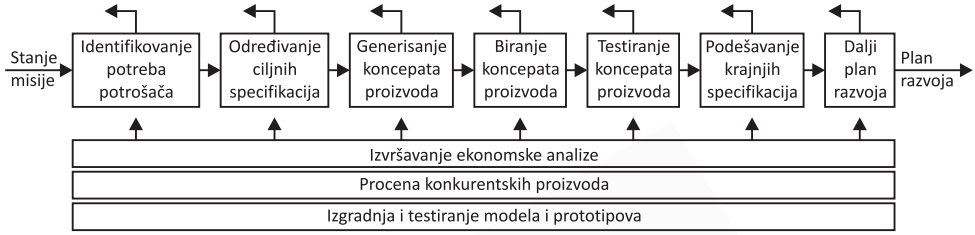
- **Faza 5: Uključenje proizvodnje**. U fazi uključenja proizvodnje proizvod je napravljen korišćenjem namenjenih proizvodnih sistema. Svrha uključenja je da obučava radnu snagu i da pronalaze sve preostale probleme u proizvodnim procesima. Proizvodi izrađeni u ovoj fazi se, ponekad, isporučuju klijentima i pažljivo se procenjuju kako bi se identifikovali preostali nedostaci. Tranzicija od uključenja proizvodnje do same proizvodnje je, obiho, postepena. U nekom trenutku u ovoj tranziciji, proizvod je "lansiran" i postaje dostupan za široku distribuciju.

2.2. Koncept razvoja – početni i krajnji elementi procesa

Budući da faza razvoja koncepta razvojnog procesa zahteva možda i više koordinacije između funkcija nego bilo koja druga, mnoge integrativne metode razvoja su ovde koncentrisane. U ovom delu će se proširiti faza razvoja koncepta nečim što se naziva `front-end` (`F-E`) proces. `F-E` proces obično sadrži mnoge povezane aktivnosti, poređane otprilike kao što je prikazano na slici 2.3.

Retko se čitav proces nastavlja na čisto sekvencijalan način, tj. da se završi svaka aktivnost pre početka naredne. U praksi, `F-E` aktivnosti mogu biti preklopljene u vremenu i iteracije su često potrebne. Isprekidane linije na slici 2.3 odražavaju neizvesnu prirodu napretka u razvoju proizvoda. U gotovo svakoj fazi, nove informacije mogu biti na raspolaganju

ili odgovarajući rezultati, što može izazvati da tim krene korak unazad kako bi ponovio ranije aktivnosti pre nego što se nastavi dalje. Ovo ponavljanje nominalno kompletnih aktivnosti je poznato kao `iteracije razvoja`.



Slika 2.3. *Mnoge F-E aktivnosti koje su obuhvaćene tokom razvojne faze koncepta*

Razvoj koncepta obuhvata sledeće aktivnosti:

- **Identifikovanje potreba kupaca**. Cilj ove aktivnosti je da se razumeju potrebe klijenata i da efikasno komuniciraju sa razvojnim timom. Rezultat ovog koraka je skup pažljivo struktuiranih izjava kupaca o njihovim potrebama, organizovanih u hijerarhijskoj listi, sa težinskim značajem za mnoge ili sve potrebe.

- **Određivanje ciljnih specifikacija**. Tehničke karakteristike pružaju precizan opis onoga šta proizvod treba da radi. One su prevod potrebe kupaca u tehničkom smislu. Ciljne specifikacije su postavljene rano u procesu i predstavljaju želje razvojnog tima. Kasnije ove specifikacije se podešavaju da budu u skladu sa ograničenjima koje nameće izbor tima za koncept proizvoda. Izlaz ove faze je lista ciljnih specifikacija.

- **Generisanje koncepata proizvoda**. Cilj generisanja koncepta je da se temeljno istraži prostor koncepata proizvoda koji se može odraziti na potrebe klijenata. Generisanje koncepta uključuje mešavinu spoljnih pretraživanja, kreativno rešavanje problema u timu, kao i sistematsko istraživanje različitih fragmenata rešenja koje tim generiše. Rezultat ove aktivnosti je, obično, skup od 10 do 20 koncepata, gde je svaki predstavljen skicom i kratkim opisnim tekstom.

- **Biranje koncepata proizvoda**. Izbor koncepta predstavlja aktivnost u kojima su različiti koncepti proizvoda redom analizirani i sekvencijalno kako bi se identifikovali najviše obećavajući koncept(i). Proces, obično, zahteva nekoliko iteracija i može da pokrene dodatno generisanje koncepta i preciziranje.

- **Testiranje koncepata proizvoda**. Jedan ili više koncepata se zatim testiraju da bi se proverilo da li su potrebe klijenata ispunjene, procene potencijala proizvoda na tržištu i da utvrde eventualne nedostatke koji se moraju otkloniti u toku daljeg razvoja. Ako je odgovor kupca loš, projekat se može obustaviti ili neke ranije aktivnosti mogu da se ponove po potrebi.

- **Podešavanje krajnjih specifikacija**. Vrši se revizija ciljnih specifikacija, definisanih ranije, još jednom, kada je koncept odabran i testiran. U ovom trenutku, tim mora da se posveti određenim vrednostima merenja koja odražavaju ograničenja koncepta

proizvoda, ograničenja identifikovana kroz tehničko modelovanje, kao i da se napravi kompromis između cene i performansi.

- **Dalji plan razvoja**. U ovoj završnoj aktivnosti razvoja koncepta, tim stvara detaljnu razradu rasporeda, razvija strategiju da minimizira vreme razvoja, identifikuje i sredstva potrebna za dovršenje projekta. Glavni rezultati F-E aktivnosti mogu da figurišu u ugovoru koji sadrži stanje projekta, potreba kupaca, detalje o izabranom konceptu, specifikacije proizvoda, ekonomsku analizu proizvoda, raspored razvoja, osoblje koje učestvuje u projektiu i budžet. Ugovor služi da se dokumentuje sporazum između tima i rukovodstva preduzeća.

- **Ekonomska analiza**. Tim, često uz podršku finansijskog analitičara, gradi ekonomski model za novi proizvod. Ovaj model se koristi da se opravda nastavak sveukupnog razvoja programa i da reši određene kompromise između, na primer, troškova razvoja i troškova proizvodnje. Ekonomska analiza se prikazuje kao jedna od tekućih aktivnosti u fazi razvoja koncepta. Početna ekonomska analiza će, skoro, uvek biti izvedena pre nego što projekat i počne, a ova analiza se ažurira sve više kako informacije postaju dostupna.

- **Ispitivanje konkurentskih proizvoda**. Shvatanje konkurentskih proizvoda je od suštinske važnosti za uspešno pozicioniranje novog proizvoda i može da pruži bogat izvor ideja za proizvod i proizvodni proces dizajna. Procena konkurentskih proizvoda se izvodi uz podršku mnogih F-E aktivnosti.

- **Modelovanje i izrada prototipa**. Svaka faza razvoja koncepta obuhvata različite oblike modela i prototipova. Ovo može da obuhvati, između ostalog: rane modele za dokazivanje koncepta koji pomažu razvojnom timu da se pokaže izvodljivost, modele koji pokazuju samo formu (oblik) koji mogu biti prikazani klijentima da procene ergonomiju i stil, modele u obliku tabelarnih proračuna koji odražavaju tehničke kompromise i eksperimentalna testiranja modela, koji se mogu koristiti da bi se podesili parametre za dizajniranje boljih performansi.

2.3. Prilagođavanje generičkog procesa razvoja proizvoda

Razvojni proces opisan na slikama 2.2 i 2.3 je generički, a pojedinačni procesi će se razlikovati u skladu sa jedinstvenim kontekstom firme. Generički proces je proces koji najviše voli da se se koristi u situacijama gde tržište diktira neke stvari: firma počinje razvoj proizvoda kako bi ga plasirala na tržištu i zatim ga koristi, bez obzira na tehnologiju koja firmi stoji na raspolaganju, kako bi se zadovoljile potrebe tržišta (tj. tršište "vuče" odluke po pitanju razvoja). Pored procesa koje diktira samo tržište, navedenih na slikama 2.2 i 2.3, nekoliko varijanti je zajedničko i utiču na sledeće: tehnologija "gura" proizvode (razvoj proizvoda je posledica primene nove tehnologije), platforme proizvoda, prilagođene proizvode, visoko rizične proizvode, proizvode koji se mogu brzo izraditi, kao i na složene sisteme. Svaka od ovih situacija je opisana u nastavku.

Tip procesa	Opis	Kriterijumi za razlikovanje	Primeri
Opšti proizvodi	Tim počinje sa prilikama na tržištu i bira odgovarajuće tehnologije da bi zadovoljile potrebe klijenata.	Proces obično uključuje različita planiranja, razvoj koncepta, dizajn po nivoima sistema, dizajniranje detalja, testiranje i podešavanje, kao i početnu fazu proizvodnje.	Sportska oprema, nameštaj, alat
Tehnologija "gura" proizvode	Tim počinje sa novom tehnologijom, a onda pronalazi odgovarajuću tehnologiju.	Faza planiranja uključuje podudaranje tehnologije i tržišta. Razvoj koncepta predstavlja date tehnologije.	Odeća za kišu, koverte
Proizvodne platforme	Tim predpostavlja da će proizvod biti izgrađen pomoću postojećeg tehnološkog podsistema.	Razvoj koncepta pretpostavlja dokazanu tehnološku platformu	Potrošačka elektronika, računari, štampači
Proces intenzivnih proizvoda	Karakteristike proizvoda su ograničene od strane proizvodnog procesa	Ili navedeni proces mora da bude naveden od samog početka, ili i proizvod i proces moraju da se razvijaju od samog početka	Grickalice, žitarice za doručak, hemikalije, poluprovodnici
Prilagođeni proizvodi	Novi proizvodi su varijacije postojećih proizvoda	Sličnost projekata omogućava unapređen i visoko struktuiran proces razvoja	Motori, prekidači, baterije, kontejneri
Proizvodi visokog rizika	Tehničke ili marketinške neizvesnosti kreiraju visok rizik od neuspeha	Rizici se rano identifikuju i prate tokom celog procesa. Analiza i ispitivanje aktivnosti se odvijaju što je ranije moguće.	Farmacija, prostorni sistemi
Brza izrada proizvoda	Automatsko modelovanje i izrada prototipova omogućava mnogo ciklusa projektovanje-izgradnja-test	Glavni projekat i testiranje se ponavljaju nekoliko puta dok se proizvod ne završi na vreme ili ponestane budžetskih sredstava	Softver, mobilni telefoni
Kompleksni sistemi	Sistem mora da se dekomponuje u nekoliko podsistema i mnogo komponenti	Podsistemi i komponente su razvijeni od strane mnogih timova koji rade paralelno, a zatim sledi sistem integracije i provera valjanosti	Avioni, mlazni motori, automobili

Slika 2.4. *Varijante generičkog procesa razvoja proizvoda*

Karakteristike pomenutih situacija i posledica odstupanja od opšteg procesa sumirane su na slici 2.4, gde su prikazani tipovi procesa, odgovarajući opisi, kriterijumi za razlikovanje, kao i referentni primeri.

2.3.1. Razvoj proizvoda kao posledica primene nove tehnologije

U razvoju proizvoda kao posledice primene nove tehnologije, firma započinje novu tehnologiju i vrši potragu za odgovarajućim tržištem na kome se primenjuje ova tehnologija (u stvari, to je tehnologija koja "gura" razvoj). Mnoge uspešne tehnologije koje "guraju" proizvode uključuju osnovne materijale ili osnovne tehnologije procesa. To može biti zbog toga što su osnovni materijali i procesi raspoređeni u hiljadama aplikacija, i stoga postoji velika verovatnoća da nove i neobične karakteristike materijala i procesa mogu biti uparene sa odgovarajućom aplikacijom.

Generički procesa razvoja proizvoda može se koristiti sa manjim modifikacijama za tehnologiju koja "gura" ili "vuče" proizvod. Proces pomenute tehnologije započinje sa fazom planiranja, u kojoj je data tehnologija uparena sa prilikama na tržištu. Kada je došlo do ovog podudaranja, ostatak generičkih procesa razvoja može da se prati. Tim uključuje pretpostavku u projekat da će određene tehnologije biti sadržane u konceptualnom rešenju proizvoda koje razmatra tim. Iako su mnogi veoma uspešni proizvodi nastali kao posledica primene tehnologije koja "gura" razvoj, ovaj pristup može biti opasan. Ovaj proizvod će verovatno uspeti

1. ako preuzeta tehnologija nudi jasnu konkurentnu prednost ka zadovoljavanju potreba klijenata i

2. ako pogodne alternativne tehnologije nisu dostupne ili su veoma teško dostupne za konkurentne, koji bi hteli da ih iskoriste.

Rizik ovakve vrste projekta (razvoja) može, eventualno, da se minimizira imajući u vidu primenu šireg skupa koncepata, koji ne mora da se ugradi u nove tehnologije. Tako razvojni tim potvrđuje da je proizvod koji sadrži koncept nove tehnologije superioran u odnosu na alternative.

2.3.2. Razvoj proizvoda kao posledica primene postojeće tehnologije

Proizvodna platforma je izgrađen oko postojećeg tehnološkog podsistema (`tehnološka platforma`). Primeri takvih platformi su mehanizmi za premotavanje trake u Sony vokmenu, operativni sistem Apple Macintosh, kao i filmovi koji se koriste u Polaroid kamerama. Velike investicije se ulažu u razvoj ovih platformi, pa se svaki pokušaj pravi kako bu uključio u nekoliko različitih proizvoda. U izvesnom smislu, proizvodne platforme su su veoma slične tehnologijama koje "guraju" proizvode, gde tim pokušava da koncept proizvoda usaglasi sa određenom tehnologijom. Glavna razlika je u tome što je tehnološka platforma već pokazala svoju korisnost na tržištu izlascima u susret potrebama kupaca. Preduzeće može u mnogim slučajevima da pretpostavi da će tehnologija biti korisna u vezi tržišta. Proizvode zasnovane na tehnološkim platformama je mnogo jednostavnije razvijati, nego da se razvije tehnologija razvija od nule. Iz tog razloga, i zbog moguće podele troškova između nekoliko proizvoda, firma može da ponudi proizvodne platforme na tržištima jer ne može da opravda razvoj jedinstvene tehnologije.

2.3.3. Razvoj intenzivnih proizvoda

Primeri procesa za intenzivne proizvode uključuju poluprovodnike, hranu, hemikalije i papir. Za ove proizvode, mesta procesa proizvodnje strogo su ograničena na svojstva proizvoda, tako da dizajn proizvoda ne može biti odvojen, čak i kada je reč o fazi koncepta, od projektovanog procesa proizvodnje. U mnogim slučajevima, proces intenzivnih proizvoda pravi robu u vrlo velikim količinama, za razliku od diskretne roba.

U nekim slučajevima, novi proizvod i novi proces se istovremeno razvijaju. Na primer, kreiranje novog doručka od žitarica će zahtevati aktivnosti na razvoju i proizvoda i procesa. U drugim slučajevima, određeni postojeći procesa za izradu proizvoda se biraju unapred, tako da je i dizajn proizvoda ograničen mogućnostima ovog procesa. To može biti izrada novog papirnog proizvoda u određenoj fabrici papira ili novi poluprovodnički uređaj unutar postojećih pogona.

2.3.4. Prilagođeni proizvodi

Primeri prilagođenih proizvoda su prekidači, motori, baterije i kontejneri. Prilagođeni proizvodi su male varijacije standardnih konfiguracija i obično su razvijeni kao odgovor na specifične porudžbine od strane kupca. Razvoj specifičnih proizvoda se sastoji, najpre, od vrednosti dizajna promenljivih, kao što su fizičke dimenzije i materijali. Kada korisnik zahteva novi proizvod, firma izvršava strukturirano projektovanje i proces razvoja za stvaranje proizvoda, kako bi se zadovoljile potrebe kupca. Takve firme obično su stvorile vrlo detaljan proces razvoja koji uključuje i definisan redosled koraka sa struktuiran protok informacija (analogno procesu proizvodnje). Za prilagođene proizvode, generički proces se povećao detaljnim opisom specifičnih aktivnosti po pitanju informacija i same obrade, u svakoj od faza. Takvi razvojni procesi mogu da se sastoje od stotina pažljivo definisanih aktivnosti.

2.3.5. Proizvodi visokog rizika

Razvoj procesa proizvoda nosi sa sobom razne vrste rizika. Ovo uključuje `tehnički rizik` (Da li proizvod funkcioniše kako treba?), `tržišni rizik` (Da li su kupci zadovoljni šta tim razvija?), kao i `rizik budžeta i rasporeda` (Da li tim može da završi projekat na vreme i u okviru budžeta?). Proizvodi visokog rizika su oni koji podrazumevaju neuobičajeno velike neizvesnosti vezane za tehnologiju ili tržišta, tako da postoji značajan tehnički ili tržišni rizik. Generički razvojni proces proizvoda je modifikovan kako bi se suočio sa sitacijama visokih rizika preduzimanjem koraka za rešavanje najvećih rizika u ranim fazama razvoja proizvoda. To obično zahteva kompletiranje nekog dizajna i aktivnosti testiranja ranije u tom procesu. Na primer, kada postoji velika neizvesnost u vezi sa tim da li će klijenti prihvatiti novi proizvoda, koncept testiranje pomoću renderovanja ili izrade prototipa korisničkog interfejsa može da se uradi veoma rano u procesu, kako bi se smanjila nesigurnost na tržištu i rizik. Ako postoji visoka neizvesnost u vezi sa tehničkim performansama proizvoda, ima smisla graditi radne modele ključnih funkcija i testirati ih ranije u tom procesu. Višestruka rešenja mogu se ispitivati paralelno kako bi se osiguralo

da jedno od rešenja uspe. Pregledi dizajna moraju da procene nivoe rizika na redovnoj osnovi, uz očekivanje da se rizici smanjuju tokom vremena i da ne bude odloženi.

2.3.6. Razvoj "brzih" proizvoda

Za razvoj pojedinih proizvoda, kao što je softver i još mnogo proizvoda po pitanju elektronike, izgradnja i testiranje prototipova modela je postao takav brz proces koji može ciklus dizajn-gradnja-testiranje da ponavlja više puta. U stvari, timovi mogu da iskoriste prednosti brze iteracija da se postigne fleksibilniji i odgovorniji proces razvoja proizvoda. To se, ponekad, naziva `spiralni proces razvoja proizvoda`. Prateći koncept razvoja u ovom procesu, projektovanje u fazi po nivoima sistema podrazumeva razlaganje proizvoda po funkcijama velikih, srednjih i niskih prioriteta. Nakon toga, sledi nekoliko ciklusa aktivnosti po pitanju projektovanja, izgradnje, integracije i testiranja, počevši od stavke najvišeg prioriteta. Ovaj proces koristi prednosti ciklusa brze izrade prototipova, koristeći rezultat svakog ciklusa da bi se saznalo kako da se izmene prioriteti za naredni ciklus. Kupci mogu čak da budu uključeni u proces testiranja posle jednog ili više ciklusa. Kada istekne predviđeni vreme ili kada ponestane budžetskih sredstava, obično su sve funkcije velikih i srednjih prioriteta ugrađene u razvoj proizvoda, dok funkcije niskih prioriteta mogu biti izostavljene do sledeće generacije proizvoda.

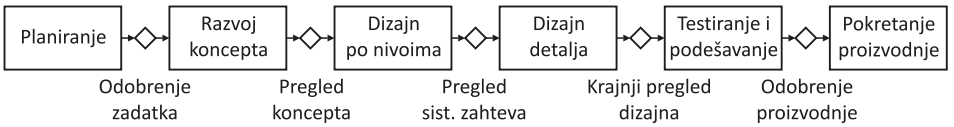
2.3.7. Kompleksni sistemi

Veći proizvodi kao što su automobili i avioni su složeni sistemi sačinjeni od mnogih interakcija podsistema i komponenti. Kada se razvija složeni sistem, izmene generičkog procesa razvoja proizvoda utiču na mnoga pitanja vezana za nivoe sistema. Faza razvoja koncepta razmatra arhitekturu čitavog sistema, kao i što višestruka arhitektura može razmatra koncepte za ukupan sistem. Faza projektovanja po nivoima sistema postaje kritična. Tokom ove faze, sistem je raslojen na podsisteme, a ovi dalje na komponente. Timovi se dodeljuju za razvoj svake komponentu. Dodatne ekipe se dodeljuju za poseban izazov integrisanja komponenti u podsisteme, a nakon toga, integrisanja podsistema u ceo sistem.

Dizajn detalja komponenti je paralelni proces u kojem mnogi razvojni timovi rade odjednom, obično odvojeno. Upravljanje mrežom interakcija preko komponenti i podsistema je zadatak za stručnjake sistemskog inženjeringa mnogih vrsta. Faza testiranja i podešavanja obuhvata ne samo integraciju sistema, nego i testiranje i validaciju na svim nivoima.

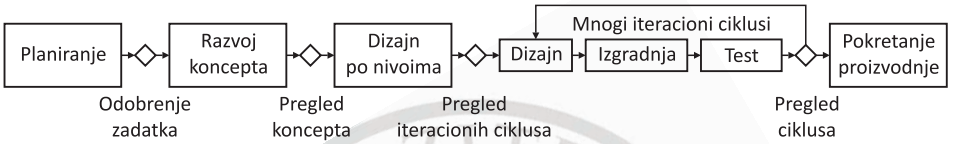
2.4. Tokovi procesa razvoja proizvoda

Proces razvoja proizvoda obično sledi strukturisan tok aktivnosti i protoka informacija. To omogućava da se crtanjem `dijagrama tokova` ilustruju procesi, kao što je prikazano na slikama 2.5, 2.6 i 2.7. Generički dijagram toka (blok dijagram) prikazuje proces koji se koristi za razvoj proizvoda koje traži tržište, koje "gura" ili "vuče" tehnologija, koje diktiraju proizvodne platforme, kao i intenzivnih (brzih), prilagođeni i visoko rizičnih proizvoda. Posle svake faze razvoja proizvoda (ili etape) sledi pregled (ili stepen) da bi se potvrdilo da je faza završena i da se utvrdi da li se projekat odvija (slika 2.5).



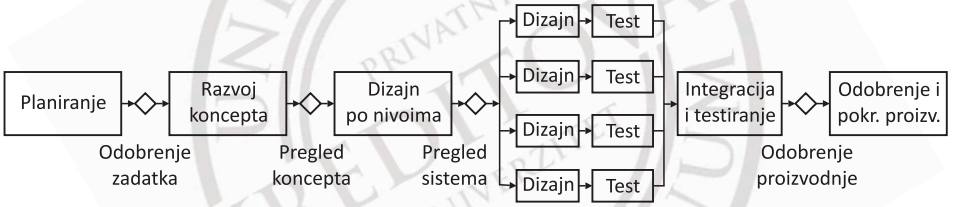
Slika 2.6. *Generički proces razvoja proizvoda*

Proizvodi koji mogu brzo da se izrade (naprave) omogućavaju primenu spiralnog procesa razvoja proizvoda (slika 2.6) pri čemu se aktivnosti pri dizajnu detalja, izradi prototipova i testiranju ponavljaju više puta.



Slika 2.7. *Spiralni proces razvoja proizvoda*

Dijagram toka procesa za razvoj kompleksnih sistema (slika 2.7) pokazuje dekompoziciju po paralelnim fazama rada na mnogim podsistemima i komponentama.



Slika 2.8. *Kompleksni proces razvoja proizvoda*

Kada je proces razvoja proizvoda ustoličen u okviru organizacije, dijagram toka procesa se koristi kako bi se objasnio proces svima u timu.

2.5. Organizovanje procesa razvoja

Pored efikasanog razvoja procesa, uspešne firme moraju da organizuju svoje osoblje za efikasni razvoj proizvoda. U ovom delu će se opisati nekoliko tipova organizovanja procesa razvoja proizvoda i ponuditi smernice za izbor između ovih opcija.

2.5.1. Organizovanje po osnovu uspostavljanja veza među pojedincima

Organizovanje razvoja proizvoda predstavlja program kojim se pojedinačni dizajneri i programeri povezani zajedno, u grupama. Veze među pojedincima mogu biti formalne ili neformalne i obuhvataju, između ostalog, ove vrste:

- **Veze preko izveštavanja**. Ova vrsta veza dovodi do klasičnog pojma rukovodioca i podređenih. To su formalne veze koje su najčešće prikazivane na raznim organizacionim grafikonima.

- **Finansijski aranžmani**. Pojedinci su povezani da budu deo istog finansijskog entiteta, kao što je definisano posebnom kategorijom budžeta ili izjavom o profitu i gubitku.
- **Fizička povezanost**. Veze su stvorene između pojedinaca, kada dele istu kancelariju, sprat, zgradu ili sajt. Ove veze su najčešće neformalne, po osnovu spontanog susreta, dok se nalaze na poslu.

Bilo koji pojedinac može biti povezan na nekoliko različitih načina sa drugim pojedincima. Na primer, inženjer može biti povezan preko veze izveštavanja sa drugim inženjerom u drugoj zgradi, dok je fizički povezan sa licem koje radi u marketingu i sedi u sledećoj kancelariji. Najjače organizacione veze su obično one koje uključuju procenu performansi, budžeta i drugih resursa izdvajanja.

2.5.2. Organizovanje koje je usaglašeno sa funkcijama, projektima ili sa oba navedena parametra

Bez obzira na organizacione veze, pojedinci se mogu svrstati na dva različita načina: prema funkciji i prema projektima na kojima rade.

- Funkcija (u organizacionom smislu) je područje odgovornosti i obično uključuje specijalističko obrazovanje, obuku ili iskustvo. Klasične funkcije pri organizovanju razvoja proizvoda su marketing, dizajn i proizvodnja. Finije podele su, takođe, moguće i mogu biti, na primer, istraživanje tržišta, strategija tržišta, analiza napona, industrijski dizajn, inžnjerstvo i uticaj ljudskih faktora, proces razvoja i operacioni menadžment.
- Bez obzira na njihove funkcije, ljudi primenjuju svoje znanje na konkretnim projektima. U razvoju proizvoda, projekat je skup aktivnosti u procesu izgradnje i razvoja za određeni proizvod i obuhvata, na primer, identifikovanje potreba kupaca i stvaranja koncepta proizvoda.

Trebalo bi imati na umu da se ove klasifikacije preklapaju – pojedinci iz nekoliko različitih funkcija će raditi na istom projektu. Takođe, dok je većina pojedinaca povezane sa samo jednom funkcijom, onda oni mogu da doprinesu više nego na jednom projektu. Dve klasične organizacione strukture proizilaze iz usklađivanja organizacionih veza prema funkciji i prema projektima. U `funkcionalnim organizacijama`, organizacione veze su, pre svega među onima koji obavljaju slične funkcije. U `projektantskim organizacijama`, organizacione veze su pre svega među onima koji rade na istom projektu.

Na primer, strogo funkcionalna organizacija može da sadrži grupu marketinških profesionalaca, koji su imali sličnu obuku i eksperti su na sličnom nivou. Ovi ljudi bi podnosili izveštaj istom menadžeru, koji bi ih procenio i definisao njihove plate. Grupa će imati svoj budžet i ljudi bi sedeli u istom delu zgrade. Ova marketinška grupa će biti uključena u razne projekte, ali ne bi bilo jakih organizacionih veza sa drugim članovima svakog projektnog tima. Na sličan način bi se organizovale grupe koje odgovaraju dizajnu i proizvodnji.

Stroga projektantska organizacija će biti sastavljena od grupe ljudi iz nekoliko različitih

funkcija, gde je svaka grupa usmerena na razvoj određenih proizvoda (ili liniju proizvoda). Ove grupe bi svaki izveštaj prosleđivale iskusnim menadžerima projekta, koji bi mogli biti izvučeni iz bilo koje funkcionalne oblasti. Procene performansi će biti obrađene od strane menadžera projekta, a članovi tima će obično biti raspoređeni koliko je to moguće, tako da svi oni rade u istoj kancelariji ili delu zgrade. Nove ili *start-up* organizacije su među najekstremnijim primerima projektantskih organizacija – svaki pojedinac, bez obzira na funkcije, je povezan preko jednog projekta sa rastom nove kompanije i sa stvaranjem svojih proizvoda. U ovim postavkama, predsednik i izvršni direktor se mogu posmatrati kao menadžeri projekta. Osnovana firma ponekad formira specifične timove, sa posebnim sredstvima za jedan projekat, sa posebnim naglaskom da je potrebno završiti važan razvojni projekat.

`Matrična organizacija` je zamišljena kao kombinacija funkcionalne i projektantske organizacije. U matričnoj organizaciji, pojedinci su povezani sa drugima u skladu sa oba projekta na kojima rade i sa njihovim funkcijama. Primera radi, svaki pojedinac ima dva supervizora – jednog menadžera projekta i jednog funkcionalnog menadžera. Praktična realnost je da i projekat i/ili funkcija imaju tendenciju da imaju čvršće veze. To je zato što, na primer, i funkcionalni i projektni menadžeri ne mogu imati nezavisne budžetske organe, ne mogu samostalno da procenjuju i određuju plate svojih podređenih, i obe, funkcionalne i projektantske organizacije, ne mogu lako da se fizički grupišu. Kao rezultat, bilo da je reč o funkcionalnoj ili projektantskoj organizaciji, jedna od njih teži da dominira.

Sreću se dve varijante matrične organizacije – `matrična organizacija glavnih projekata` i `matrična organizacija podprojekata`. Matrčna organizacija glavnih projekata sadrži jake veze sa projekatima. Meandžer projekata u ovim organizacijama ima potpunu vlast nad budžetom, potpuno je uključen u procenu performansi članova tima, i donosi veći deo glavnih odluka. Iako svaki učesnik u projektu, takođe pripada funkcionalnoj organizaciji, funkcionalni menadžeri imaju relativno malo autoriteta i kontrole. Projektni tim glavnog projekta u raznim granama industrije može biti nazvan:

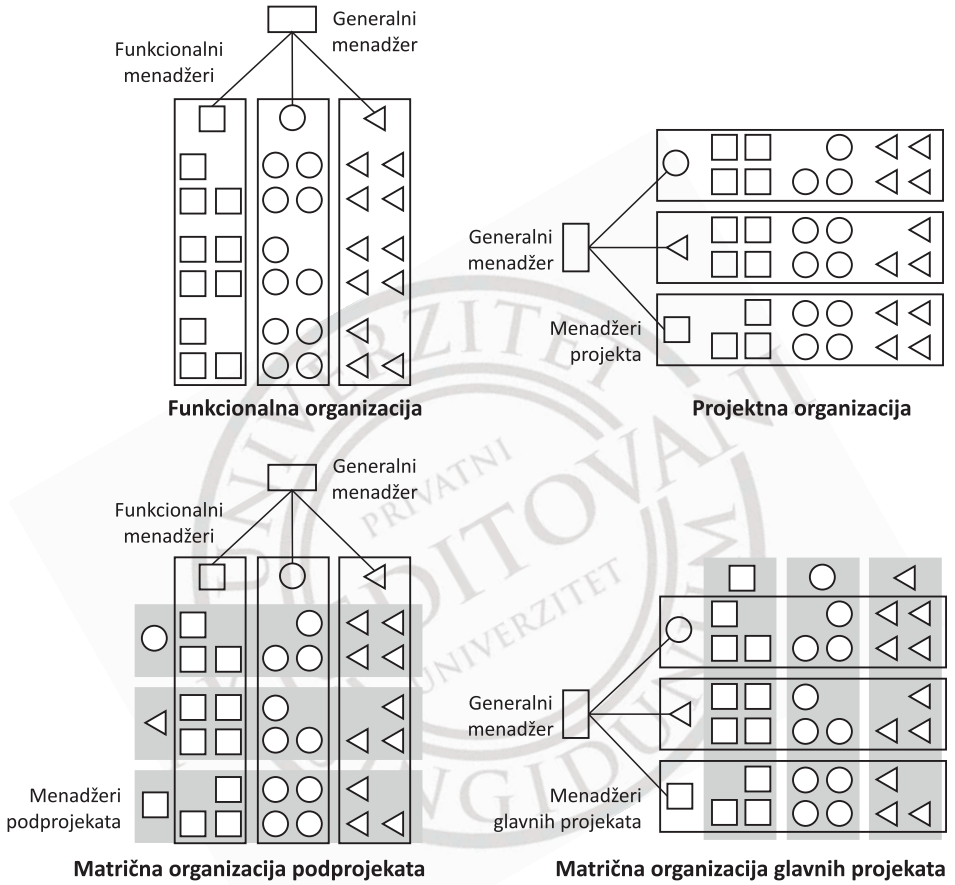
- `integrisani proizvodni tim` (*integrated product team* – `IPT`),
- `dizajnerki razvojni tim` (*design-build team* – `DBT`), ili jednostavno
- `tim za razvoj proizvoda` (*product development team* – `PDT`).

Svaki od ovih naziva ističe unakrsno funkcionalnu prirodu ovih timova.

Organizacija podprojekta sadrži slabije projektne veze i relativno jače funkcionalne veze. U ovoj šemi, menadžer projekta je više od koordinatora i administratora. Menadžer podprojekta ažurira rasporede, organizuje sastanke i olakšava koordinaciju, ali menadžer nema stvarnu vlast i kontrolu u projektantskoj organizaciji. Funkcionalni menadžeri su odgovorni za budžet, zapošljavanje i otpuštanje, kao i za procenu performansi. Slika 2.9 ilustruje čisto funkcionalne i projektantske organizacije, kao matrične organizacije glavnih projekata i podprojekata.

U ovoj knjizi `projektni tim` je predstavljen kao primarna organizaciona jedinica. U tom kontekstu, tim je skup svih ljudi uključenih u projekat, bez obzira na organizacionu strukturu zaposlenih zaduženih za razvoj proizvoda. U funkcionalnoj organizaciji, tim se sastoji

od pojedinaca koji su distribuirani širom funkcionalnih grupa bez organizacione veze, osim zajedničkog učešća u projektu. U drugim organizacijama, tim odgovara formalnim organizacionim entitetima, projektantskim grupama, i formalno se imenuje direktor.



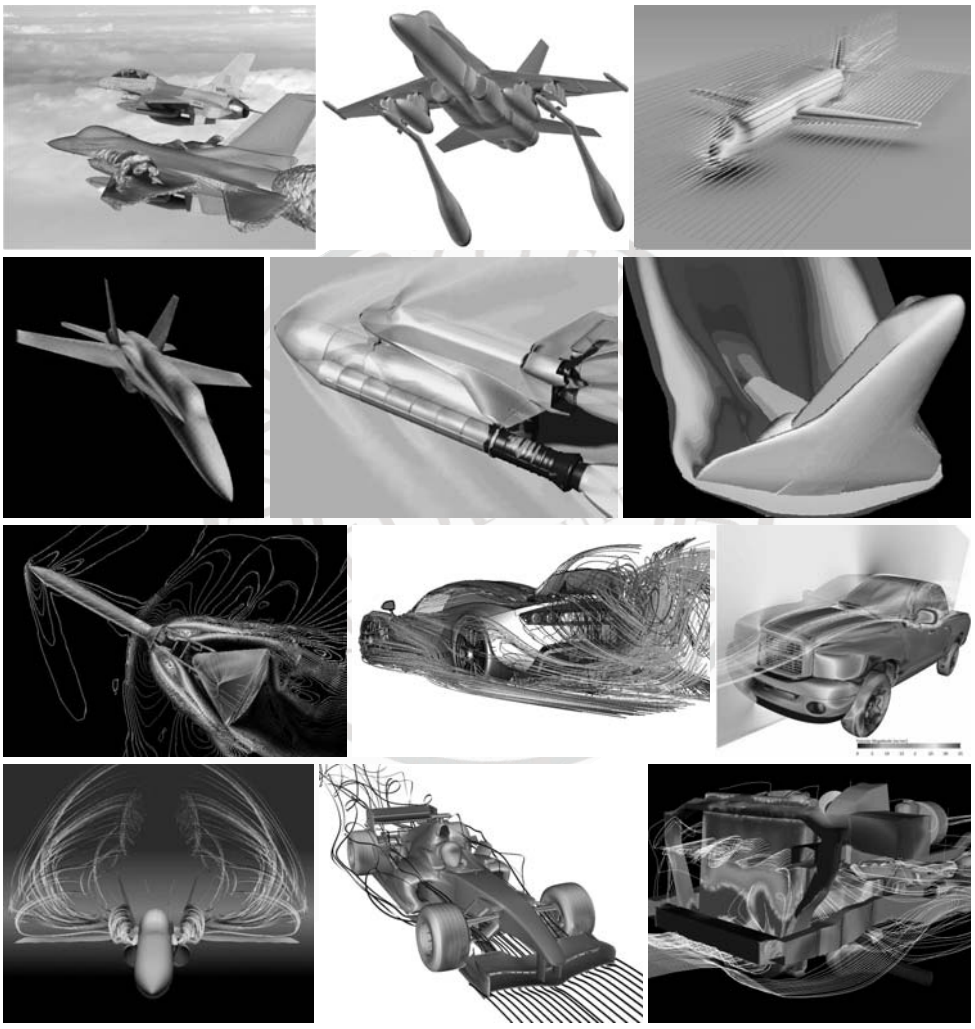
Slika 2.9. *Različite organizacije za razvoj proizvoda*

Iz tog razloga pojam tima ima mnogo više smisla u matričnim i projektantskim organizacijama, nego što je to slučaj u funkcionalnim organizacijama.

2.5.3. Izbor organizacione strukture

Najprikladniji izbor organizacione strukture zavisi od toga koji su organizacioni faktori performansiri najviše kritični za uspeh. Funkcionalne organizacije imaju tendenciju da "odneguju" specijalizovano i duboko ekspertsko iskustvo u funkcionalnim područjima. Projektantske organizacije imaju tendenciju da omoguće brzu i efikasnu koordinaciju između različitih funkcija. Matrične organizacije, kao hibridi, imaju potencijal da predstave neke od ovih karakteristika. Sledeća pitanja mogu da pomognu korisniku da izabere odgovarajuću organizacionu strukturu:

- **Koliko je važna unakrsna funkcionalna integracija?** Funkcionalne organizacije mogu da prikažu teškoće u koordinaciji odluka unutar i oko projekta, koje obuhvataju funkcionalne oblasti. Projektantske organizacije imaju tendenciju da omoguće snažne unakrsno-funkcionalne integracije, zbog organizacionih veza članova tima preko funkcija.



Slika 2.10. *CFD primeri iz različitih grana industrije*

- **Koliko je kritična vrhunska funkcionalna ekspertiza za poslovni uspeh?** Kada stručnost mora da se razvija i održava tokom nekoliko generacija proizvoda, tada neke funkcionalne veze nisu potrebne. Na primer, u pojedinim avio kompanijama, CFD (*Computational Fluid Dinamics*) oblast (slika 2.10) je toliko važna da su stručnjaci iz ove oblasti tako organizovani kako bi se osigurala najbolja moguća

funkcionalnost firme u pomenutoj oblasti. Mogu li pojedinci iz svake funkcije da se u potpunosti iskoriste tokom trajanja projekta? Na primer, projekat može da zahteva samo deo vremena industrijskog dizajnera, za deo projekta. Da bi se iskoristili resursi industrijskog dizajna efikasno, firma može da odluči da funkcionalno organizuje industrijske dizajnere, tako da nekoliko projekata može da se dodeli timu industrijskih dizajnera i da se resursi iskoriste u potpunosti, predviđeni za određeni projekat.

		Matrična organizacija		
	Funkcionalna organizacija	**Organizacija podprojekata**	**Organizacija glavnih projekata**	**Projektantska organizacija**
Prednosti	Podstiče razvoj "duboke" stručnosti i specijalizacije.	Koordinacija i administracija projekata koji su izričito dodeljeni jednom menadžeru projekta. Održavanje razvoja specijalizacije i stručnosti.	Omogućava integraciju i brzinu u radu pri upotrebi projektantske organizacije. Neki elelemtni od funkcionalne organizacije su zadržani.	Resursi mogu biti optimalno dodeljeni u okviru projektnog tima. Tehnički i tržišni elementi mogu biti brzo ocenjeni.
Slabosti	Koordinacija između različitih funkcionalnih grupa može biti spor i birokratski.	Zahteva više menadžera i administratora nego nematrične organizacije.	Zahteva više menadžera i administratora nego nematrične organizacije.	Pojedinci mogu imati teškoća pri održavanju najsavremenijih funkcionalnih sposobnosti.
Tipični primeri	Prilagođavanje razvoja - firmi u kojima razvoj podrazumeva male varijacije standardnog dizajna ("budženje" motora, ležajevi, pakovanja).	Tradicionalni automobili, elektronika, avio kompanije.	Mnogi nedavno uspešni projekti za tradicionalne automobile, elektroniku, avio kompanije.	*Start-Up* preduzeća trebalo bi da ostvare pomake. Preduzeća koja se bore u izuzetno dinamičnom tržištu.
Glavna pitanja	Kako da se integrišu različite funkcije (na primer, marketing i dizajn) da se postigne zajednički cilj?	Kako da se uspostavi ravnoteža funkcija i projekata? Kako da se istovremeno procene performanse?		Kako da se održi funkcionalna stručnost tokom vremena? Kako da se dele tehničke stvari iz jednog projekta u drugi?

Slika 2.11. *Karakteristike različitih organizacionih struktura*

- **Koliko je važna brzina za razvoj proizvoda?** Projektantske organizacije imaju tendenciju da se omogućava brzo rešavanje nesuglasica i da pojedinci iz različitih funkcija efikasno koordiniraju svoje aktivnosti. Relativno malo vremena se troši na prenos podataka, dodeljivanje odgovornosti i koordinaciju zadataka. Iz tog razloga, projektantske organizacije su obično brže od funkcionalnih organizacija u razvoju inovativnih proizvoda. Na primer, proizvođači prenosivih računara gotovo uvek organizuju svoje timova za razvoj proizvoda po projektima. Ovo omogućava timovima

da razvijaju nove proizvode u veoma kratkim periodima, prema zahtevima na tržištu računara.

Postoje desetine drugih pitanja koje se odnose na izbor između funkcionalne i projektantske organizacije. Slika 2.11 rezimira neke prednosti i slabosti svakog organizacionog tipa, dati su primeri tipova firmi koje sprovode svoje strategije, kao i najvažnija pitanja u vezi sa svakim pristupom.



Slika 2.12. *Proizvodni pogoni američkih borbenih aviona*

Glava 3

Planiranje proizvoda

Korporacija `Xerox` je globalno preduzeće koje nudi širok spektar proizvoda koji imaju "veze" sa dokumentima, uslugama i poslovnim rešenjima. Misija ove korporacije je da bude lider na globalnom tržištu dokumenata, prilikom pružanja rešenja po pitanju dokumenata koja poboljšavaju poslovnu produktivnost. Ključni element strategije konkurentnosti korporacije `Xerox` je da iskoristi tehnološke inovacije u brze promene na tržištu. Sprovođenje ove strategije zahteva sposobnost da se odabere pravu skup razvojnih projekata i da se definiše obim ovih projekata na takav način kako bi projekti bili komplementarni. Na slici 3.1 prikazane su fotografije uređaja `Xerox Document Centre` 265, proizvoda koji je rezultat projekta pod nazivom `Projekat-II`.

Proces `planiranja proizvoda` se odvija pre projekta razvoja proizvoda koji je formalno odobren, pre nego što se odobre značajna sredstva i pre nego što se formira veći razvojni tim. Planiranje proizvoda je aktivnost koja uzima u obzir portfolio projekata koje je organizacija odobrila i određuje koji će se podskupovi ovih projekata odvijati tokom definisanog vremenskog perioda. Aktivnosti pri planiranju proizvoda obezbeđuju da razvojni projekat proizvoda dobije podršku šire poslovne strategije firme i fokusira se na sledeća pitanja:

- Koji će se razvojni projekti proizvoda sprovoditi?
- Koje bi kombinacije (miksevi) fundamentalno novih proizvoda, platformi i derivata proizvoda trebalo da budu zadovoljene?
- Kako se različiti projekti odnose jedni prema drugima u smislu portfolia?
- Koji će biti vremenski raspored i redosled projekata?

Svaki od izabranih projekata je tada završen (kompletiran) od strane tima za razvoj proizvoda. Taj isti tim treba da zna svoju misiju pre početka razvoja i samog rada. Odgovori na ova kritična pitanja uključeni su u određivanje misije za tim:

- Koje tržišne segmente treba uzeti u obzir u projektovanju proizvoda i razvoju njegovih funkcija?
- Koje nove tehnologije (ako ih ima) treba da bude ugrađene u novi proizvod?

- Koji su proizvodni i uslužni ciljevi i ograničenja?
- Koji su finansijski ciljevi projekta?
- Koji su budžetski i vremenski okviri za projekat?



Slika 3.1. *Višenamenski uređaj Xerox Document Centre 256*

Ovo poglavlje objašnjava kako organizacija može da poveća efikasnost svojih napora pri razvoju proizvoda, tako što se prvo razmatra set potencijalnih projekata koji se mogi izvoditi, odlučuje se koji su projekti vrlo poželjni, a zatim se pokreće svaki projekat sa usmerenom misijom. Prikazaće se proces planiranja u pet koraka, počev od identifikacije mogućnosti i rezultata misije za projektni tim.

3.1. Proces planiranja proizvoda

`Plan proizvoda` identifikuje portfolio proizvoda koji bi trebalo da razvije organizacije i vreme njihovog uvođenja na tržište. Proces planiranja uzima u obzir razvojne mogućnosti proizvoda, koje su identifikovane od strane mnogih izvora, uključujući i predloge marketinga, istraživanja, korisnika (potrošača), postojećih razvojnih timova proizvoda i rezultate ispitivanja (anketiranja) konkurenata. Između ovih mogućnosti, biraju se portfolia projekata, biraju se navedeni tajminzi projekata i sredstva koja se dodeljuju.

Ovaj plan proizvoda se redovno ažurira da bi se prikazale promene u konkurentnom okruženju, promene u tehnologiji, kao i informacije o uspešnosti postojećih proizvoda. Planovi proizvoda su razvijeni imajući na umu ciljeve kompanije, mogućnosti, ograničenja i konkurentsko okruženje. Odluke o planiranju proizvoda, generalno, obuhvataju rukovodstva organizacije i mogu se donositi ili samo jednom godišnje ili nekoliko puta svake godine, što zavisi od mnogo faktora. Neke organizacije imaju direktora za planiranje, koji rukovodi ovim procesom.

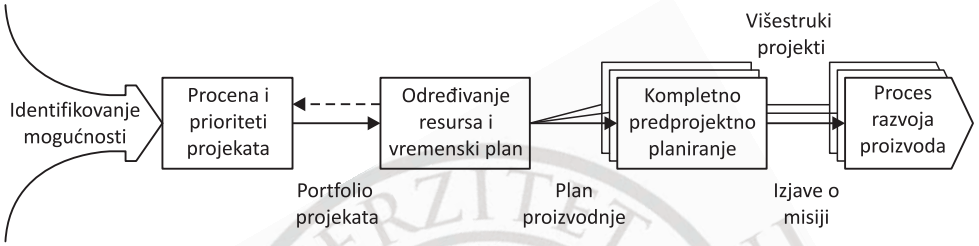
Organizacije koje ne planiraju pažljivo portfolio razvojnih projekata često se "susreću" sa elementima neefikasnosti, kao što su:

- Neadekvatno pokrivanje ciljnih tržišta sa konkurentnim proizvodima.
- "Loše" vreme na tržištu za uvod proizvoda.
- Razlike (nepodudaranja) između agregatnih kapaciteta razvoja i broja razvojnih projekata.
- Loša raspodela sredstava, sa nekim projektima koji su "višak" i sa drugim nedovoljno zastupljenim.
- Pokretanje i naknadno otkazivanja loše osmišljenih projekata.
- Česte promene po pitanju pravca razvoja projekata.

Projekti razvoja proizvoda se mogu klasifikovati na četiri vrste:

- **Nove proizvodne platforme**. Ovaj tip (vrsta) projekta podrazumeva veliki napor da se stvori nova porodica proizvoda na bazi nove, zajedničke platforme. Familija novog proizvoda će biti bliska poznatim familijama sličnih proizvoda na tržištu i kategorijama proizvoda. Primer za ovu vrstu projekta je projekat `Projekat-II` korporacije `Xerox`, čiji je cilj razvoj novih, digitalnih platformi za fotokopiranje.
- **Izvodi postojećih proizvodnih platformi**. Ovi projekti proširuju postojeće proizvodne platforme kako bi se bolje upoznalo tržište sa jednim ili više novih proizvoda. Razvoj novog kopir aparata na osnovu postojeće proizvodne platforme sočiva i osvetljavanja (ne digitalne) je primer za ovu vrstu projekta.
- **Inkrementalno (rastuće) poboljšanja postojećih proizvoda**. Ovi projekti mogu uključiti dodavanje ili menjanje nekih osobina postojećih proizvoda, kako bi se trenutne proizvodne linije zadržale da budu aktuelne i konkurentne. Sitne (male) promene za otklanjanje manjih nedostataka u postojećem kopir aparatima su primer za ovu vrstu projekta.
- **Fundamentalno novi proizvodi**. Ti projekti uključuju radikalno različite vrste proizvoda ili proizvodne tehnologije i mogu da pomognu da se obrate novim i nepoznatim tržišttima. Takvi projekti, sami po sebi, podrazumevaju više rizika, međutim, dugoročni uspeh preduzeća zavisi od onoga šta je naučeno kroz ove važne projekte. Prvi digitalni kopir aparat je primer za ovu vrstu projekta.

Slika 3.2 ilustruje korake u procesu planiranja proizvoda. Prvo, višestruke mogućnosti su prioriteti i set izabranih projekata koji obećavaju. Sredstva se dodeljuju za ove projekte i oni su raspoređeni. Ove aktivnosti planiranja se fokusiraju na mogućnosti i potencijalne projekte, a ponekad se nazivaju `portfolio menadžmenta`, `agregat planiranja proizvoda`, `planiranje proizvoda` ili `upravljanje proizvodima`. Kada su izabrani projekti i sredstva (resursi), tada sa određuje misija za svaki projekat. Zbog toga, formulacija plana proizvoda i razvoja misije prethode stvarnom procesu razvoja proizvoda.



Slika 3.2. *Proces planiranja proizvoda*

Iako je proces planiranja prikazan linearno, aktivnosti oko izbora "obećavajućih" projekata i dodele sredstava su, u suštini, iterativne. Realnosti oko rasporeda i budžeta često dovode do preispitivanja prioriteta i daljeg preciziranja ili otkazivanja potencijalnih projekata. Ovaj plan proizvoda se, dakle, preispituje često i trebalo bi da se modifikuje na osnovu najnovijih informacija iz razvojnih timova, istraživačke laboratorije, proizvodnje, marketinga uslužnih organizacija. Ljudi koji su uključeni u kasnijim etapama projekta su, često, prvi koji shvataju da nešto iz opšteg plana ili projekta nije u skladu (redu) ili je zastarelo. Sposobnost da se prilagođava plan proizvoda je od vitalnog značaja za dugoročni uspeh preduzeća.

Za izradu plana proizvoda i misije projekta, predloženo je pet koraka:

1. identifikovanje mogućnosti;
2. procena i određivanje prioriteta projekata;
3. lociranje resursa i vremenski plan;
4. planiranje kompletnog predprojekta; i
5. uticaj na rezultate i proces.

3.2. Identifikovanje mogućnosti – I_a faza

Proces planiranja počinje identifikacijom mogućnosti razvoja proizvoda. Takva prilika može da uključi bilo koju od četiri vrste projekata definisanih ranije. Ovaj korak se može posmatrati kao `povoljan levak`, jer okuplja (skuplja) ulaze iz celog preduzeća. Ideje za nove proizvode i karakteristike proizvoda mogu doći iz nekoliko izvora, uključujući i (između ostalih):

- marketing i prodajno osoblje;
- istraživačke organizacije i organizacije koje razvijaju tehnologije;
- trenutne razvojne timove proizvoda;
- proizvodne i poslovne organizacije;
- trenutne ili potencijalne klijente;
- treća lica, kao što su dobavljači, pronalazači (inovatori) i poslovni partneri.

Mogućnosti mogu da budu pasivno prikupljene, ali preporuka je da firma izričito pokuša da stvori mogućnosti. Identifikacija mogućnosti razvoja proizvoda je u tesnoj vezi sa aktivnostima identifikovanja potreba potrošača. Neki proaktivni pristupi uključuju:

- dokument o frustracijama i pritužbama korisnika na postojeće proizvode;
- intervju glavnih korisnika (potrošača), sa osvrtom na moguće inovacije samih korisnika, kao i na modifikacije koje korisnici mogu napraviti na postojećim proizvodima;
- razmišljanje o posledicama trendova u načinu življenja, demografiji i tehnologiji za postojeće kategorije proizvoda i mogućnostima za nove kategorije proizvoda;
- sistematsko prikupljanje predloga trenutnih kupaca, možda kroz prodajne objekte ili uslužne servisne sisteme;
- pažljivo proučavanje proizvoda konkurenata (takmičarsko ispitivanje);
- praćenje statusa novih tehnologija kako bi se olakšao transfer odgovarajućih tehnologija iz osnovnih istraživanja i razvoja tehnologija u razvoj proizvoda.

Kada zaposleni aktivno i kontinualno prikupljaju ideje, nove mogućnosti proizvoda mogu da se jave u bilo kom trenutku. Kao jedan od načina za praćenje, sortiranje i preradu ovih mogućnosti, predlaže se da se svaka obećavajuća mogućnost opiše kroz kratku, koherentnu izjavu i da se ove informacije prikupljaju u odgovarajuću bazu podataka. Ova baza podataka može biti organizovana kao jednostavan tabelarni spisak. Neke od ovih mogućnosti mogu da budu proširene, precizirane i istražene. Često ovo istraživanje može, neformalno, da uradi neko ko se pojavljuje kao "autor" određene ideje.

U korporaciji `Xerox` su prikupljene mnoge mogućnosti i prilike i o njima se razgovaralo. Neke su jednostavna poboljšanja postojećih proizvoda, a ostali su bili predlozi za proizvode zasnovane na potpuno novim tehnologijama. Slede neki primeri izjava koje su slične onima koje je predložila korporacija `Xerox`:

- Kreiranje distributivnog sistema dokumenata u kome se nalaze umreženi štampači, koji se nalaze na stolu svake kancelarije i koji automatski šalju pisma i druga dokumenta.
- Kreiranje softvera za isporuku dokumenata koji omogućava digitalnu isporuku i čuvanje dokumenata unutar kompanije, najviše preko personalnih računara radnika.

Sledeća izjava je, na kraju, postala Projekat-II:

- Razvoj novih crno-belih (B&W), digitalnih, mrežnih platformi za obradu dokumenata za kancelarije na tržištu, uključujući skeniranje, smeštaj i čuvanje, kao i mogućnosti faksa, distribucije i štampanja.

3.3. Određivanje prioriteta projekata – II_a faza

Ako se u celu priču krene aktivno, onda povoljan valjak može da prikupi na stotine ili čak hiljade mogućnosti u toku godine. Neke od ovih mogućnosti nemaju smisla u kontekstu ostalih aktivnosti firme. U većini slučajeva, postoji, jednostavno, previše mogućnosti za firmu kako bi ih nastavila odjednom. Drugi korak u procesu planiranja proizvoda je, dakle, da se izaberu najperspektivniji projekti koje treba slediti. Četiri osnovne perspektive su korisne u procenjivanju i određivanju prioriteta mogućnosti za nove proizvode u postojećim kategorijama proizvoda – konkurentska strategija, segmentacija tržišta, tehnološke putanje i proizvodne platforme. Nakon razmatranja ove četiri perspektive, mogu da se ocenjuju mogućnosti fundamentalno novih proizvoda, i kako da se uravnoteži portfolio projekata.

3.3.1. Strategija u odnosu na konkurente

Organizacija konkurentske strategije definiše osnovni pristup tržištima i proizvodima u odnosu na konkurente. Treba izabrati mogućnosti kojima će da nastavi da se rukovodi ova strategija. Većina firmi posveti mnogo diskusija na rukovodećim nivoima oko svojih strateških nadležnosti i oko načina na koji će se takmičiti kako bi postigli određeni cilj. Nekoliko strategija je moguće, kao što su:

- Fokusiranje na tehnologiju. Za primenu ove strategije, firma naglašava osnovna istraživanja i razvoj novih tehnologija i primenu ovih tehnologija kroz razvoj proizvoda.

- Fokusiranje na troškove. Ova strategija zahteva od firmi da se takmiče po pitanju efikasnosti proizvodnje, bilo putem ekonomskog obima, upotrebe superiorne metode proizvodnje, jeftinog rada ili boljeg upravljanja proizvodnim sistemom. Zato su metode dizajniranja za proizvodnju istaknute u razvojnim aktivnostima proizvodnje (i procesa), u okviru ove strategije.

- Fokusiranje na korisnika (potrošača). Da bi se sledile ove strategije, firma treba blisko da sarađuje sa novim i postojećim klijentima, kako bi procenila svoje potrebe i preferencije. Pažljivo odabrana ili definisana platforma za dizajnirani proizvod olakšava brz razvoj izvedenih proizvoda sa novim funkcijama ili funkcijama od interesa za korisnika. Ova strategija može da dovede do široke linije proizvoda koja sadrži visoku varijabilnost proizvoda u cilju rešavanja potreba heterogenih potrošača.

- Fokusiranje na podražavanje ("imitiranje"). Ova strategija podrazumeva pažljivo praćenje trendova na tržištu, omogućavajući konkurentima da istražuju nove proizvode koji su uspešni u svakom segmentu. Kada su održive mogućnosti identifikovane, firma brzo lansira nove proizvode kako bi imitirala uspešne takmace

(konkurente). Brz proces razvoja je od suštinskog značaja za efikasno sprovođenje ove strategije.

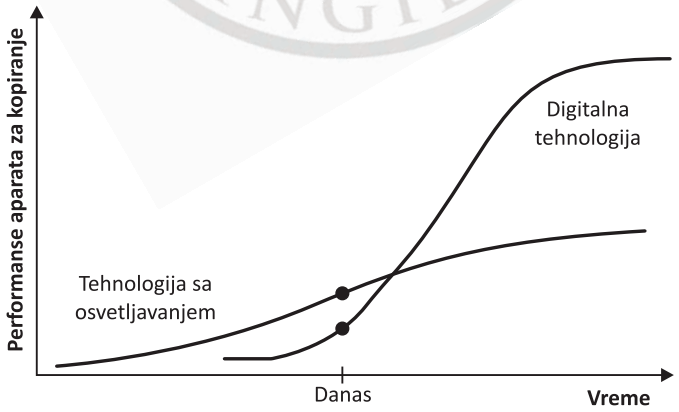
U korporaciji Xerox diskutovalo se na strateškom nivou kako bi kompanija trebalo da učestvuje u "digitalnoj revoluciju u kancelariji" u saglasnosti sa rastom Interneta. Unutar ove korporacije se veruje da bi Internet omogućio promenu važeće paradigme u poslovnoj praksi – umesto da se "prvo štampa pa distribuira", trebalo bi da se "prvo distribuira, pa onda štampa". Projekat pod nazivom Projekat-II bi trebalo da podrži ovu korporativnu viziju.

3.3.2. "Podela" tržišta na segmente

Korisno je posmatrati kupce (potrošače) kao posebne segmente koji pripadaju tržištu. Podela tržišta na segmente omogućava firmi da uzme u obzir akcije konkurenata i snage postojećih proizvoda u odnosu na svaku dobro definisanu grupu kupaca. Mapiranjem konkurentskih proizvoda i svojih proizvoda na segmente, firma može na najbolji način da proceni koji proizvod "gađa" najslabije mesto u njenoj proizvodnoj liniji i koje slabosti mogu da iskoriste konkurenti.

3.3.3. Tehnološke trajektorije (putanje)

U preduzećima gde se intenzivno primenju tehnologija, ključna odluka za planiranje proizvoda je da se usvoji nova osnovna tehnologija u proizvodnoj liniji. Na primer, u poslovnoj dokumentaciji, ključno tehnološko pitanje na prelazu veka je prelazak na digitalnu obradu slika i štampanje. Ova odluka oko planiranja proizvoda ide ka razvijanju digitalnih proizvoda, za razliku od razvoja još jednog proizvoda koji je baziran na tehnologiji sa osvetljivačem. Tehnološka "S" kriva predstavlja konceptualni alat koji je u stanju da potpomogne mišljenje o takvim odlukama.



Slika 3.3. *Tehnološka "S" kriva*

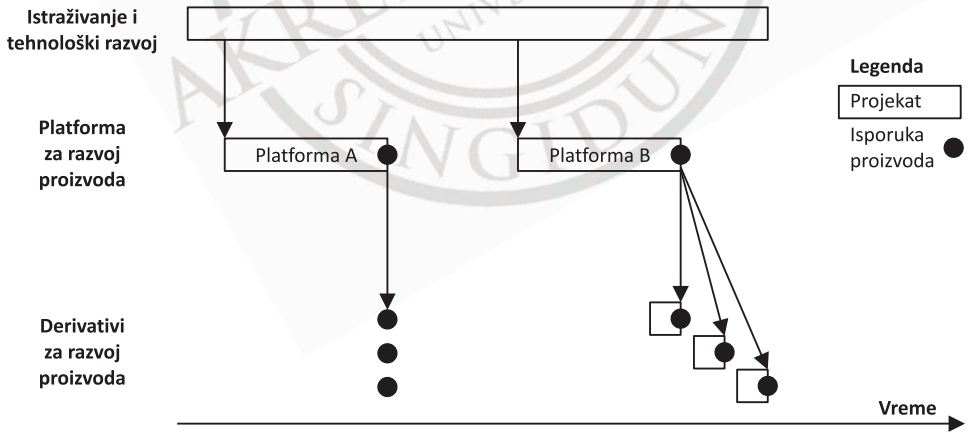
Tehnološka "S" kriva prikazuje performanse proizvoda tokom vremena, obično u vezi sa jednom od promenljivih performansi, kao što su rezolucija, brzina i pouzdanost. "S" kriva

ilustruje osnovni, ali važan koncept – tehnologija se razvija od samog početka kada su performanse relativno niske, onda sledi brzi rast performansi na osnovu iskustva, a na kraju se dolazi do određene vrednosti kada je dostignut neki prirodni tehnološki maksimum i kada tehnologija može da postane zastarela. "S" oblik putanje hvata ovu opštu dinamiku, kao što je prikazano na slici 3.3. Na horizontalnoj osi može se kumulativno prikazivati istraživanje i određeni utrošak ili vreme; na vertikalnoj osi mogu biti prikazani ili odnos performanse/cena ili važni parametri performansi. Dok "S" krive karakterišu tehnološke promene izuzetno dobro u raznim industrijama, često je teško predvideti izgled krive putanje u budućnosti (koliko je blizu ili daleko ultimativni limit performansi).

3.3.4. Platforme za planiranje proizvoda

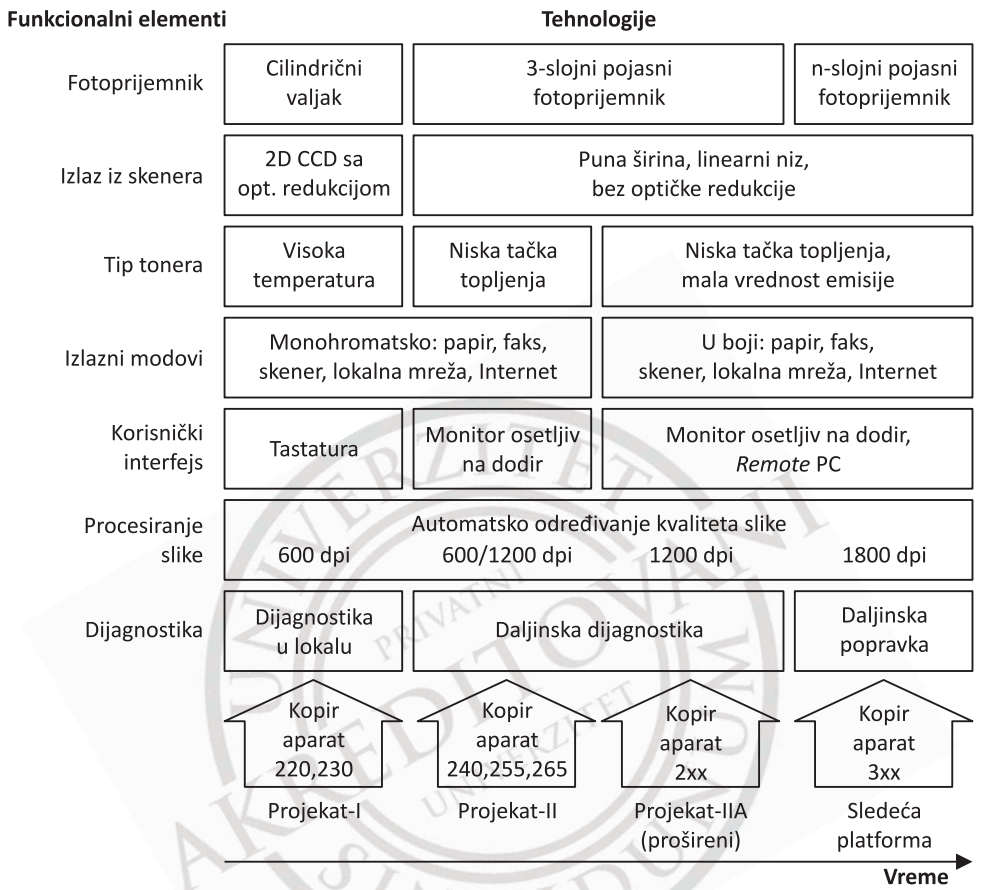
Proizvodna platforma je skup sredstava koji deli skup proizvoda. Komponente i podsklopovi su često najvažniji od ovih sredstava. Efikasna platforma može da dozvoli da se lakše i brže kreiraju razni izvedeni proizvodi (varijacije), a svaki proizvod pruža željene mogućnosti i funkcije od strane određenog tržišnog segmenta.

Sve dok je platforma razvojnih projekata u stanju da utroši od 2 do 10 puta više vremena i novca koji su potrebni za razvojne projekte derivativa osnovnog proizvoa, firma ne može sebi da priušti da za svaki projekat pravi novu platformu. Slika 3.4 ilustruje efektivnu moć proizvodnih platformi. Kritična strateška odluka u ovoj fazi je da li će projekat razviti izvedene proizvode (varijacije) iz postojeće platforme ili će da razvije potpuno novu platformu. Odluke o proizvodnim platformama su veoma tesno povezane sa tehnološkim razvojem firme i sa odlukom o tome koje tehnologije treba uposliti radi kreiranja novih proizvoda.



Slika 3.4. *Platforma za razvoj proizvoda kreira arhitekturu familije proizvoda*

Jedna od tehnika za koordinaciju razvoja tehnologije sa planiranjem proizvoda je kreiranje `tehnološkog plana`. Tehnološki plan je način da se predstave očekivana dostupnost i buduće korišćenje različitih tehnologija relevantnih za proizvod koji se razmatra. Ova metoda je korišćena od strane kompanija `Motorola`, `Philips`, `Xerox`, kao i drugih lidera u brzoj industriji visoke tehnologije. Metoda je posebno korisna za planiranje proizvoda kada su kritični funkcionalni elementi poznati unapred.



Slika 3.5. *Tehnološka mapa pokazuje životni ciklus nekoliko digitalnih tehnologija za fotokopiranje i identifikuje koje će se tehnologije koristiti u svakom proizvodu*

Da bi se napravio tehnološki plan, označene su višestruke tehnologije i uređene su duž vremenske linije, kao što je prikazano na slici 3.5. Tehnološki plan može biti proširen tajmingom projekata i projektima koji će koristiti ove tehnološke razvoje. (Ovo se ponekad zove `proizvodni tehnološki plan`.) Rezultat je dijagram koji prikazuje ključne funkcionalne elemente proizvoda i niz tehnologija od kojih se očekuje da sprovode ove elemente u određenom vremenskom periodu. Ovakav način rada može da posluži kao alat za planiranje i kreiranje zajedničke strategije razvoja između tehnologije i razvoja proizvoda.

3.3.5. Fundamentalno vrednovanje novih mogućnosti proizvoda

Pored novih verzija proizvoda u postojećim kategorijama proizvoda, firma se suočava sa mnogim mogućnostima ili kroz nova tržišta ili sa fundamentalno novim tehnologijama. Iako su ulaganja oskudnih resursa u razvoj proizvoda upotrebom novih tehnologija ili za nova tržišta veoma rizična, neke takve investicije su neophodne za periodično obnavljanje

portfolia proizvoda. Neki kriterijumi za ocenjivanje mogućnosti fundamentalno novih proizvoda uključuju:

- veličinu tržišta (jedinica po godini $\times$ prosečna cena);
- stopu rasta tržišta (procenata po godini);
- intenzitet konkurencije (broj takmaca i njihove prednosti);
- "težinu" postojećih znanja firme o tržištu;
- "težinu" postojećih znanja firme o tehnologiji;
- "suočavanje" sa drugim proizvodima firme;
- "suočavanje" sa mogućnostima preduzeća;
- potencijale za patente, poslovne tajne ili druge barijere za konkurenciju;
- postojanje vrhunskog proizvoda unutar firme.

Iako su ovi kriterijumi naročito korisni za procenu mogućnosti fundamentalno novih proizvoda, oni se primenjuju, uglavnom, za ocenjivanje bilo kog proizvoda. Ovi kriterijumi se mogu koristiti unutar jednostavnih matrica za procenu ukupne atraktivnosti i vrste rizika za bilo koju priliku.

3.3.6. "Balansiranje" portfolia

Postoji mnogo načina da se pomogne menadžerima da "balansiraju" portfolia razvojnih projekata organizacije. Neke od ovih metoda podrazumeva mapiranje portfolia duž poznatih (korisnih) dimenzija, tako da menadžeri mogu da uzmu u obzir strateške implikacije njihovih odluka po pitanju planiranja. Opisana su brojni pristupi mapiranju koje uključuje dimenzije, kao što su tehnički rizik, finansijska dobit, atraktivnost tržišta i slično. Jedna vrsta mapiranja je posebno korisna, gde se "nadgleda" portfolio projekata duž dve specifične dimenzije – u kojoj meri projekat obuhvata promene u proizvodnoj liniji i u kojoj meri projekat obuhvata promene u proizvodnim procesima. Ova perspektiva može biti korisna da osvetli neravnoteže u portfoliu projekata u razmatranju i proceni konzistentnosti između portfolia projekata i konkurentske strategije. Na primer, firma može da otkrije da je identifikovano da u suštini nema mogućnosti napretka, ili da nema projekata usmerenih na inkrementalna poboljšanja postojećih proizvoda.

Iako ne postoje opšte procedure za odlučivanje kako portfolio treba da izgleda, u većini slučajeva firma ima koristi od raznolikog skupa projekata. Pored toga, firma bi izborom konkurentske strategije trebalo da utiče na oblik portfolia razvoja proizvoda. Na primer, firma sprovođenjem jeftinije strategije može da očekuje portfolio koji će sadržati više projekata o poboljšanju procesa proizvodnje. Firme koje slede strategije koje zahtevaju veliku raznolikost proizvoda će morati da razviju veliki broj derivata proizvoda na osnovu postojećih platformi. Firme koje implementiraju strategije na osnovu tehnološke superiornosti možda bi trebalo da imaju portfolio koji više uključuje tehnološki razvoj i određene "probojne" projekte, u očekivanju da nisu svi od onih rizičnih projekata i da će neki rezultirati u

nove tržišne proizvode. Treba imati na umu da su planiranje istraživanja i aktivnosti po pitanju razvoja tehnologija usko povezani, ali uglavnom van nadležnosti, procesa planiranja proizvoda.

3.4. Lociranje resursa i vremenski plan – $\mathrm{III}_{\mathrm{a}}$ faza

Verovatno je da firma ne može sebi da priušti da investira u svakoj prilici u razvoj proizvoda, u željenom uravnoteženom portfoliu projekata. Pošto se vreme i raspodela sredstava raspoređuju na najperspektivnije projekte, previše projekata će se neminovno takmičiti za premalo sredstava. Kao rezultat toga, pokušaj da se dodele resursi i planira vreme gotovo uvek rezultira povratkom na prethodnu procenu prioriteta projekata koji će "ući u trku".

3.4.1. Lociranje resursa

Mnoge organizacije se upuštaju u previše projekata, bez obzira na ograničenu dostupnost razvojnih resursa. Kao rezultat toga, iskusnim inženjerima i menadžerima dodeljuje se sve više i više projekata, produktivnost pada dramatično, za projekte je potrebno više vremena da završe, proizvodi kasne sa izlaskom na tržište, a profit opada. Združeno planiranje pomaže organizaciji da efikasno koristi svoje resurse kako bi sprovela samo one projekte koji mogu da se završe u razumnom vremenu i sa predviđenim budžetom.

Procena resursa koji su potrebni za svaki od projekata za jedan mesec, kvartal ili godinu "tera" organizacije da se suoče sa realnošću konačnih resursa. U većini slučajeva, glavni resurs koji treba obraditi jeste pokušaj raspodele kadrova, i obično se izražava kao posebne kategorije čovek-sati ili čovek-meseci. Drugi kritični resursi, takođe mogu zahtevati pažljivo planiranje, kao što su objekti unutar modelarnice, oprema za brzu izradu prototipova, pilot linije za proizvodnju, ispitivanje objekata itd. Procene potrebnih resursa u svakom periodu mogu da se uporede sa raspoloživim resursima za izračunavanje ukupnog odnosa kapaciteta (zahtev/kapacitet), kao i prilagođavanje (preraspodela) po vrstama resursa. Gde raspodela prelazi maksimalnih 100 procenata, nema dovoljno sredstava za izvršavanje svih planiranih projekata po rasporedu. U stvari, da bi se uzele u obzir nepredviđene situacije i da se omogući reagovanje, planirana iskorišćenost kapaciteta morala bi da bude ispod 100 procenata.

U ukupnom procesu planiranja, organizacija može da se nađe u opasnosti od prekomernih opterećenja (angažovanja) resursa (često 100 procenata, pa čak i više). Zbog toga organizacija mora da odluči u fazi planiranja koji su projekti najvažniji za uspeh firme, i da za te projekte obezbedi adekvatne resurse. Tada je potrebno druge projekte eliminisati iz plana ili ih vremenski pomeriti.

3.4.2. Vremenski plan projekta

Utvrđivanje vremenskog rasporeda (tajminga) i pojedinačnih projekata, koji se ponekad naziva *pipeline management*, moraju uzeti u obzir više faktora, uključujući:

- Vreme upoznavanja proizvoda. Generalno gledano, što se pre proizvod pojavi na tržištu, to bolje. Međutim, lansiranje proizvoda pre nego što se dostigne adekvatan kvalitet može da naruši ugled firme.
- Spremnost tehnologije. Robusnost osnovnih tehnologija igra ključnu ulogu u procesu planiranja. Dokazano je da se robusna tehnologija može integrisati u proizvode brzo i pouzdano.
- Spremnost tržišta. Pojedinačna predstavljanja proizvoda određuju da li je rano za kupovinu jeftinih proizvoda i njihovu dalju prodaju ili da li treba kupovati skuplje proizvode kada dostignu svoju konačnu cenu. Objavljivanja poboljšanja suviše brzo, nakon izlaska na tržište, može da frustrira korisnike koji žele proizvod da zadrže; sa druge strane, objavljivanje poboljšanja novih proizvoda suviše sporo vodi ka riziku da se zaostane za konkurencijom.
- Konkurencija. Predviđeno plasiranje konkurentskih proizvoda može da ubrza vreme razvojnih projekata.

3.4.3. Proizvodni plan

Skup projekata odobrenih od strane procesa planiranja, razmešten u vremenskom opsegu, postaje `proizvodni plan`. Plan može da sadrži mešavinu fundamentalno novih proizvoda, platforme projekata i derivative projekata različitih veličina. Proizvodni planovi se ažuriraju periodično, možda kvartalno ili godišnje, kao deo strateškog planiranja.

3.5. Planiranje kompletnog predprojekta – $\mathrm{IV_a}$ faza

Kada je projekat odobren, ali pre nego što se primene značajna sredstva, nastupaju aktivnosti planiranja predprojekata. Ova aktivnost uključuje male, unakrsno funkcionalne timove ljudi, često poznate kao `osnovni timovi`. Osnovni tim `Projekta-II` sastojao se od oko 30 ljudi, koji predstavljaju širok spektar tehničke ekspertize, marketinga, proizvodnje, usluga i funkcija.

U ovom trenutku, rane izjave se mogu opisivati kao izjave o viziji proizvoda. Tim za razvoj konceptualnog rešenja `Projekta-II` počeo je sa sledećom izjavom o viziji proizvoda: "Razviti umreženu digitalnu platformu, srednje klase, za snimanje (kopiranje), obeležavanje, kao i doradu." Definisane ciljne izjave o viziji proizvoda mogu biti veoma uopštene. Tu ne može da se kaže koja će se specifična nova tehnologija koristiti, niti je nužno odrediti ciljeve i ograničenja funkcija kao što su proizvodnja i uslužne operacije. U cilju pružanja jasne smernice za organizaciju razvoja proizvoda, tim, uglavnom, formuliše detaljnije definisanje ciljnog tržišta i pretpostavke pod kojima će razvojni tim raditi. Ove donete odluke se nalaze unutar osnovnih smernica, kao što je to ilustrovano na slici 3.6.

3.5.1. Osnovne smernice

Osnovne smernice mogu da sadrže neke ili sve sledeće informacije:

- Kratak (jedna rečenica) opis proizvoda. Ovakav, kratak opis identifikuje osnovnu funkciju ovog proizvoda, ali izbegava određeni (podrazumevani) koncept proizvoda. On može, u stvari, da bude izjava o viziji proizvoda.

Osnovne smernice: Multifunkcionalna kancelarijska mašina	
Opis proizvoda	- Mrežna, programabilna, digitalna mašina sa funkcijama kopiranja, štampanja, faksa i skeniranja
Korisni predlozi	- Funkcije višestrukog procesiranja dokumenata na jednoj jedinoj mašini - Povezivanje na kancelarijsku računarsku mrežu
Ključni poslovni ciljevi	- Podrška strategiji vođstva u digitalnoj kancelarijskoj opremi - Služi kao platforma za sve buduće crno-bele proizvode i rešenja
Primarno tržište	- Oko 50% digitalnih proizvoda prodaje se na primarnom tržištu - Ekološki proizvod - Kancelarijska odeljenja, uobičajena brzina štampe (40-65ppm, uobičajen mesečni prosek je 42.000 kopija)
Sekundarno tržište	- Brzo štampanje na tržištu - Male "uslužne" operacije
Pretpostavke i ograničenja	- Nova proizvodna platforma - Tehnologija digitalizacije slika - Kompatibilnost sa određenim softverom - Ulazni uređaji proizvedeni na drugoj lokaciji - Izlazni uređaji proizvedeni na trećoj lokaciji - Novi način obrade slika kreiran u SAD i Evropi
Zainteresovane strane	- Kupci i korisnici - Proizvodne operacije - Servisne operacije - Distributeri i prodavci

Slika 3.6. *Osnovne smernice za Projekat-II*

- Koristan predlog. Ova osnovna smernica jasno opisuje nekoliko kritičnih razloga zbog kojih će kupac kupiti proizvod. U izvesnoj meri ovo je hipoteza, koja će biti potvrđena u toku procesa razvoja koncepta.

- Glavni (ključni) poslovni ciljevi. Pored ciljeva projekta koji podržavaju korporativne strategije, ovi ciljevi obično uključuju ciljeve vezane za vreme, troškove i kvalitet (na primer, vreme uvođenja proizvoda, željeno finansijsko poslovanje, udeo na tržištu).

- Ciljna tržišta(e) za proizvod. Može postojati nekoliko ciljnih tržišta za proizvod. Ovaj deo smernica identifikuje primarno tržište, kao i sekundarno tržište koje treba razmotriti u daljem razvoju proizvoda.

- Pretpostavke i ograničenja koji usmeravaju razvoj. Pretpostavke treba pažljivo kreirati, jer one ograničavaju spektar mogućih koncepata proizvoda, ali i pomažu da se održi upravljanje obimom projekta. Informacije mogu biti priložene smernicama kako bi se dokumentovale odluke o pretpostavkama i ograničenjima.

- Zainteresovane strane. Jedan od načina da se osigura suptilnost razvoja proizvoda je prosleđivanje određenih pitanja kroz eksplicitni spisak svih zainteresovanih strana za proizvod, odnosno, svih grupa ljudi koji su "pogođeni" uspehom ili neuspehom proizvoda. Lista zainteresovanih strana počinje sa krajnjim korisnikom (krajnji spoljni korisnik) i sa spoljnim korisnicima koji treba da odluče o kupovini proizvoda. U ključne aktere su, takođe, uključeni i kupci proizvoda koji se nalaze unutar firme, kao što su prodajna odeljenja, uslužna odeljenja, kao i odeljenja za proizvodnju. Lista zainteresovanih služi kao podsetnik za tim da razmotre potrebe svih koji će biti pod uticajem proizvoda.

3.5.2. Pretpostavke i ograničenja

U okviru osnovnih smernica, tim uzima u obzir strategiju od nekoliko funkcionalnih celina u okviru firme. Od mnogih mogućih funkcionalnih strategija za razmatranje, strategije proizvodnje, usluga i zaštite životne sredine imaju najveći uticaj na `Projekat-II`. U stvari, ovu strategiju vodi `Stručni tim za razvoj proizvoda`.

Može da se postavi jedno razumno pitanje: "Zašto strategije vezane za proizvodnju, usluge i životnu sredinu treba da bude deo osnovnih smernica za novi proizvod?" Alternativno mišljenje je da treba da odluke o ovim pitanjima proizilaze iz potrebe kupaca za novim proizvodom i ne bi trebalo da budu unapred određene. Prvo, za izuzetno složene projekte, kao što je `Projekat-II`, dizajn proizvodnog sistema je projekat sličan po veličini dizajnu samog proizvoda. Kao rezultat toga, proizvodni objekti koji su uključeni u proizvodnju trebalo bi da budu identifikovani veoma rano u procesu. Drugo, neki proizvodi ne moraju da budu striktna posledica potreba i zahteva klijenata. Na primer, većina kupaca neće da direktno insistira na niskom uticaju po i na životnu sredinu. Međutim, pomenute korporacija `Xerox` je odlučila da usvoji lokalnu politiku o ekološki odgovornom dizajnu. U takvim slučajevima, smernice bi trebalo da odražavaju šta su korporativni ciljevi i ograničenja.

Slede neki od problema koje je korporacija `Xerox` razmatrala u uspostavljanju pretpostavki i ograničenja za `Projekat-II`:

- Proizvodnja. I u ovoj preliminarnoj fazi, važno je razmotriti mogućnosti, kapacitete i ograničenja proizvodnih operacija. Širok spektar pitanja može biti relevantan, uključujući:

  - Koji interni proizvodni kapaciteti mogu da se koriste za proizvodnju i montažu proizvoda?
  - Koji ključni dobavljači treba da budu uključeni u razvoj, i kada?
  - Da li su postojeći sistemi za proizvodnju sposobni za proizvodnju novim tehnologijama koje su identifikovane za proizvod?"

- Usluge. U poslovima, gde su usluge od ključne važnosti za uspeh preduzeća, neophodno je da se, takođe, navedu strateški ciljevi po pitanju nivoa kvaliteta usluga. Naporima da se poboljša usluga priključuje se i strateško opredjeljenje za dizajniranje proizvoda koji sadrže nekoliko delova, koji se mogu servisirati brzo.
- Životna sredina. Mnoge kompanije danas razvijaju nove proizvode uzimajući u obzir ekološku održivost.

3.5.3. Planiranje aktivnosti po pitanju kadrova i drugih elemenata

Aktivnosti po pitanju planiranja predprojekata, takođe, su adresirane na određene kadrove i rukovodstvo. Ovo može da uključuje sve ključne članove razvojnih kadrova koji su "prijavljeni" za novi projekat, tj. da se slažu da se posvete rukovođenju celokupnog razvoja proizvoda ili ključnih elemenata proizvoda. Budžeti su, uglavnom, definisani u pomenutom periodu planiranja predprojekata.

Za fundamentalno nove proizvode, budžeti i kadrovski planovi će biti definisani samo za fazu razvoja koncepta. To je zato što su detalji projekta vrlo neizvesni, sve dok se osnovni koncept za novi proizvod ne uspostavi. Detaljnije planiranje će se desiti kada i ako se koncept bude razvijao dalje.

3.6. Uticaj na rezultate i proces – V_a faza

U ovom konačnom koraku u procesu planiranja i strategije, tim bi trebalo da postavi nekoliko pitanja za procenu kvaliteta i procesa i rezultata. Slede neka predložena pitanja:

- Da li je moguće da `povoljan levak` obavi sva potrebna prikupljanje uzbudljivih i raznolikih setova mogućnosti proizvoda?
- Da li proizvodni plan podržava konkurentsku strategiju preduzeća?
- Da li je proizvodni plan trenutna najvažnija mogućnost sa kojom se suočava kompanija?
- Da li su ukupna sredstva izdvojena za razvoj proizvoda dovoljna da slede konkurentske strategije firme?
- Da li se razmatraju kreativni načini za usklađivanje konačnih resursa, kao što su korišćenje proizvodnih platformi, zajednička ulaganja i partnerstva sa dobavljačima?
- Da li osnovni razvojni timovi prihvataju izazove koje su pred njih postavile osnovne smernice?
- Da li su elementi osnovnih smernica u skladu?
- Da li su pretpostavke navedene u osnovnim smernicama zaista potrebne, ili je projekat previše ograničen?
- Da li članovi razvojnog tima imaju slobodu da razvijaju najbolje moguće proizvode?

- Kako mogu procesi planiranja proizvoda da se poboljšaju?
- Da li je moguće poboljšavanje procesa planiranja proizvoda u pojedinim trenucima?

Budući da se osnovne smernice nalaze na dohvat ruke razvojnog tima, moraju se "realno proveriti", pre nego što se nastavi sa razvojnim procesom. Ova rana faza je pravo vreme da se "izleče" poznati nedostaci, da ne bi ti nedostaci postajali sve teži i skuplji, kako razvojni proces napreduje.

Ovo poglavlje objašnjava proces planiranja proizvoda kao postepen proces, u velikoj meri zbog jednostavnosti prezentacije. Međutim, razmišljanja, kritika konzistentnosti i uklapanja trebalo bi da budu aktivni u toku procesa. Pojedinačni koraci u procesu mogu i treba da se istovremeno izvršavaju kako bi se uverili da su mnogi planovi i odluke u skladu jedni sa drugima i sa ciljevima, mogućnostima i ograničenjima firme.



Slika 3.7. *Proizvodni pogoni komercijalnih aviona*

Glava 4

Identifikovanje potreba korisnika - potrošača

Uspešan proizvođač ručnog alata je istraživao rastuće tržište za ručne električne alate. Nakon obavljanja početnog istraživanja, firma je odlučila da uđe na tržište sa akumulatorskim odvrtačem. Slika 4.1 prikazuje nekoliko postojećih proizvoda koji se koriste za odvrtanje i zavrtanje vijaka. Posle više početnih konceptualnih radova, razvojni tim proizvođača je izradio i testirao na terenu nekoliko prototipova. Rezultati su bili obeshrabrujući. Iako su neki od proizvoda bolje izgledali od drugih, na svaki proizvod korisnici su imali određeni prigovor, na jedan ili drugi način. Rezultati su bili prilično misteriozni, budući da je kompanija bila uspešna u vezi potrošačkih proizvoda godinama. Posle mnogo diskusija, tim je odlučio da je proces za identifikovanje potreba kupca bio neadekvatan.



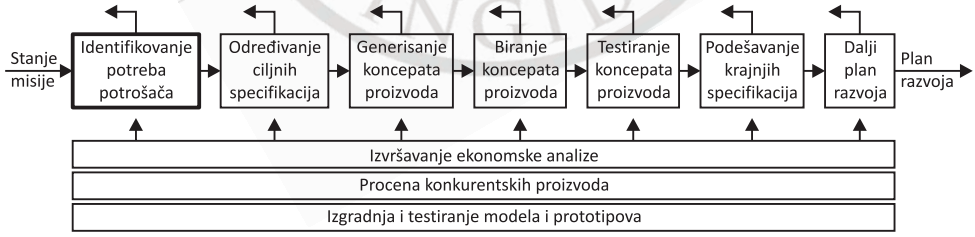
Slika 4.1. *Postojeći proizvodi za odvrtanje i zavrtanje vijaka*

Ovo poglavlje predstavlja metodu za identifikaciju sveobuhvatnog skupa potreba klijenata. Ciljevi metode su:

- Proveriti da li je proizvod fokusiran na potrebe kupaca.
- Identifikovati latentne ili skrivene potrebe, kao i eksplicitne potrebe.
- Obezbediti osnovne činjenice za opravdavanje specifikacije proizvoda.
- Kreirati arhivsku evidenciju potrebnih aktivnosti procesa razvoja.
- Obezbediti da se potrebe ili zahtevi kritičkih korisnika ne propuste ili zaborave.
- Razviti međusobno razumevanje potreba potrošača među članovima razvojnog tima.

Filozofija iza ove metode je da se kreiraju kvalitetne informacije o kanalima koji radi direktno između kupaca na ciljnom tržištu i razvojnih timova proizvoda. Ova filozofija se zasniva na pretpostavci da oni koji moraju da direktno kontrolišu detalje o proizvodu, uključujući i inženjere i industrijske dizajnere, moraju da imaju interakciju sa kupcima, kako bi stekli iskustva o sredinama u kojima se koriste proizvodi. Bez direktnog iskustva, nije verovatno da će tehnički kompromisi biti korektno napravljeni, inovativna rešenja za potrebe kupaca možda nikada neće biti otkrivena, a razvojni tim ne može da razvije duboku posvećenost ispunjavanju potreba klijenata.

Proces identifikovanja potreba potrošača je sastavni deo šireg procesa razvoja proizvoda i blisko su povezani sa generisanjem konceptualnih rešenja, izborom konceptualnih rešnja, "takmičarskim" upoređivanjem i formiranjem specifikacija proizvoda. Aktivnosti po pitanju identifikovanja potreba kupaca (potrošača) prikazane su na slici 4.2 u odnosu na druge početne i krajnje aktivnosti razvoja proizvoda, koji zajedno mogu da se posmatraju kao faze razvoja koncepta (konceptualnog rešenja).



Slika 4.2. *Identifikovanje potreba potrošača u odnosu na druge aktivnosti*

Proces razvoja koncepta, ilustrovan na slici 4.2, podrazumeva razliku između potrebe kupca i specifikacije proizvoda. Ova razlika je suptilna, ali značajna. Potrebe su u velikoj meri nezavisne od bilo kog proizvoda koji bi se mogao razvijati. Tim, koji bi trebalo da bude u stanju da identifikuje potrebe klijenata, ne zna da li će se i kako će se, na kraju, usaglasiti te potrebe. Sa druge strane, specifikacije ne zavise od koncepta koji se bira. Specifikacije proizvoda, za koji je odlučeno da će se razvijati, zavisiće od toga šta je tehnički i ekonomski izvodljivo i na ono što konkurenti nude na tržištu, kao i na potrebe kupaca. Takođe, treba imati na umu da je izabrana reč `potreba` da se koristi da bi

označila bilo koji potencijalni atribut koji je tražen od strane korisnika, a ovde se ne pravi razlika između želja i potreba. Ostali pojmovi upotrebljeni u industrijskoj praksi se odnose na potrebe klijenata, koje uključuju `atribute korisnika` i `zahteve korisnika`.

Identifikovanje potrebe kupaca je samo po sebi proces, za koji će se predstaviti metoda u pet koraka. Tih pet koraka su:

1. Prikupljanje "sirovih" (neobrađenih) podataka o potrebama korisnika.
2. Tumačenje "sirovih" (neobrađenih) podataka u smislu potreba klijenata.
3. Organizovanje potreba po hijerarhiji na primarne, sekundarne i (ako je potrebno) tercijarne potrebe.
4. Utvrđivanje relativne važnosti (značaja) potreba.
5. Odražavanje (uticaj) na rezultate i proces.

Biće objašnjen svaki od ovih pet koraka i biće naglašene ključne tačke, gde je kao primer uzet akumulatorski odvrtač. Izabran je običan odvrtač (šrafciger), jer je dovoljno jednostavan kako se ne bi došlo u situaciju da je metoda sakrivena (nerazumljiva) zbog složenosti primera. Međutim, treba imati na umu da je ista metoda, uz manje adaptacije, uspešno primenjena na stotine proizvoda, u rasponu od kuhinjskog pribora koji košta manje od 10 dolara (evra), pa do alatnih mašina koje koštaju više stotina hiljada dolara (evra).

Osnovne smernice: Projekat odvijača (odvrtača)	
Opis proizvoda	- Ručni odvijač, snaga se ostvaruje odgovarajućim pomoćnim uređajima koji mogu da se montiraju
Korisni predlozi	- Mogućnost bržeg i lakšeg odvijanja, nego rukom
Ključni poslovni ciljevi	- Proizvod predstaviti u zadnjem kvartalu godine kada je “krenuo” projekat - 10% udela na tržištu akumulatorskih odvijača za dve godine
Primarno tržište	- Potrošači koji koriste ove uređaje kod kuće
Sekundarno tržište	- Povremeni potrošači - Poluprofesionalci
Pretpostavke i ograničenja	- Ručni odvijač - Pomoćno napajanje - Izmenjiva baterija
Zainteresovane strane	- Kupci i korisnici - Trgovci na malo - Trgovci na veliko - Uslužni centri - Proizvodnja - Određena odeljenja

Slika 4.3. *Osnovne smernice za akumulatorski odvrtač*

Pre početka razvoja projekta, firma obično određuje svoje mesto na tržištu i postavlja široka ograničenja i ciljeve projekta. Ove informacije se često formalizuju kao osnovne smernice (ponekad se, takođe, nazivaju izvod iz dizajna). Osnovne smernice određuju u kom pravcu treba da se ide, ali generalno ne navodi precizno odredište ili određeni način za nastavak. Osnovne smernice su rezultat aktivnosti planiranja proizvoda koje su opisane u trećem poglavlju. Osnovne smernice za akumulatorski odvrtač su prikazane na slici 4.3.

Kategorija proizvoda akumulatorskih odvrtača je već relativno dobro razvijena. Takvi proizvodi su posebno pogodni za strukturiran proces za otkrivanje potreba klijenata. Može da se postavi i jedno razumno pitanje: "Da li je strukturiran metod efikasan za potpuno nove kategorije proizvoda za koje kupci nemaju iskustva?" Neophodan uslov za uspeh proizvoda je da se ponudi proizvod sa uočenim prednostima za kupca. Proizvodi nude pogodnosti kada su u stanju da zadovoljavaju potrebe. Ovo važi bez obzira da li je reč o proizvodu koji predstavlja varijaciju postojećeg proizvoda ili o potpuno novom proizvodu. Razvoj potpuno nove kategorije proizvoda je rizičan poduhvat, i donekle jedini pravi pokazatelj da li su potrebe potrošača ispravno identifikovane je da li se kupcima sviđaju prvi prototipovi. Ipak, strukturirane metode za prikupljanje podataka od korisnika i dalje su korisne i mogu da smanje rizik u razvoju radikalno novih proizvoda. Bez obzira da li su kupci u mogućnosti ili ne, da u potpunosti iskažu svoje potrebe, interakcije sa kupcima na ciljnom tržištu će pomoći razvojnom timu da izgradi lični stav o okruženju korisnika i o njihovim tačkama gledišta. Ova informacija je uvek korisna, čak i ako to ne dovede do identifikacije svake potrebe na koju treba da obrati pažnju novi proizvod.

4.1. Skupljanje neobrađenih (sirovih) podataka o potrebama korisnika – I_b faza

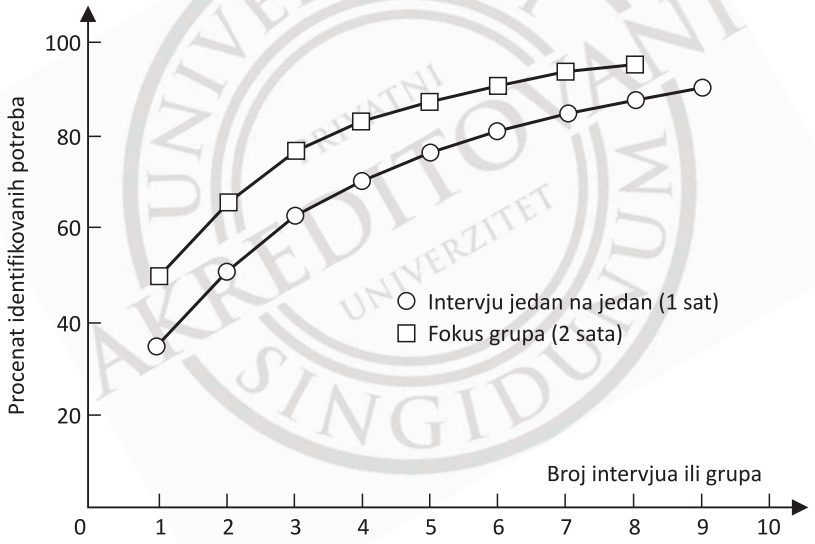
U skladu sa osnovnom filozofijom stvaranja kvalitetnih informacionih kanala direktno od kupaca, prikupljanje podataka uključuje kontakt sa kupcima i iskustva sa korisničkim okruženjem samog proizvoda. Tri metode se najčešće koriste:

1. Intervjui. Jedan ili više članova razvojnog tima razgovara o potrebama sa jednim korisnikom. Intervjui se obično održavaju u okruženju korisnika i obično traju jedan do dva sata.

2. Fokus grupe. Moderator omogućava dva sata razgovora sa grupom od 8 do 12 kupaca. Priča sa fokus grupom se, uglavnom, obavlja u posebnoj sobi opremljenoj sa dvosmernim ogledalom, koje omogućava nekolicini članova razvojnog tima da nadgledaju grupu. U većini slučajeva, moderator je profesionalni istraživač tržišta, mada tu funkciju može da obavlja i član razvojnog tima. Postupak se obično snima (i slika i ton). Učesnicima se obično plaća skromna naknada (od 50 do $100\$$ svakom) za njihovo prisustvo. Ukupni troškovi fokus grupe, uključujući i iznajmljivanja soba, naknade za učesnike, snimanje i osveženja, je oko $5.000\$$. U većini slučajeva, ova priča sa fokus grupama se tretira kao istraživanje tržišta.

3. Posmatranje proizvoda u upotrebi. Gledanje klijenata kako koriste postojeći proizvod ili kako će da izvrši zadatak za koji je novi proizvod namenjen, može da otkrije važne detalje o potrebama kupaca. Na primer, klijent koji farba kuću može da koristi šrafciger (odvijač) za otvaranje konzerve sa bojom, pored njegove osnovne namene (odvrtanje i zavrtanje vijaka). Posmatranja mogu biti potpuno pasivna, bez direktne interakcije sa kupcima, ili mogu da se uključe da rade "rame uz rame" sa klijentima, omogućavajući članovima razvojnog tima da razviju iskustvo iz prve ruke kako se koristi proizvod. U idealnom slučaju, članovi tima mogu da posmatraju primenu proizvoda u stvarnom korisničkom okruženju.

Neki praktikanti se oslanjaju na pisane ankete za prikupljanje sirovih podataka. Dok je pisana anketa (poslata poštom ili Web bazirana) veoma korisna kasnije u procesu, ne može se preporučiti ovaj pristup za početne napore da se identifikuju potrebe kupaca; napisana (pismena) istraživanja jednostavno ne daju dovoljno informacija o korisničkom okruženju proizvoda, i ona su, uglavnom, neefikasna po pitanju otkrivanja nepredviđenih potreba.



Slika 4.4. *Odnos rezultata pojedinačnih intervjua i priče sa fokus grupama u cilju otkrivanja korisničkih potreba*

Dijagram na slici 4.4 pokazuje da jedan dvočasovni intervju fokus grupa otkriva isti broj potreba kao dva jednosatna pojedinačna intervjua. Zbog toga što su intervjui obično jeftiniji (po satu) od fokus grupa i intervjua, i zbog toga što često omogućava razvojnom timu proizvoda da doživi korisničko okruženje proizvoda, preporučuje se da razgovori budu primarna metoda prikupljanja podataka. Intervjui mogu biti dopunjeni sa jednom ili dve fokus grupe, kao način da se omogući glavnom rukovodstvu da poštuju grupe kupaca ili kao mehanizam za deljenje iskustava zajedničkih kupaca (putem videa) sa članovima većeg tima. Neki praktičari veruju da za određene proizvode i grupe klijenata, interakcije među učesnicima fokus grupa može izmamiti raznovrsnije potrebe, nego što se obavi preko intervjua, iako ovo verovanje nije snažno podržano od strane istraživanja.

4.1.1. Izbor korisnika

Može da se postavi pitanje koliko je kupaca potrebno intervjuisati kako bi se pokazala većina potreba korisnika. U jednoj studiji, procenjuje se da je 90% potreba potrošača "vezanih" za ručni frižider otkriveno nakon 30 intervjua. U drugoj studiji, procenjuje se da je 98% potreba potrošača za deo kancelarijske opreme otkriveno posle 25 sati prikupljanje podataka i u fokus grupama i intervjuima. Kao praktični vodič za većinu proizvoda, obavljanje manje od 10 intervjua je verovatno neadekvatno, dok je 50 intervjua verovatno previše. Međutim, razgovori se mogu sprovoditi sekvencijalno i proces može biti prekinut kad više nema potreba za dodatnim razgovorima. Ove smernice se odnose na slučajeve u kojima se razvojni tim bavi jednim segmentom tržišta. Ukoliko tim želi da sagleda potrebe klijenata iz više različitih segmenata, onda će tim morati da sprovede 10 ili više intervjua u svakom segmentu. Koncept razvojnih timova koji imaju u sebi više od 10 ljudi obično prikupljaju podatke od dosta kupaca jednostavnim uključivanjem mnogo timova u proces. Na primer, ako tim ima 10 članova koji su podeljeni u pet parova, gde svaki par sprovodi 6 intervjua, onda tim vodi 30 razgovora ukupno.

Potrebe mogu biti efikasnije identifikovane intervjuisanjem vodećih (glavnih) korisnika i/ili ekstremnih (krajnjih) korisnika. Vodeći korisnici su kupci koji imaju određene potrebe mesecima ili godinama, u odnosu na većinski deo tržišta i imaju znatne koristi od inovacija proizvoda. Ovi kupci su posebno korisni izvori podataka iz dva razloga:

1. često su u stanju da definišu svoje novonastale potrebe, jer su morali da se bore sa neadekvatnostima postojećih proizvoda, i
2. oni, možda, imaju potencijalno rešenje za njihove potrebe.

Ekstremni korisnici su oni koji koriste proizvod na neobičan način, ili koji imaju posebne potrebe. Na primer, ekstremni korisnici odvijača mogu biti ljudi koji imaju ograničene vizije ili stručnost ili su to oni koji koriste alatku profesionalno svaki dan. Ekstremni korisnici mogu da pomognu razvojnom timu da identifikuju potrebe kako bi se proizvod nalazio u glavnim tokovima na tržištu, ali je važno i da se uoče prilike i za konkurentsku prednost.

Pitanje izbora klijenata koje bi trebalo uključiti u intervju je komplikovano kada nekoliko različitih grupa ljudi može da se smatra "kupcima" ili "potrošačima". Za mnoge proizvode, jedna osoba (kupac) donosi odluku za kupovinu i drugo lice (korisnik), zapravo, koristi proizvod. Dobar pristup je da se prikupe podaci od krajnjeg korisnika proizvoda u svim situacijama, kao i u slučajevima kada su druge vrste kupaca i interesne grupe izuzetno važne, kako bi se prikupili podaci od tih ljudi za opšte dobro.

Matrica za izbor korisnika je korisna za planiranje, istraživanje tržišta i različitih kupaca. Sugerisano je da se tržišne segmenti izlistaju na levoj strani matrice, dok su različiti tipovi kupaca navedeni na vrhu, kao što je to prikazano na slici 4.5. Broj kontakata se unosi u svako polje (ćeliju) kako bi se pokazala "dubina" pokrivenosti.

Za industrijske i komercijalne proizvode, aktuelno lociranje korisnika je obično stvar obavljanja telefonskih poziva ili slanje elektronske pošte (*e-mail*). Tokom razvoja takvih proizvoda u postojećim firmama, prodajna odeljenja često prosleđuju imena kupaca, mada razvojni tim mora biti pažljiv sa izborom kupaca prema, možda, specifičnim odnosima sa

određenim proizvođačima. Web ili telefonski imenik mogu da se koriste za identifikaciju imena nekih tipova kupaca za neke klase proizvoda (na primer, građevinski radnici ili agenti osiguranja).

	Glavni korisnici	Korisnici	Trgovac ili prodajno mesto	Uslužni centri
Kućna varijanta (povremena upotreba)	0	5	2	3
Praktična upotreba (česta upotreba)	3	10		
Profesionaci (stalna upotreba)	3	2	2	

Slika 4.5. *Matrica za izbor korisnika unutar projekta o odvrtaču*

Za proizvode koji su sastavni deo posla kupca, dobijanje pristanka na intervju je obično jednostavna priča, jer ova vrsta kupaca uvek želi da razgovara o njihovim potrebama. Za potrošačke proizvode, kupci mogu biti locirani putem telefonskih poziva ili slanjem pitanja elektronskom poštom. Medutim, organizovanje više (skupa) intervjua za potrošačke proizvode uglavnom zahteva više pitanja nego za industrijske ili komercijalne proizvode, jer je korist od učešća u intervjuu manje direktna za ove korisnike.

4.1.2. Kako doći do podataka o potrebama korisnika?

Ovde pomenute tehnike su usmerene, pre svega, na ispitivanje krajnjih korisnika, ali ove metode se primenjuju na sve tri metode za prikupljanje podataka i na sve vrste zainteresovanih strana. Osnovni pristup je da se bude pažljiv prema informacijama koje obezbeđuju korisnici i da se izbegne konfrontacija ili odbrambeni stavovi. Prikupljanje podataka se veoma razlikuje od prodaje – cilj je da izaziva iskreno izražavanje potreba, a ne da se kupac ubeđuje o tome šta on ili ona treba. U većini slučajeva interakcija sa korisnikom se obavlja verbalno; anketari postavljaju pitanja i kupci odgovoraju. Vodič pripremljenog intervjua je dragocen za strukturiranje ovog dijaloga. Nekoliko korisnih pitanja i upita za korišćenje da se anketar predstavi i objasni svrhu intervjua su:

- Kada i zašto se koristi ova vrstu proizvoda?
- Objasniti tipičnu upotrebu proizvoda.
- Šta se korisnicima sviđa na postojećim proizvodima?
- Šta korisnici vole u vezi postojećih proizvoda?
- Koja pitanja se uzimaju u obzir prilikom kupovine proizvoda?
- Koja bi poboljšanja trebalo napraviti na proizvodu?

Slede neki opšti saveti za efikasnu interakciju sa korisnicima:

- Pratiti situaciju. Ukoliko kupac pruža korisne informacije, ne bi trebalo brinuti da li je sve u skladu sa vodičem intervjua. Cilj je da se prikupi važni podaci o potrebama kupaca, a ne da se ispoštuje vodič za intervjue u dodeljeno vreme.

- Koristiti vizuelne elemente i rekvizite. Najbolje bi bilo doneti i prikazati zbirku postojećih i konkurentskih proizvoda, ili čak proizvode koji su površno "vezani" za proizvod u razvoju. Na kraju sesije, anketari možda mogu pokazati i neke preliminarne koncepte proizvoda da bi se dobile početne reakcije kupaca za različite pristupe.

- Suzbijanje unapred usvojenih hipoteza o proizvodnoj tehnologiji. Korisnici će često napraviti neke pretpostavke o konceptualnom rešenju proizvoda očekujući da će zadovoljiti njihove potrebe. U ovakvim situacijama, anketari treba da izbegavaju razgovor sa pretpostavkama o tome kako će proizvod na kraju biti projektovan ili proizveden. Kada kupci pominju specifične tehnologije, ili karakteristike proizvoda, ispitivač bi trebalo da razjasni sve oko osnovnih potreba kupaca, verujući da bi ih predloženo rešenje zadovoljilo.

- Da li je kupac zainteresovan za proizvod i/ili tipične zadatke vezane za proizvod? Ako se intervju vodi u korisničkom okruženju, onda su pokazne demonstracije pogodne i stalno otkrivaju nove informacije.

- Trebalo bi biti oprezan po pitanju iznenadnih upozorenja. Ako kupac pominje nešto iznenađujuće, anketar bi trebalo da nastavi u tom pravcu sa pratećim pitanjima. Često, neočekivani pravci ispitivanja će pokazati latentne potrebe, važnu dimenziju potreba kupaca koje nisu ni ispunjene, ni često razjašnjene.

- Treba obratiti pažnju na neverbalne informacije. Opisani proces ima za cilj razvijanje boljeg fizičkog proizvoda. Nažalost, reči nisu uvek najbolji način da se komunicira o potrebama i njihovim vezama sa fizičkim svetom. Ovo se naročito odnosi na potrebe koje uključuju ljudske dimenzije proizvoda, kao što su komfor, imidž ili stil. Razvojni tim mora da bude konstantno svestan neverbalnih poruka koje stižu od korisnika. Kakvi su im izrazi lica? Koliko drže do konkurentskih proizvoda?

Trebalo bi imati na umu da mnoga predložena pitanja i uputstva pretpostavljaju da kupac ima neka saznanja o proizvodima koji su slični novim proizvodima u razvoju. Ovo je skoro uvek tačno. Na primer, čak i pre nego što je prvi akumulatorski odvrtač postao dostupan, ljudi su instaliri neka poboljšanja. Ne može da se zamisli proizvod tako revolucionaran da nema neki analogan proizvod ili zadatak iz kojeg razvojni tim ne bi mogao nešto da nauči. Međutim, u slučaju prikupljanja potreba koje se odnose na zaista revolucionarne proizvode sa kojima korisnici nemaju iskustva, pitanja za intervju treba da budu fokusirana na zadatak ili situaciju u kojoj će se primeniti novi proizvod, a ne na sâm proizvod.

4.1.3. Dokumentovanje interaktivnih kontakata sa korisnicima

Četiri metode se obično koriste za evidentiranje interakcije sa kupcima:

1. Audio zapis. Pravljenje audio snimka razgovora je vrlo jednostavan proces. Nažalost, prevođenje snimka u tekst je vrlo dugotrajan proces, tako da to može da bude skupo. Takođe, audio snimanje ima manu, jer može da uplaši neke klijente.

2. Napomene, beleške. Rukom pisane beleške su najčešći način dokumentovanja razgovora. Određivanje jedne osobe kao primarnog notara dozvoljava drugim osobama da se koncentrišu na efikasno ispitivanje. Notar (beležnik, zapisničar) treba da nastoji da "uhvati" neke od formulacija svakog pojedinog kupca. Ove beleške, ako je prepisao odmah nakon intervjua, može da koristi za kreiranje izveštaja o intervjuu. Ovo pisanje izveštaja, odmah nakon intervjua, takođe olakšava razmenu saznanja između anketara.

3. Video zapis. Video snimanje se skoro uvek koristi za dokumentovanje sednica fokus grupa. Takođe je vrlo korisno za dokumentovanje posmatranja kupca u korisničkom okruženju i/ili upotrebe postojećih proizvoda. Video zapis je korisan za brzo upoznavanje sa situacijom novih članova tima, a takođe je korisno kao "sirov materijal" za prezentacije rukovodtsvu. Video snimanje je, takođe, korisno za snimanje mnogih aspekata životne sredine krajnjeg korisnika.

4. Još uvek fotografija. Fotografisanje pruža mnoge pogodnosti u odnosu na video snimanja. Primarne prednosti fotografisanja pokrivaju lakši prikaz fotografija, odličan kvalitet slike, kao i dostupnu opremu. Primarni nedostatak je nemogućnost da se u zapis unesu dinamičke informacije.

Konačan rezultat faze procesa prikupljanje podataka je skup sirovih podataka, obično u obliku izjava kupaca, ali često dopunjenih video zapisima ili fotografijama. Šabloni za podatke implementirani u unakrsnoj tabeli su korisni za organizovanje ovih sirovih podataka. Slika 4.6 je primer takvog šablona. Preporučuje se da šablon bude popunjen što je pre moguće, nakon obavljenog razgovora i interakcije sa klijentima i da se uredi (prekontroliše) sa ostalim članovima razvojnog tima koji su bili prisutni tokom interakcije. Prva kolona u glavnom telu šablona sadrži pitanja ili upite na osnovu kojih se dobijaju odgovori i podaci od klijenata. Druga kolona predstavlja listu doslovnih izjava koje su uzete od kupaca i akcija na osnovu posmatranja kupaca (iz video zapisa ili iz direktnih posmatranja). Treća kolona sadrži sirove podatke o podrazumevanim potrebama potrošača.

Završni zadatak u I_b fazi je da se napiše zahvalnica korisnicima koji su uključeni u proces. To je normalna stvar, jer će razvojni tim morati da zatraži dodatne informacije od klijenata, tako da su razvoj i održavanje dobrog odnosa sa korisnicima izuzetno važni.

4.2. Tumačenje neobrađenih podataka u smislu potreba korisnika – II_b faza

Potrebe kupaca su izražene kao pismene izjave i predstavljaju rezultat tumačenja osnovnih potreba na osnovu prikupljneih sirovih podataka od kupaca. Svaka izjava ili posmatranje (navedene u drugoj koloni šablona sa podacima) može da se prevede na bilo koju potrebu korisnika. Očigledna stvar je da će više različitih analitičara prevesti iste beleške razgovora

u različite potrebe, tako da je korisno imati više od jednog člana tima koji vodi proces prevođenja ili tumačenja.

Pitanje/Upit	Izjava kupca (potrošača)	Interpretirane potrebe
Najčešće se koristi	Hoću da odvijam vijke (šrafove) brže nego ručno.	ODV radi brže nego da korisnik taj posao radi ručno.
	Ponekad radim sa kablovima; koristim metalne zavrtnjeve za lim.	ODV može da koristi metalne zavrtnjeve za lim.
	Mnogo električnih elemenata; prekidači, utičnice, ventilatori, kuhinjski aparati.	ODV može da koristi šrafove za električne uređaje.
Voli - tekući alat	Volim oblik pištolja; oseća se najbolje.	Takav ODV je udoban za držanje.
	Volim da ima magnet.	Vrh ODV može da zadržava vijak pre nego što se upotrebi.
Ne voli - tekući alat	Ne volim kada vrh klizi preko glave šrafa (zavrtnja).	Vrh ODV ostaje usklađen sa glavom zavrtnja bez klizanja.
	Voleo bih da mogu da ga "zaključam" i da ga koristim i kada je baterija prazna.	Korisnik može ručno da primeni obrtni moment na ODV (kada je baterija prazna).
	Ne mogu da zavrnem šraf u tvrdo drvo.	ODV može da zavrni šraf u proizvoljno tvrdo drvo.
Predložena poboljšanja	Treba mi dodatak kako bih mogao da radim sa malim rupama.	ODV može da pristupi šrafovima na kraju dubokih uskih rupa.
	Treba mi mogućnost da uklonim boju sa zavrtnja (šrafa).	ODV omogućava rad korisniku da radi sa ofarbanim šrafovima.
	Bilo bi lepo da imam mogućnost primene "čekić" varijante.	ODV može da se koristi za kreiranje "udarnih" rupa.

Slika 4.6. *Šablon za podatke dobijene od korisnika (ODV je skraćenica za odvrtač ili šrafciger)*

U nastavku sledi pet smernica za pisanje potrebnih izjava. Prve dve su osnovne smernice i neophodne su da bi se izvršilo efikasno prevođenje; preostale tri smernice omogućavaju primenu doslednosti fraz i stilova za sve članove tima. Slika 4.7 daje primere kako bi se ilustrovala svaka smernica.

- Izraziti potrebu u smislu onoga ŠTA proizvod može da radi, a ne u smislu KAKO da to uradi. Kupci često izražavaju preferencije opisujući konceptualno rešenje ili pristup primeni, međutim, potrebna izjava treba da bude izražena u nezavisnom smislu od određenog tehnološkog rešenja.
- Izraziti izričito potrebu kao što je to kod sirovih podataka. Potreba može biti izražena na mnogim različitim nivoima detalja. Da bi se izbegao gubitak informacija, trebalo bi izražavati potrebe na istom nivou detalja, kao kod sirovih podataka.
- Koristiti pozitivne, a ne negativne, fraze. Naknadni prevod potreba u specifikaciju proizvoda je lakši ako potrebe izražene u pozitivnoj konotaciji. Ovo nije kruta smernica, jer je ponekad sama pozitivna konotacija vrlo teška i veoma nezgodna.

- Izraziti potrebu kao atribut (osobinu) proizvoda. Tekst izjave o potrebama proizvoda osigurava konzistentnost i omogućava kasniji prevod na specifikacije proizvoda. Nije moguće sve potrebe izraziti kao "čiste" atribute proizvoda, međutim, i u većini ovih slučajeva potreba se može izraziti kao atribut korisnika proizvoda (na primer, "korisnik može ručno da primeni moment uvijanja na dršku šrafcigera").

- Izbegavati reči MORA i TREBA. Reči `mora` i `treba` sugerišu nivo značaja potrebe. Umesto da se neusiljeno dodeljuje binarni značaj ocena (`mora` naspram `treba`) za potrebe u ovom trenutku, preporučuje se odložena procena važnosti svake potrebe do IV_b faze.

Smernica	Izjava korisnika	Ispravno tumačenje izjave	Pogrešno tumačenje izjave
"Šta", ne "kako"	"Zašto se ne stave zaštitni elementi oko kontakata na bateriji?"	Baterija odvijača je zaštićena od slučajnih kratkih spojeva.	Kontakti baterije na odvijaču su pokriveni plastičnim poklopcima.
Specifičnost	"Meni ispada moj odvijač sve vreme iz ruku."	Odvijač radi normalno posle ponovljenih padova.	Odvijač je robustan.
Pozitivno, ne negativno	"Nije bitno da li pada kiša; ja još treba da radim subotom napolju."	Odvijač radi normalno na kiši.	Odvijač nije onemogućen kišom.
Osobina proizvoda	"Hteo bih da napunim bateriju iz upaljača za cigarete u kolima."	Baterija može da se puni iz automobilskog upaljača za cigarete.	Adapter upaljača za cigarete u kolima može da napuni bateriju odvijača.
Izbeći "mora" i "treba"	"Mrzim kada ne znam koliko je još ostalo kiseline u baterijama na odvijaču."	Odvijač omogućava indikaciju nivoa energije baterije.	Odvijač treba da obezbedi pokazatelj energetskog nivoa baterije.

Slika 4.7. *Primer pisanja smernica*

Spisak potreba potrošača je nadskup svih potreba dobijenih od svih ispitanih kupaca na ciljnom tržištu. Neke potrebe ne mogu biti tehnološki ostvarljive. Ograničenja tehničke i ekonomske opravdanosti su uključena u proces uspostavljanja specifikacije proizvoda u narednim koracima razvoja. U nekim slučajevima, kupci će imati izrazito konfliktne zahteve i potrebe. U ovom trenutku u procesu tim ne pokušava da to rešava, ali jednostavno dokumentuje sve potrebe. Odlučivanja o konfliktnim potrebama je jedan od izazova naknadne aktivnosti razvoja koncepta.

4.3. Hijerarhijsko organizovanje potreba – III_b faza

Rezultat faza I_b i II_b bi trebalo da bude spisak od 50 do 300 izjava o potrebama. Tako veliki broj detaljnih potreba je nezgodan za rad i teško ih sumirati za upotrebu u kasnijim razvojnim aktivnostima. Cilj faze III_b je da organizuje ove potrebe u hijerarhijske liste. Lista će se obično sastojati od skupa primarnih potreba, gde će svaka od njih karakterisati niz sekundarnih potreba. U slučajevima veoma kompleksnih proizvoda, sekundarne

potrebe mogu biti podeljene na tercijarne potrebe i tako dalje. Primarne potrebe su najopštije potrebe, dok sekundarne i tercijarne potrebe izražavaju potrebe za više detalja.

Postupak za organizovanje potreba u hijerarhijskoj listi je intuitivan, a mnogi timovi mogu da uspešno završe zadatak bez detaljne instrukcije. Za svaki slučaj, obezbeđena je procedura korak po korak. Ove aktivnosti se najbolje vide ako se odštampaju i okače na zid ili ako se stave na velike stolove malih grupa članova tima.

1. **Odštampati ili zapisati svaku izjavu o potrebama na posebnu karticu**. Napisani makro za štampu može lako da odštampa pismene izjave o potrebama direktno iz šablona sa podacima. Lepa karakteristika ovog pristupa je u tome što naziv potrebe može da se odštampa velikim slovima u centru karticu, a zatim originalne izjave kupaca i druge relevantne informacije mogu da se štampaju malim slovima na dnu kartice. Četiri kartice se mogu iseći sa standardnog odštampanog lista.

2. **Eliminisati suvišne izjave**. Kartice koje u sebi sadrže slične ili iste izjave o potrebama mogu da se spoje zajedno i da se tretiraju kao jedna kartica. Treba biti pažljiv u ovom poslu i treba konsolidovati samo one izjave koje su identične po smislu.

3. **Grupisati kartice po sličnosti izraženih potreba**. U ovom trenutku, tim bi trebalo da stvori grupe od oko tri do sedam kartica koje izražavaju slične potrebe. Logika kojom se stvaraju grupe zaslužuje posebnu pažnju. Razvojni timovi često stvaraju grupe u zavisnosti od tehnološke perspektive, grupisanja potrebe u vezi sa, na primer, materijalima, ambalažom ili snagom. Stvaraju se i grupe na osnovu pretpostavljenih fizičkih komponenti kao što su zid, prekidači i baterije. Oba ova pristupa su opasna. Trebalo bi se podsetiti da je cilj ovog procesa stvaranje opisa potreba klijenta. Iz tog razloga, grupe bi trebalo formirati tako da budu u skladu sa načinom na koji korisnici misle o svojim potrebama, a ne sa načinom na koji razvojni tim razmišlja o proizvodu. Grupe treba da odgovaraju potrebama kupaca. U stvari, neki praktičari koriste proces u kojem korisnici zapravo organizuju izjave o potrebama.

4. **Trebalo bi imenovati svaku grupu**. Oznaka ili etiketa grupe treba da generalizuje sve potrebe u grupi. Može biti izabrana iz jedne od potreba u grupi, ili tim može da napiže novu izjavu o potrebama.

5. **Razmisliti o kreiranju supergroupe koja će se sastojati od dve do pet grupa**. Ako ima manje od 20 grupa, onda je, verovatno, dovoljno dva nivoa hijerarhije da bi se organizovali podaci. U ovom slučaju, u prvoj grupi bi bile primarne potrebe, a u drugoj grupi sekundarne potrebe. Međutim, ako postoji više od 20 grupa, tim može da razmisli o kreiranju supergroupe, i samim tim i o trećem novou u hijerarhiji. Proces kreiranja supergroupe je identičan procesu kreiranja grupa.

6. **Pregledati i urediti organizovane izjave o potrebama**. Ne postoji jedan jedini tačan raspored potreba u hijerarhiji. U ovom trenutku, tim, može da razmisli o alternativnim grupacijama ili etiketama, i može da predloži drugu grupu za alternativne aranžmane.

Proces je mnogo komplikovaniji kada tim pokuăava da odražava potrebe dva ili više različitih tržišnih segmenata. Postoje najmanje dva pristupa koji se mogu preduzeti. Prvo, tim može oznaku svake potrebe da usaglasi sa segmentom, i eventualno imenom kupca od koga je dobio izjavu o potrebama. Na ovaj način, razlike u potrebama po segmentima se mogu direktno posmatrati. Jedna praktična vizuelna tehnika za etiketiranje je da se koriste različite boje papira za karte na kojima su zapisane izjave o potrebama, gde svaka boja odgovara različitom segmentu tržišta. Drugi pristup za višesegmentno tržište je da se izvrši odvojeno grupisanje procesa za svaki segment tržišta. Koristeći ovaj pristup, tim može da posmatra razlike kako njima najviše odgovoara i na način na koji su te potrebe najbolje organizovane.

4.4. Definisanje relativnog značaja pojedinačnih potreba – $\mathrm{IV_b}$ faza

Hijerarhijska lista, sama po sebi, ne pruža nikakvu informaciju o relativnoj važnosti kako kupci rangiraju različite potrebe. Ipak, razvojni tim će morati da napravi kompromis i alokacije resursa u dizajniranju proizvoda. Smisao relativnog značaja različitih potreba je od suštinske važnosti za pravilno donošenje ovih kompromisa. Faza $\mathrm{IV_b}$ u procesiranju potreba utvrđuje relativni značaj potreba kupaca identifikovanih u fazama od $\mathrm{I_b}$ do $\mathrm{III_b}$. Rezultat ove faze je numerička "težinska" važnost za podskup potreba. Postoje dva osnovna pristupa ovom zadatku: (1) oslanjajući se na konsenzus članova tima na osnovu njihovog iskustva sa klijentima, ili (2) oslanjajući se na značaj procene daljih anketa kupaca. Očigledan kompromis između ova dva pristupa se ogleda u odnosu cena i brzina i tačnosti – tim može da napravi procenu relativnog značaj potreba na osnovu jednog sastanka, a anketiranje kupaca uglavnom traje, najmanje, dve nedelje. U većini slučajeva anketiranje korisnika i istraživanje tržišta je važno i vredno potrebnog vremena da se završi. Drugih razvojni zadaci, kao što su generisanje koncepta i analiza konkurentnih proizvoda, mogu da počnu pre nego što je kompletirano istraživanje.

Do ovog trenutka, razvojni tim je trebao da razvije odnos sa grupom kupaca. Ti isti korisnici mogu da ocene relativni značaj potreba koje su identifikovane. Istraživanje se može obaviti lično, putem telefona, putem Interneta ili poštom. Nekoliko kupaca će da odgovori na ankete, a od njih se traži da ocene značaj 100 potreba, tako da će tim, obično, raditi samo sa podskupom potreba. Broj praktičnih ograničenja na koje treba da obrate kupci u anketi je oko 50. Ova ograničenje nisu previše teška, jer su mnoge potrebe ili očigledno važne (na primer, odvijač se uklapa u kutiju sa alatkama lako), ili se lako implementiraju (na primer, odvijač sprečava nehotično isključivanje). Tim, stoga, može da ograniči obim istraživanja ispitivanjem kupaca samo o potrebama koje će verovatno dovesti do značajnih tehničkih kompromisa ili do skupih funkcija u dizajnu proizvoda. Takve potrebe treba da uključe promenljivu brzinu rada, mogućnost da se zašrafe vijci u tvrdo drvo i odvijač, tokom rada, emituje prijatan zvuk. Alternativno, tim bi mogao da pokrene dodatna istraživanja gde će pitati razne kupce o različitim listama podskupova potreba i, na taj način, upotpuniti potrebne zahteve za dizajn.

Odgovori na anketu za svaku navedenu potrebu mogu da se okarakterišu na različite nači-

ne: po značaju, po standardnoj devijaciji ili po broj odgovora u svakoj kategoriji. Odgovori se mogu koristiti da bi se dodelila težina značaja za izjave o potrebama. Može da se koristi i ista skala (od 1 do 5) da bi se sumirao značaj podataka.

4.5. Uticaj na rezultate i proces – V_b faza

Poslednji korak u metodi da se odredi uticaj na rezultate i proces. Iako proces identifikovanja potreba potrošača može biti korisno struktuiran, to nije egzaktna nauka. Tim mora da se "suoči" sa svojim rezultatima kako bi proverio da su u skladu sa znanjem i da li se intuicija tima razvila kroz mnogo provedeno vremena u interakciji sa korisnicima.

Neka pitanja moraju da se postave:

- Da li je tim bio u interakciji sa svim važnim vrstama kupaca na ciljanom tržištu?
- Da li su članovi tima bili u stanju da vide dalje od potreba vezanih samo za postojeće proizvode?
- Da li postoje područja ispitivanja koja bi trebalo pratiti i dalje kroz intervjue ili ankete?
- Koji od klijenata sa kojima je obavljen razgovor bi bio dobar učesnik u kontinuiranom razvoju?
- Šta se zna sada, a da se nije znalo kada je sve počelo?
- Da li je bilo "iznenađenja" od strane bilo koje definisane potrebe?
- Da li su bili uključeni u proces svi unutar organizacije, koji trebalo da duboko razumeju potrebe kupca?
- Kako bi mogao da se popravi proces u budućim naporima?

Glava 5

Specifikacije proizvoda

Specijalizovana firma koja je pravila bicikle bila je zainteresovana za razvijanje novog amortizera za terensku biciklu. Iako je firma već proizvodila i prodavala bicikle sa ugrađenim amortizerima i specifičnim viljuškama (slika 5.1), bila je zainteresovana za istraživanje dizajna koji će omogućiti bolje karakteristike bicikle i omogućiće lagodniju rekreaciju biciklista.



Slika 5.1. *Terenska bicikla sa specifičnim amrtizerom*

Razvojni tim je proveo mnogo vremena u cilju identifikovanja potreba korisnika. Pored toga što su utrošili mnogo sati u vožnji, članovi tima su intervjuisali vodeće korisnike na trkama terenskog biciklizma i bicikliste rekreativce na lokalnim stazama, a takođe su proveli mnogo vremena radeći sa trgovcima u prodavnicama. Kao rezultat ovog procesa prikupili su podatke za listu potreba klijenata. Oni su sada suočeni sa nekoliko izazova:

- Kako "prevesti" relativno subjektivne potrebe kupaca u precizne ciljeve za ostatak razvojnog tima?
- Kako da se tim i rukovodstvo dogovore o tome šta bi predstavljalo uspeh, a šta neuspeh finalnog dizajna proizvoda?
- Kako da tim razvije uverenje da će njegov proizvod "pokriti" značajan udeo na tržištu amortizera?

- Kako da tim reši neizbežni kompromis između karakteristika proizvoda kao što su troškovi i težina?

Ovo poglavlje predstavlja metodu za utvrđivanje specifikacija proizvoda. Može se pretpostaviti da su potrebe klijenata već dokumentovane, kao što je opisano u četvrtom poglavlju. Metoda koristi nekoliko jednostavnih informacionih sistema, sve što može da se napravi (konstruiše pomoću konvencionalnih softvera za tabelarni proračun).

5.1. Koje su specifikacije?

Potrebe kupaca su, uglavnom, izražene "jezikom kupaca". Definisane primarne potrebe kupaca "vezane" za amortizere prikazane su na slici 5.2.

R.b.		Zahtevi i potrebe	Faktor
1.	Amortizer	smanjuje vibracije na ručkama (rukama).	3
2.	Amortizer	omogućava lak prelaz preko sporog i teškog terena.	2
3.	Amortizer	omogućava velike brzine spuštanja na reljefastom putu.	5
4.	Amortizer	omogućava podešavanje osetljivost.	3
5.	Amortizer	čuva karakteristike upravljivost bicikla.	4
6.	Amortizer	ostaje krut tokom vožnje po “teškim” krivinama.	4
7.	Amortizer	je lagan.	4
8.	Amortizer	omogućava kruto montiranje elemenata za kočnice.	2
9.	Amortizer	odgovara širokom spektru bicikala, točkova i guma.	5
10.	Amortizer	je jednostavan za instalaciju.	1
11.	Amortizer	radi sa ugrađenim blatobranima.	1
12.	Amortizer	uliva poverenje.	5
13.	Amortizer	je pristupačan za amatere entuzijaste.	5
14.	Amortizer	ne može da se “kontaminira” vodom.	5
15.	Amortizer	je otporan na distorziju.	5
16.	Amortizer	je lagan za održavanje i izuzetno je pristupačan.	3
17.	Amortizer	omogućava laku zamenu dotrajalih delova.	1
18.	Amortizer	može lako da se održava uz pomoć dostupnih alata.	3
19.	Amortizer	traje dug vremenski period.	5
20.	Amortizer	je siguran prilikom padova.	5

Slika 5.2. *Potrebe kupaca "vezane" za amortizere bicikle i njihov relativni značaj*

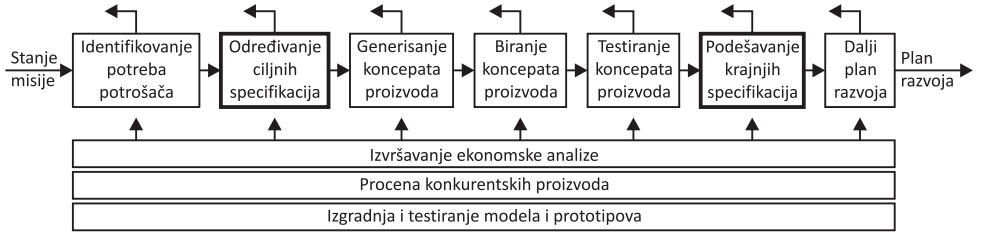
Potrebe kupaca kao što su "amortizer je jednostavan za montiranje" ili "amortizer omogućava velike brzine spuštanja na neravnim stazama" su tipične u smislu subjektivnih izraza kvaliteta. Međutim, dok su subjektivni izrazi od pomoći u razvoju jasnog osećaja o pitanjima od interesa za kupce, oni pružaju malo specifičnih uputstava o tome kako da se proizvod dizajnira i izradi. Pomenuti izrazi jednostavno ostavljaju previše prostora za subjektivne interpretacije. Iz tog razloga, razvojni timovi obično uspostavljaju skup specifikacija, koje obraćaju pažnju na precizne, merljive detalje šta proizvod treba da radi. Specifikacije proizvoda ne govore timu kako da se ponašaju prema potrebama kupaca, ali predstavljaju jasan odgovor o tome šta će tim pokušati da postigne kako bi se zadovoljile potrebe klijenata. Na primer, za razliku od potrebe kupca treba da je "amortizer

jednostavan za montiranje", odgovarajuća specifikacija može biti da je "prosečno vreme sklapanja amortizera i njegovo montiranje na ram manje od 75 sekundi".

Namera je da termin specifikacije proizvoda predstavlja tačan opis šta proizvod treba da radi. Neke firme koriste termine zahtevi proizvoda ili inženjerske karakteristike na ovaj način. Druge firme koriste termine specifikacije ili tehničke specifikacije i odnose se na ključne promenljive dizajna proizvoda, kao što su viskozitet ulja viskoziteta ili krutost opruge ogibljenja. Ovo je samo napomena o razlikama u terminologiji. Da bi sve bilo kristalno jasno, treba biti precizan oko nekoliko definicija. Specifikacija (jednina) se sastoji od pokazatelja i vrednosti. Na primer, "prosečno vreme za montažu" je pokazatelj, dok je "manje od 75 sekundi" vrednost ovog pokazatelja. Treba napomenuti da vrednost može da ima nekoliko oblika, uključujući pojedinačne brojeve, opseg ili nejednakost. Vrednosti su uvek označene odgovarajućim jedinicama (na primer, sekundi, kilogrami, džuli). Zajedno, pokazatelj i vrednosti oblikuju specifikacije. Specifikacije proizvoda (množina) su, jednostavno, skup pojedinačnih specifikacija.

5.2. Kako se definišu specifikacije?

U idealnom svetu, tim će uspostaviti specifikacije proizvoda veoma rano u razvojnom procesu, a zatim će nastaviti da traže da dizajneri i proizvodni inženjeri upravo ispunjavaju te specifikacije. Za neke proizvode, kao što su sapun ili supa, ovaj pristup radi prilično dobro, jer tehnolog u timu može pouzdano da isplanira sve, kako bi se zadovoljile skoro sve razumne specifikacije. Međutim, za tehnološki zahtevne proizvode ovo je retko moguće. Za takve proizvode, specifikacije se definišu najmanje dva puta. Odmah posle identifikacije potreba potrošača, tim postavlja ciljne specifikacije. Ove specifikacije predstavljaju želje i težnje tima, ali oni su postavljene pre nego što tim sazna koja ograničenja će proizvodna tehnologija staviti pred njih. To je razlog što možda neke specifikacije neće moći da se ostvare, što će možda da se pojave dodatne specifikacije, u zavisnosti od toga koji će koncept proizvoda razvojni tim na kraju izabrati. Iz tog razloga, ciljne specifikacije moraju biti prerađene na osnovu koncepta proizvoda koji odabran. Tim sve vreme vodi računa o specifikacijama, dok ocenjuje stvarna tehnološka ograničenja i očekivane troškove proizvodnje. Da bi se definisale konačne specifikacije, tim mora često da pravi teške kompromise među različitim poželjnim karakteristikama proizvoda. Radi jednostavnosti, ovde su predstavljene dve faze za kreiranje specifikacija, ali trebalo bi imati na umu da se u nekim organizacijama specifikacije menjaju mnogo puta tokom procesa razvoja.



Slika 5.3. *Proces razvoja konceptualnog rešenja*

Dve faze u kojoj se definišu specifikacije prikazane su kao deo procesa razvoja koncepta na slici 5.3. Treba imati na umu da su konačne specifikacije jedan od ključnih elemenata plana razvoja, koje su obično dokumentovane u ugovoru projekta. Ugovor precizira sa čim se tim saglasio da postigne, raspored projekta, potrebne resurse, kao i ekonomske implikacije za poslovanje. Lista specifikacija proizvoda je, takođe, jedan od ključnih informacionih sistema koji koristi tim, tokom procesa razvoja.

Ovo poglavlje predstavlja dve metode – prva je uspostavljanje `ciljnih specifikacija`, a druga je postavljanje `konačnih specifikacija` posle izbora konceptualnog rešenja proizvoda.

5.3. Definisanje ciljnih specifikacija

Kao što je ilustrovano na slici 5.3, ciljne specifikacije su definisane nakon što su identifikovane potrebe potrošača, ali pre nego što je koncept proizvoda generisan i pre nego što je izabran onaj koji najviše obećava. Proizvoljno podešavanje specifikacija ne može biti tehnički izvodljivo. Na primer, u projektovanju amortizera tim ne može da pretpostavi unapred da će biti u stanju da, istovremeno, postigne masu od 1 kilograma, da ga napravi po ceni od 30$ i da će, zahvaljujući njemu, moći da se postigne najbolje vreme spuštanja na stazi, jer su to tri prilično agresivne specifikacije. To je jedan od više razloga što se, u ovom momentu, preliminarne specifikacije nazivaju "ciljne specifikacije". One su ciljevi razvojnog tima, opisuju proizvod za koji tim veruje da će uspeti na tržištu. Kasnije će ove specifikacije biti prerađene na osnovu ograničenja od strane izabranog konceptualnog rešenja proizvoda.

Proces utvrđivanja ciljnih specifikacije sadrži četiri koraka:

1. priprema liste pokazatelja;
2. skupljanje informacija o konkurentima i njihovim proizvodima;
3. postavljanje idealnih i marginalno prihvatljivih ciljnih vrednosti; i
4. uticaj na rezultate i proces.

5.3.1. Priprema liste pokazatelja – I_c faza

Najkorisniji pokazatelji su oni koji odražavaju određeni stepen (nivo) proizvoda koji zadovoljava potrebe kupca. Odnos između potreba i pokazatelja je centralna stvar određivanja specifikacija celokupnog koncepta. Radne pretpostavke pokušavaju da prevedu potrebe kupaca na skup preciznih, merljivih specifikacija, koliko je to moguće, i da definisane specifikacije dovedu do zadovoljavanja potreba klijenata.

Lista pokazatelja je prikazana na slici 5.4. Dobar način za generisanje liste pokazatelja je da se razmišlja o svakoj potrebi posebno i da se odrede što preciznije merljive karakteristike proizvoda koje odražavaju stepen u kome proizvod zadovoljava te potrebe. U idealnom slučaju, postoji jedan i samo jedan pokazatelj za svaku potrebu. U praksi, to često nije moguće.

Br.pok.	Br.zah.	Pokazatelji	Faktor	Jedinice
1.	1,3	"Ispadanje" iz regulacije ručke na 10Hz	3	dB
2.	2,6	Predefinisana elastičnost	3	N
3.	1,3	Maksimalna vrednost po odgovarajućem testu	5	g
4.	1,3	Minimalno vreme spuštanja na test stazi	5	s
5.	4	Opseg podešavanja koeficijenta ogibljenja	3	Ns/m
6.	5	Maksimalno pomeranje (točak je prečnika 26 inča)	3	mm
7.	5	Pomeraj nagiba	3	mm
8.	6	Poprečna krutost	3	kN/m
9.	7	Ukupna masa	4	kg
10.	8	Poprečna krutost na osovini kočnice	2	kN/m
11.	9	Veličina "viljuške"	5	in.
12.	9	Dužina "viljuške"	5	mm
13.	9	Veličina točka	5	Lista
14.	9	Maksimalna širina gume	5	in.
15.	10	Vreme potrebno da sklopi okvir	1	s
16.	11	Kompatibilnost blatobrana	1	Lista
17.	12	Uliva poverenje	5	Subjektivno
18.	13	Troškovi pojedinačne proizvodnje	5	$
19.	14	Vreme provedeno u komori za ispitivanje bez propuštanja vode	5	s
20.	15	Broj ciklusa provedenih u komori sa blatom bez zagađenja i prljanja	5	k-ciklusa
21.	16,17	Vreme rasklapanja/sklapanja u cilju održavanja	3	s
22.	17,18	Specijalni alati potrebni za održavanje	3	Lista
23.	19	Trajanje UV testa kako bi se degradirali gumeni delovi	5	h (sati)
24.	19	Broj ciklusa ispitivanja do potpunog loma, po specifičnom testu	5	p-ciklusa
25.	20	Standardni testovi po ugledu na japansku industriju	5	Binarni
26.	20	Savojna čvrstoća (pri frontalnom utovaru)	5	kN

Slika 5.4. *Lista pokazatelja za amortizer*

Na primer, pomenuta je potreba da bi amortizer trebao da bude "lak za instalaciju". Tim može da zaključi da je ova potreba zadovoljena u potpunosti posle merenja vremena potrebnog za montažu na ram. Međutim, treba biti oprezan sa igrom reči. Da li je vreme montaže zaista identično lakoći instalacije? Instalacija može da bude izuzetno brza, ali može da zahteva primenu bolnih radnji prstima, koje na kraju mogu dovesti do povrede radnika ili do frustracije samog prodavca. Zbog neprecizne prirode procesa prevođenja, uspostavljanje specifikacija bi trebalo da je direktno uključeno u identifikovanje potreba korisnika. Na taj način ekipa može da se osloni na razumevanje značenja svake izjave o potrebama, jer potiče iz neposredne interakcije sa klijentima.

Potreba da amortizer smanji vibracije na rukama korisnika može biti još teže da se prevede u jedan pokazatelj, jer postoje mnogi različiti uslovi pod kojima mogu vibracije da se prenose, uključujući i mala ispupčenja na putevima, kao i snažne udarce na neravnim stazama. Tim može da zaključi da je neophodno nekoliko pokazatelja da se "zauzme" za ovu potrebu.

Nekoliko smernica treba uzeti u obzir prilikom izgradnje lista pokazatelja:

- Pokazatelji bi trebalo da bude kompletni. U idealnom slučaju svakoj potrebi korisnika treba da jedan pokazatelj, a vrednost tog pokazatelja će biti u savršenoj korelaciji sa zadovoljavanjem te potrebe. U praksi, možda će biti neophodno nekoliko pokazatelja da u potpunosti odražava jednu potrebu korisnika.

- Pokazatelji treba da budu zavisne, a ne nezavisne, promenljive. Ova smernica je varijanta uvedenog principa "ŠTA, a ne KAKO" u četvrtom poglavlju. Kao i potrebe kupaca, specifikacije, takođe, ukazuju na ono šta ovaj proizvod mora da učini, ali ne i kako će specifikacije biti postignute. Dizajneri koriste mnoge vrste promenljivih u razvoju proizvoda, neke su zavisne, kao što su masa amortozera, a neke su nezavisne, kao što je materijal korišćen za amortizer. Drugim rečima, dizajneri ne mogu da kontrolišu masu direktno zbog toga što proizilazi iz drugih nezavisnih odluka dizajnera, kao što su dimenzije i izbor materijala. Pokazatelji će odrediti ukupne performanse proizvoda i stoga treba da budu zavisne promenljive u dizajnu. Pomoću zavisnih promenljivih za specifikacije, dizajnerima je ostavljena sloboda da postignu željene specifikacije koristeći najbolji mogući pristup.

- Pokazatelji bi trebalo da budu praktični. To ne znači da tim treba da osmisli pokazatelj za amortizer bicikle koji je moguće meriti samo u laboratoriji sa opremom čija je cena stotine hiljada dolara (evra). U idealnom slučaju, pokazatelji će se direktno uočavati ili analizirati na osnovu karakteristika proizvoda i koje tim može lako da ocenjuje.

- Neke potrebe ne mogu lako da se prevedu u merljive pokazatelje. Definisana potreba da amortizer uliva poverenje može biti vrlo kritična za uspeh na tržištu terenskih bicikala, ali kako poverenje može da se kvantifikuje? U ovim slučajevima, tim jednostavno ponavlja izjavu o potrebi kao specifikaciju i navodi da je pokazatelj subjektivan i da će biti ocenjen od strane panela potrošača.

- Pokazatelji treba da uključe popularne kriterijume za poređenje na tržištu. Mnogi kupci na raznim tržištima kupuju proizvode na bazi samostalno obavljene procene. Takve procene se mogu naći, recimo, u popularnoj nauci, potrošačkim izveštajima i komentarima na raznim Internet sajtovima ili, u ovom slučaju, u časopisima posvećenim biciklizmu. Ako tim zna da će njegov proizvod ocenjivati trgovinski mediji i zna koji će biti kriterijumi, onda treba definisati pokazatelje koji odgovaraju ovim kriterijumima. Ako ekipa (tim) ne može da pronađe vezu između kriterijuma koji su primenjivani od strane medija i identifikovanih potreba kupaca, onda treba da osigura da se te potrebe ne previde i/ili treba da rade sa medijima kako bi revidirali kriterijume.

Pored označavanja potreba vezanih za svaki pokazatelj, slika 5.4 sadrži i jedinice za merenje i ocenu značaja za svaki pokazatelj. Jedinice za merenje su najčešće konvencionalne inženjerske jedinice, kao što su kilogram i sekunde. Međutim, neki pokazatelji nisu podesni za numeričke vrednosti. Potreba da amortizer "sarađuje sa branicima" najbolje je prevedena u listingu specifikacija modela blatobrana sa kojima je amortizer kompatibilan. Za pokazatelje koji obuhvataju standardne sigurnosne testove, vrednosti su *Pass/Fail*.

Značaj ocenjivanja pokazatelja je izveden iz značaja rejtinga potreba. Za slučajeve u kojima pokazatelji direktno ukazuju na jednu potrebu, značaj rejtinga potrebe postaje značaj rejtinga pokazaetlja. Za slučajeve u kojima se pokazatelj odnosi na više od jedne potrebe, značaj pokazatelja se određuje u odnosu na važnost (značaj) potreba na koje se odnosi i na prirodu tih odnosa. Treba verovati da ima dovoljno suptilnosti u tom procesu da je

rejting značaja najbolje odrediti kroz diskusiju među članovima tima, a ne kroz formalni algoritam. Kada postoji relativno malo specifikacija i utvrđivanje relativne važnosti ovih specifikacija je od ključnog značaja, `objedinjena analiza` može biti korisna.

5.3.2. Skupljanje informacija o konkurentima i njihovim proizvodima – $\mathrm{II_c}$ faza

Osim ako tim očekuje da će uživati u totalnom monopolu, odnos novih proizvoda i konkurentnih proizvoda je najvažniji u određivanju komercijalnog uspeha. Dok tim ulazi u proces razvoja proizvoda sa nekim idejama o tome kako želi da se takmiči na tržištu, ciljne specifikacije predstavljaju jezik koji tim koristi kako bi raspravljali i postigli dogovor oko detaljnog pozicioniranja svog proizvoda u odnosu na postojeće proizvode, kako svojih sopstvenih, tako i konkurentskih. Informacije o konkurentskim proizvodima moraju biti skupljene kako bi podržale ove odluke o pozicioniranju.

Konceptualno ispitivanje grafikona je vrlo jednostavno. Za svaki pojedinačan konkurentan proizvod, vrednosti merenja se jednostavno unose u kolone. Prikupljanje ovih podataka može biti vrlo dugotrajno, uključujući (u najmanju ruku) kupovinu, testiranje, demontažu i procenu troškova proizvodnje najvažnijih konkurentnih proizvoda. Međutim, ove investicije vremena su od suštinske važnosti, jer tim za razvoj proizvoda ne može očekivati da uspe bez ovakve informacije. Sledi jedno upozorenje: "Ponekad podaci sadržani u katalozima konkurencije i propratnoj literaturi nisu tačni". Gde god je to moguće, vrednosti ključnih mernih jedinica bi trebale da budu verifikovane pomoću nezavisnih testiranja ili posmatranja.

5.3.3. Podešavanje idealnih i marginalno prihvatljivih ciljnih vrednosti – $\mathrm{III_c}$ faza

U ovom koraku, tim sinhronizuje dostupne informacije kako bi se zaista postavile ciljne vrednosti za pokazatelje. Dva tipa ciljnih vrednosti su zaista korisna: `idealna vrednost` i `marginalno prihvatljiva vrednost`. Idealna vrednost je najbolji rezultat kome se tim mogao nadati. Marginalno prihvatljiva vrednost je vrednost pokazatelja koji bi omogućila proizvodu da bude komercijalno održiv. Obe ove ciljne vrednosti su korisne u vođenju naredne faze generisanja koncepta i izbora koncepta, kao i za fino podešavanje specifikacija kada je koncept proizvoda odabran.

Postoji pet načina da se izraze vrednosti pokazatelja:

- Minimalno X. Ove specifikacije uspostavljaju ciljne vrednosti na donju granicu pokazatelja, ali veća je i dalje bolja. Na primer, navedeno je da vrednost krutosti montirane kočnice bude najmanje $325\,\mathrm{kN/m}$.

- Maksimalno X. Ove specifikacije uspostavljaju ciljeve na gornju granicu pokazatelja, gde su manje vrednosti bolje. Na primer, navedeno je da masa amortizera može da bude najviše $1,4\,\mathrm{kg}$.

- Između X i Y. Ove specifikacije uspostavljaju i gornje i donje granice za vrednost pokazatelja. Na primer, vrednost za početno opterećenje opruge je postavljena da bude između 480 i 800 N.

- Upravo X. Ove specifikacije uspostavljaju specifičnu ciljnu vrednost za pokazatelje, gde bilo koje odstupanje umanjuje performanse.

- Skup diskretnih vrednosti. Neki pokazatelji će imati vrednosti koje su u saglasnosti sa nekoliko diskretnih izbora. Na primer, različiti prečnici slušalica ili različite dimenzije ručki.

Poželjan opseg vrednosti za jedan pokazatelj može da zavisi od drugog. Drugim rečima, može da se izrazi ciljna vrednost prve preko ciljne vrednost druge komponente kao, na primer, "krutost jednog elementa ne sme da da bude veća od 20% krutosti drugog elementa".

Korišćenjem ovih pet različitih tipova izraza za vrednosti pokazatelja, tim postavlja ciljne specifikacije. Tim jednostavno nastavlja ka dnu liste pokazatelja i dodeljuje i marginalno prihvatljivo i idealne ciljne vrednosti za svaki pokazatelj. Da bi se podesile ciljne vrednosti, tim mora da uzme u obzir mnogo faktora, uključujući i sposobnosti konkurentskih proizvoda koji su dostupni u to vreme, sposobnosti budućih konkurentskih proizvoda (ako su predvidive), osnovne smernice proizvoda i ciljne segmente tržišta.

Pošto se većina vrednosti izražava unutar granica (gornje ili donje ili obe), tim, na taj način, uspostavlja granice prostora konkurentnog održivog proizvoda. Tim se nada da će proizvod zadovoljiti neke idealne ciljeve, ali je uveren da će proizvod biti komercijalno održiv, čak i ako prevaziđe jednu ili više marginalno prihvatljivih karakteristika. Trebalo bi stalno imati na umu da su ove specifikacije preliminarne, jer dok se ne izabere koncept proizvoda i dok se ne razrade neki detalji dizajna, mnogi od definisanih kompromisa su neizvesni.

5.3.4. Uticaj na rezultate i proces – IV_c faza

Tim može da zahteva neke iteracija kako bi se usaglasili dogovori oko ciljeva. Razmatranja posle svake iteracije pomažu da se osigura da rezultati budu u skladu sa ciljevima projekta. Pitanja koja treba razmotriti su:

- Da li tim razmatra da ponudi višetruke proizvode ili barem više opcija za proizvod kako bi se najbolje zadovoljile pojedinačne potrebe više od jednog segmenta tržišta, ili će odlučiti da je jedan "prosečan" proizvod dovoljan?

- Da li neka specifikacija nedostaje? Da li specifikacije odražavaju karakteristike koje će diktirati komercijalni uspeh?

Kada su ciljevi definisani i podešeni, onda tim može slobodno da nastavi ka generisanju konceptualnog rešenja. Ciljne specifikacije, onda mogu da se koriste da pomognu timu da izabere koncept i pomoći će timu da zna kada je koncept komercijalno isplativ.

5.4. Definisanje završnih (krajnjih) specifikacija

Kao tim finalizira izbor koncepta i kada se priprema za naredne dizajne i razvoj, specifikacije podležu reviziji još jednom. Specifikacije koje su prvobitno bile samo ciljevi, izražene kao širok opseg vrednosti, sada su prefinjenije i "napravljene" preciznije.

Finaliziranje specifikacija je teško zbog kompromisa – obrnutog odnosa između dve specifikacije sadržane u izabranom konceptu proizvoda. Kompromisi se često javljaju između različitih pokazatelja tehničkih performansi i, gotovo uvek, se javljaju između pokazatelja tehničkih performansi i cene. Na primer, jedan kompromis je napravljen između krutosti kočionog sistema i mase viljuške na bicikli. Zbog osnovne mehanike strukture viljuške, te specifikacije su inverzno povezane, pod pretpostavkom da se drugi faktori održavaju konstantnim. Još jedan kompromis je između cene i mase. Za dati koncept, tim može da smanji masu viljuške tako što će neke delove da izradi od titanijuma, umesto od čelika. Nažalost, smanjenje mase na ovaj način će, najverovatnije, povećati proizvodnu cenu. Težak deo rafinacije (finog podešavanja) specifikacija je izbor kako će se rešiti ovakve vrste kompromisa.

Sledi preporuka pet koraka u ovom pravcu:

1. razvoj tehničkog modela proizvoda;
2. procena troškova za izradu proizvoda;
3. redefinisanje specifikacija i izrada kompromisa, tamo gde je to potrebno;
4. "protok naniže" odgovarajućih specifikacija;
5. uticaj na rezultate i proces.

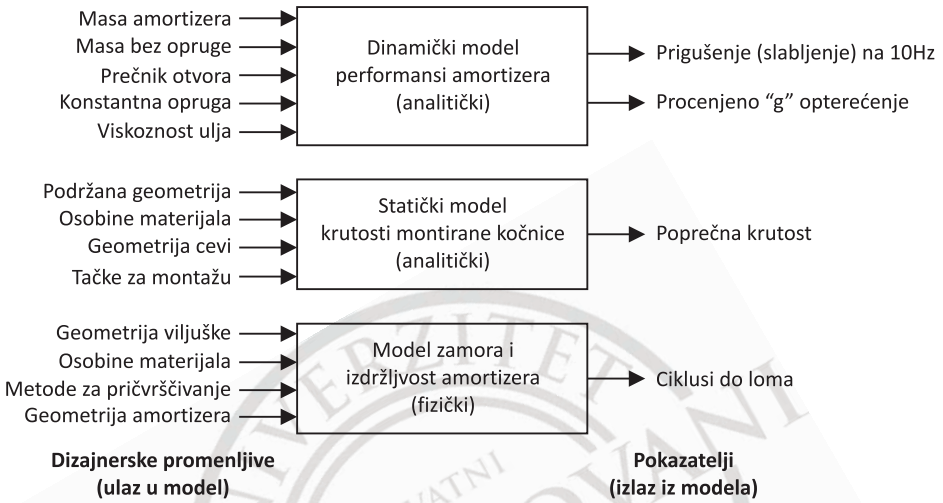
5.4.1. Razvoj tehničkog modela proizvoda – I_d faza

`Tehnički model` proizvoda je alat za predviđanje vrednosti pokazatelja za određeni skup dizajnerskih odluka. U ovom delu, termin `model` će se odnositi i na analitičke i fizičke aproksimacije proizvoda.

U ovom trenutku, tim je izabrao uljni amortizer sa pratećom oprugom kao konceptualno rešenje. Dizajnerske odluke sa kojima se suočava tima su detalji kao što su materijali za strukturne komponente, prečnik otvora i viskozitet ulja za prigušivač i krutost opruge. Tri modela povezivanja takvih dizajnerskih odluke sa pokazateljima performansi su prikazani u konceptualnoj formi na slici 5.5. Takvi modeli se mogu koristiti za predviđanje performansi proizvoda po broju dimenzija. Ulazi za ove modele su nezavisne dizajnerske promenljive povezane sa konceptualnim rešenjima proizvoda, kao što su viskozite ulja, prečnik otvora, krutost opruge i geometriju. Rezultati modela su vrednosti pokazatelja kao što su slabljenje intenziteta, krutost, zamor i životni ciklus.

U idealnom slučaju, tim će biti u stanju da tačno analitički modeluje proizvod, možda primenom modela jednačina kroz tabelarni proračun ili kompjuterskim simulacijama. Takav model omogućava timu da brzo predvidi tip performansi koji se može očekivati od određenog izbora promenljivih dizajna, bez skupog fizičkog eksperimenta. U većini slučajeva,

takvi analitički modeli će biti dostupni za samo mali podskup pokazatelja. Na primer, tim je u stanju da analitički modeluje prigušenje, zasnovano na inženjerskom znanju dinamičkih sistema.



Slika 5.5. *Modeli koji se koriste za procenu tehničkih mogućnosti*

"Naoružan" sa ovim tehničkim modelima, tim može da predvidi da li je određeni skup specifikacija (kao što su idealne ciljne vrednosti) tehnički izvodljiv, tako što istražuju različite kombinacije promenljivih dizajna. Ovaj tip modelovanja i analize sprečavaju tim da "ulazi" u kombinacije specifikacijama koje se ne mogu postići korišćenjem raspoloživih elemenata u konceptu proizvoda.

5.4.2. Procena troškova za izradu proizvoda – $\mathrm{II_d}$ faza

Cilj ovog korak u procesu je da se proveri da li proizvod može biti proizveden sa predviđenom cenom. Ciljni trošak je trošak proizvodnje pri kome preduzeće i njegovi partneri u distribuciji mogu adekvatno da zarade, dok još uvek nude proizvode krajnjem kupcu po konkurentnoj ceni.

Za većinu proizvoda, prva procena proizvodnih troškova je završena izradom spiska svih delova, tj. takozvane `liste materijala` i procenom prodajne cene ili troškova proizvodnje za svaki deo. U ovom trenutku u procesu izgradnje i razvoja, tim, uglavnom, ne zna sve komponente koje će biti u proizvodu, ali tim ipak čini pokušaj da kompletira spisak komponenti, za koje očekuje da će biti potrebne. Iako se rane procene, uglavnom, fokusiraju na cene komponenti, tim će obično napraviti grubu procenu sklopa i drugih troškova proizvodnje. Ove rane procene troškova podrazumevaju traženje procene troškova od prodavaca i procenu troškova proizvodnje komponenti od firme koja će ih napraviti. Ovaj proces je često olakšan angažovanjem ekpserta (stručnjaka) i inženjera za proizvodnju.

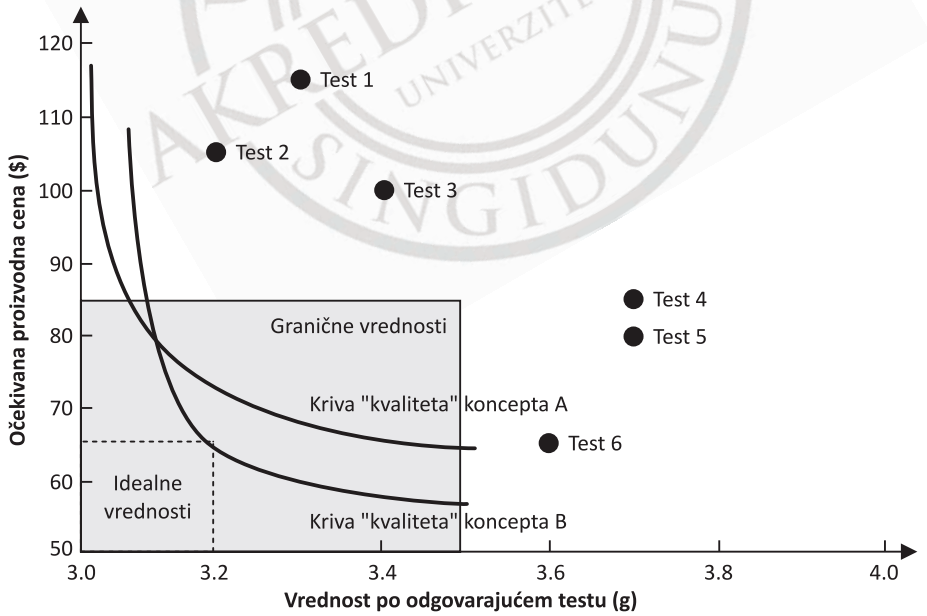
Koristan način da se snime podaci o troškovima je da se napravi lista sa najvišim i sa najnižim procenama svake stavke. Ovo pomaže timu da shvati niz neizvesnosti u procenama. Lista materijala se obično koristi iterativno – tim izvodi "šta ako" analizu troškova

za skup dizajnerskih odluka, a zatim koriguje ove odluke na osnovu onoga što se nauči. Lista materijala je sama po sebi vrsta modela performansi, ali umesto predviđanja vrednosti pokazatelja tehničkih performansi, ona predviđa performanse (kretanja) cena. Lista materijala ostaje korisna tokom procesa razvoja i redovno se ažurira (što češće to bolje, a najmanje jednom nedeljno), kako bi prikazala trenutni status projektovanih troškova proizvodnje.

U ovom trenutku u razvojnom procesu, timovi koji razvijaju složene proizvode koji sadrže na stotine ili hiljade delova, neće uopšte moći da uključe svaki deo na listu materijala. Umesto toga, ekipa će izlistati glavne komponente i podsisteme i proceniće njihove troškove na osnovu iskustva iz prošlosti ili na osnovu procene dobavljača.

5.4.3. Redefinisanje specifikacija i izrada kompromisa tamo gde je potrebno – III_d faza

Kada tim definiše (izgradi) modele tehničkih performansi, gde god je to moguće, i kada definiše preliminarne cene, onda je moguće da se krene u razvoj konačnih specifikacija. Finalizacija specifikacija se može postići u grupnoj sesiji u kojoj su moguće kombinacije vrednosti utvrđene kroz korišćenje tehničkih modela, a zatim se vrši istraživanje implikacija cena. Iterativnim putem, tim konvergira ka specifikacijama koje će najpovoljnije održavati proizvod u odnosu na konkurenciju, koje će najbolje zadovoljiti potrebe klijenata i koje će osigurati adekvatnu dobit.



Slika 5.6. *Procena troškova proizvodnje na osnovu odgovarajućih testova*

Jedan važan alat za podršku odlučivanju je `konkurentna karta`. Primer konkurentne karte (mape) je prikazan na slici 5.6. Na ovoj mapi su odštampani konkurentski proizvodi

u dve dimenzije izabrane iz skupa mernih jedinica i ponekad se naziva `mapa kompromisa`. Oblasti definisanih marginalnih i idealnih vrednosti specifikacija su, takođe, prikazane na mapi.

Konkurentne mapa se koriste za poziciju novog proizvoda u odnosu na konkurenciju. "Krive kvaliteta" pokazuju performanse koncepta proizvoda za opseg dizajnerskih promenljivih. Korišćenjem tehničkih modela i modela cena proizvoda i konkurentne mape, tim može da poboljša specifikacije kako bi se zadovoljili i svojstvena ograničenja koncepta proizvoda i napravljeni kompromisi na način koji će obezbediti prednost u odnosu na performanse konkurentnih proizvoda.

5.4.4. "Protok naniže" odgovarajućih specifikacija – $\mathrm{IV_d}$ faza

Ovo poglavlje se fokusira na specifikacije relativno jednostavne komponente dizajnirane od strane jednog, relativno mali razvojnog tima. Uspostavljanje specifikacija vodi ka dodatnoj važnosti i znatno većem izazovu kada se razvija veoma kompleksan proizvod, koji se sastoji od više podsistema dizajniran od strane više razvojnih timova. U tom kontekstu, specifikacije se koriste za definisanje ciljeva razvoja svakog od podsistema, kao i za proizvod u celini. Izazov u ovom slučaju je "protok naniže" celokupnih specifikacija ka specifikacijama za svaki podsistem. Na primer, ukupne specifikacije za automobil sadrže pokazatelje poput potrošnje goriva, vremena ubrzanja $0 \div 100\,\mathrm{km/h}$ i radijusa okretanja. Međutim, specifikacije moraju biti kreirane za nekoliko desetina glavnih podsistema koji čine automobil, uključujući šasiju, motor, menjač, kočioni sistem i vešanje. Specifikacije za motor uključuju pokazatelje kao što su maksimalna snaga, obrtni moment i potrošnja goriva pri maksimalnoj snazi ili maksimalnom obrtnom momentu. Jedan od izazova u procesu "protoka naniže" je da se obezbedi da se podsistem specifikacija, u stvari, odražava na ukupne specifikacije proizvoda, i da ako se specifikacije za podsisteme ispunjavaju, onda će se ispuniti i ukupne specifikacije proizvoda.

5.4.5. Uticaj na rezultate i proces – $\mathrm{V_d}$ faza

Kao i uvek, finalni korak u metodi je uticaj na rezultate i proces. Nekoliko pitanja koje tim može da uzme u obzir su:

- Da li je proizvod pobednički? Koncept proizvoda treba da omogući timu, zapravo, skup specifikacija, tako da će proizvod zadovoljiti potrebe kupca i prevazići konkurenciju. Ako ne, onda tim treba da se vrati na faze za generisanje koncepta i njihovo biranje ili da napusti projekat.

- Koliko neizvesnosti postoji u tehničkom modelu i modelu cena? Ako je takmičarski uspeh diktiran pokazateljima oko kojih ima mnogo neizvesnosti, onda će tim, možda, poželeti da usavrši tehničke modele ili modele troškova u cilju povećanja poverenja u ispunjavanju specifikacije?

- Da li koncept po izboru tima najbolje odgovara ciljnom tržištu, ili bi se mogao bolje primeniti na nekom drugom tržištu? Izabrani koncept može zaista da bude previše dobar. Ako je tim stvorio koncept koji je drastično superioran u odnosu na

konkurentne proizvode, možda tim želi da razmisli da koncept plasira u zahtevnija, i potencijalno profitabilnije, segmente tržišta?

- Da li firma inicira razvoj boljih tehničkih modela nekih aspekata performansi proizvoda za buduću upotrebu? Ponekad će tim otkriti da stvarno ne shvata osnovne tehnologije proizvoda i ne zna dovoljno kako bi stvorio korisne modele performansi. U takvim okolnostima, moraju se uložiti dodatni napori u razumevanje inženjerskih elemenata, kako bi modeli mogli biti od koristi u narednim razvojnim projektima.

5.5. Krajnji troškovi

Određivanje ciljnih troškova zasniva se na jednostavnoj ideji: podesiti vrednost specifikacije proizvodnih troškova na osnovu cene za koju se kompanija nada da će krajnji korisnik platiti za proizvod i na osnovu planirane zarade za svaku fazu u distributivnim kanalima. Na primer, sledi pretpostavka da proizvođač hoće da proda svoj amortizer kroz specijalizovanu prodavnicu biciklističke opreme. Ako cena, koja se očekuje da kupac plati, iznosi $250\$$ i ako je normalno očekivati da prodavnica biciklističke opreme uzima 45% bruto profita po svakoj komponenti, onda je cena amortizera za prodavnicu biciklističke opreme

$$(1 - 0,45) \times 250 = 137,50\$.$$

Ako proizvođač želi da zaradi najmanje 40% od bruto profita u odnosu na njegove komponente, onda jedinična proizvodna cena amortizera mora biti manja od

$$(1 - 0,40) \times 137,50 = 82,50\$.$$

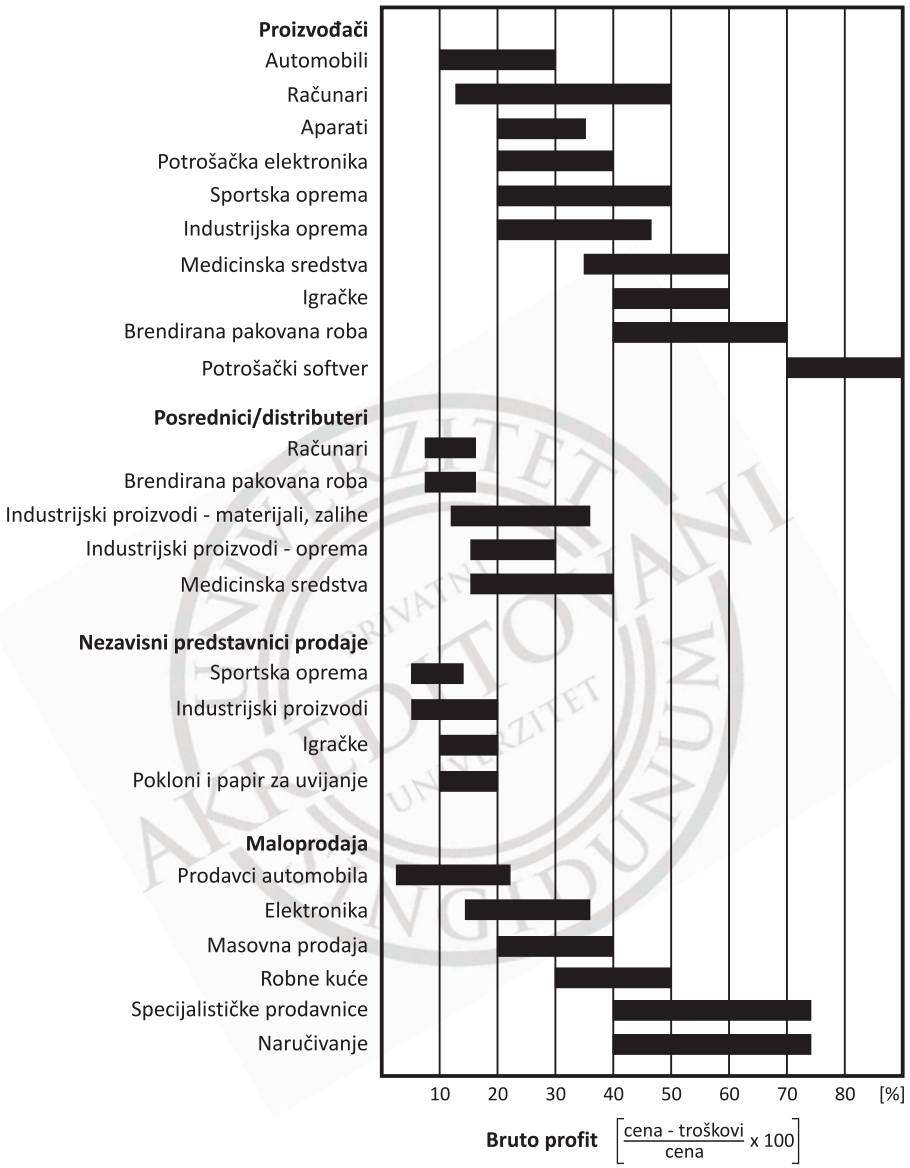
Kreiranje ciljnih troškova je obrnut proces od pristupa kreiranju prodajne cene. Inicijalno kreiranje prodajne cene počinje tako što firma sabira svoje očekivane proizvodne troškove i očekivanu zaradu. Ovakav pristup zanemaruje realnost konkurentnih tržišta, u kome su cene diktirane od strane tržišta i faktora kupaca (potrošača). Na osnovu mehanizma za određivanje ciljnih troškova obezbeđuju se specifikacije koje omogućavaju da se proizvod prodaje, po konkurentnim cenama, na tržištu.

Neke proizvode proizvođači direktno prodaju krajnjim korisnicima proizvoda. Često, proizvodi se distribuiraju kroz (preko) jednu ili više srednjih faza, kao što su distributeri i trgovci na malo (maloprodaja). Slika 5.7 prikazuje neke približne vrednosti bruto zarada za različite kategorije proizvoda.

Neka se slovom M označi `marža` jedne faze u distributivnim kanalima i vrednost se određuje kao

$$\mathrm{M} = \frac{\mathrm{P_M} - \mathrm{C_M}}{\mathrm{P_M}},$$

gde je slovom $\mathrm{P_M}$ označena cena, unutar faze u distributivnim kanalima, u trenutku naplate od svojih kupaca i slovom $\mathrm{C_M}$ cena ove faze koja se plaća proizvođaču. (Trebalo bi napomenuti da je marža slična profitu, ali je malo drugačije definisana $(\mathrm{P_M}/\mathrm{C_M} - 1)$, tako da je vrednost marže od 50% ekvivalentna vrednosti profita od 100%.)



Slika 5.7. *Procena bruto profita za razne kategorije*

Ciljna (krajnja) cena, C, se određuje sledećim izrazom:

$$C = P \cdot \sum_{i=1}^{n} (1 - M_i)$$

gde je slovom P označena cena koju plaća krajnji korisnik, n predstavlja broj faza (stepeni) u distributivnim kanalima i M_i predstavlja vrednost marže svake i-te faze.

5.5.1. Prateći primer

Sledi jednostavan primer po pitanju svega ovoga što se do sada pričalo. Na primer, treba pretpostaviti da je maloprodajna cena P za krajnjeg korisnika $250\$$.

Ako se proizvod prodaje direktno krajnjem korisniku od strane proizvođača, i ako i željeni bruto profit proizvođača, $\mathrm{M_m}$ iznosi 40%, onda ciljna cena ima vrednost

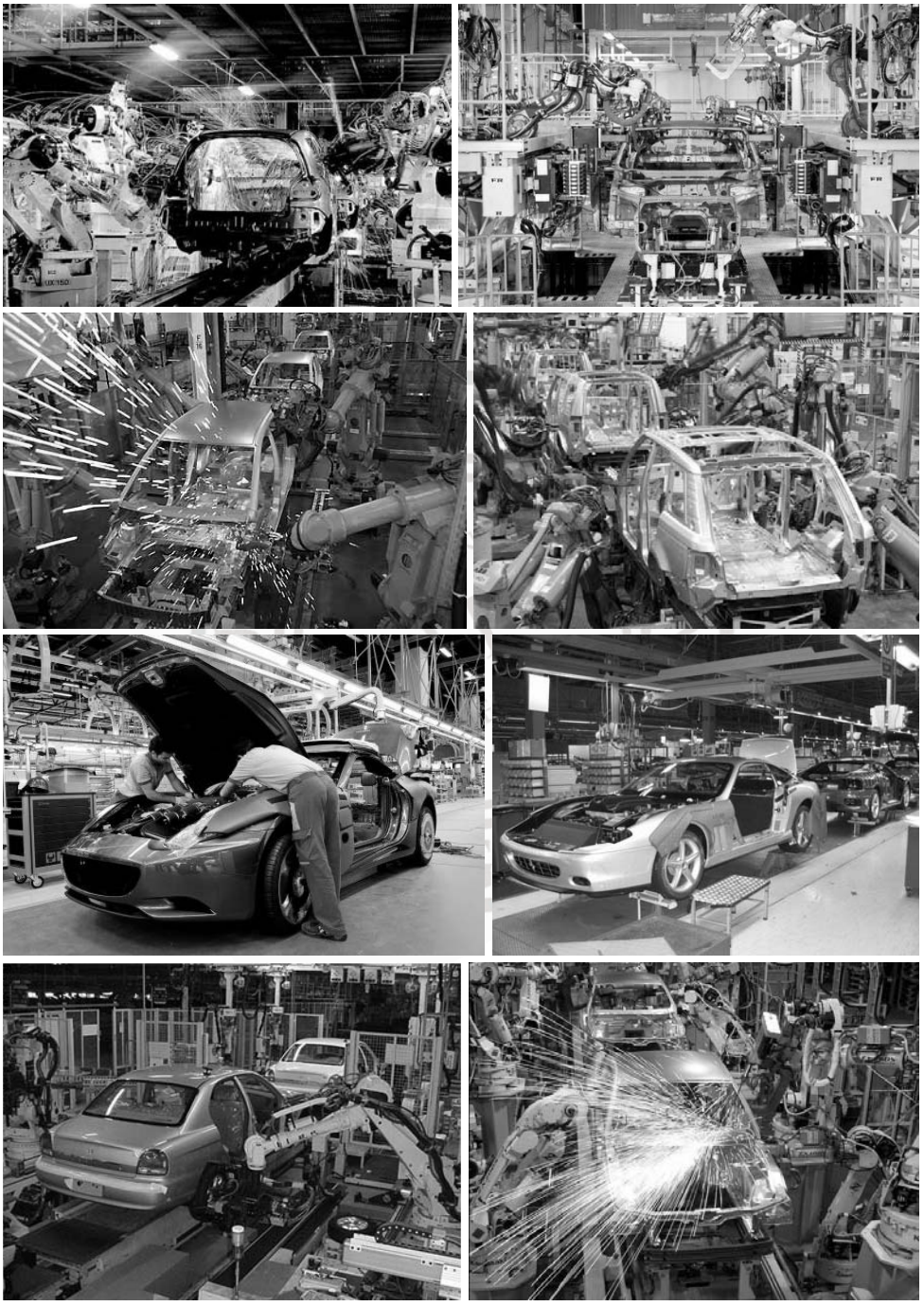
$$\begin{aligned}\mathrm{C} &= \mathrm{P} \cdot (1 - \mathrm{M_m}) = \\ &= 250\$ \cdot (1 - 0,40) = \\ &= 150\$.\end{aligned}$$

Ako se proizvod prodaje kroz maloprodajne objekte, i ako maloprodajna marža $\mathrm{M_{mo}}$ iznosi 45%, onda ciljna cena ima vrednost

$$\begin{aligned}\mathrm{C} &= \mathrm{P} \cdot (1 - \mathrm{M_m}) \cdot (1 - \mathrm{M_{mo}}) = \\ &= 250\$ \cdot (1 - 0,40) \cdot (1 - 0,45) = \\ &= 82,50\$.\end{aligned}$$

Ako se proizvod prodaje preko distributera i kroz maloprodajne objekte, i ako marža distributera $\mathrm{M_d}$ iznosi 20%, onda ciljna cena iznosi

$$\begin{aligned}\mathrm{C} &= \mathrm{P} \cdot (1 - \mathrm{M_m}) \cdot (1 - \mathrm{M_d}) \cdot (1 - \mathrm{M_{mo}}) = \\ &= 250\$ \cdot (1 - 0,40) \cdot (1 - 0,20) \cdot (1 - 0,45) = \\ &= 66,00\$.\end{aligned}$$



Slika 5.8. *Proizvodni pogoni automobilske industrije*

Glava 6

Generisanje koncepta

Predsednik određene kompanije je, pre izvesnog vremena, naručio da se razvije novi ručni pištolj sa zakivcima (zakivač) za tržište koje se bavi krovovima, pratećim materijalima i alatima. Proizvodi koji su rezultat uloženih napora su prikazani na slici 6.1.



Slika 6.1. *Ručni električni pištolj za zakivanje eksera*

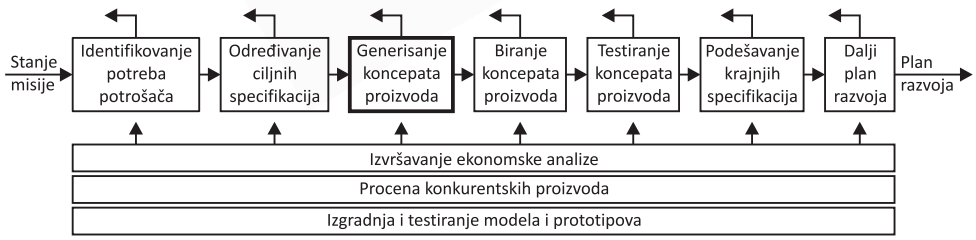
Zadatak tima je bio da razmotri alternativna konceptualna rešenja proizvoda za široke mase, pod pretpostavkom da alat koristi konvencionalne eksere (zakivke) kao osnovni element za pričvršćivanje, nakon identifikovanja potreba klijenata i uspostavljanje ciljnih specifikacija proizvoda, tim je morao da se suoči sa sledećim pitanjima:

- Koje postojeće konceptualno rešenje, ako postoji, može uspešno da se adaptira za ovu aplikaciju?
- Koji novi koncepti bi mogli da zadovolje utvrđene potrebe i specifikacije?
- Koje metode mogu da se koriste kako bi se olakšao proces generisanja koncepta?

6.1. Aktivnosti po pitanju generisanja koncepta

Koncept proizvoda je približan opis tehnologije, principa rada, kao i oblika proizvoda. To je sažet opis kako će proizvod zadovoljiti potrebe kupaca. Koncept se obično izražava kao skica ili kao grubi trodimenzionalni model i često prati kratak tekstualni opis. Stepen u kome proizvod zadovoljava korisnike i da li može da se uspešno komercijalizuje zavisi u velikoj meri od kvaliteta osnovnog koncepta. Dobar koncept se ponekad slabo sprovodi u naredne faze razvoja, ali lošim konceptom retko može da se manipuliše kako bi se postigao veliki komercijalni uspeh. Srećom, generisanje koncepta je relativno jeftino i može da se uradi relativno brzo u odnosu na ostatak procesa razvoja. Na primer, generisanje koncepta je, obično, konzumiranje manje od 5% budžeta i 15% vremena razvoja u odnosu na prethodne razvoje sličnih projekata.

Proces generisanja koncepta počinje skupom potreba potrošača i ciljnim specifikacijama, a rezultira skupom koncepata proizvoda od kojih će tim napraviti konačan izbor. Odnos generisanja koncepta i drugih aktivnosti razvoja koncepta je prikazan na slici 6.2. U većini slučajeva, efikasan razvojni tim će generisati stotine koncepata, od kojih se 5 do 20 uzimaju u ozbiljna razmatranja u toku aktivnosti izbora koncepta.



Slika 6.2. *Generisanje koncepta je integralni deo faze razvoja koncepta*

Dobro generisanje koncepta ostavlja tim u uverenju da su istražili veliki prostor alternativa. Temeljna istraživanja alternativa početkom razvojnog procesa u velikoj meri smanjuje verovatnoću da tim neće pronaći superioran koncept, kasnije u razvojnom procesu, ili da će konkurent uvesti proizvod drastično boljih performanse u odnosu na proizvod u razvoju.

6.1.1. Strukturni pristup smanjuje verovatnoću pojave skupljih problema

Tokom bilo koje vrste rada mogu se pojavljivati raznorazni problemi i, eventualno, poremećaji. Zajednički poremećaji izloženi od strane razvojnih timova tokom procesa generisanja koncepta su:

- Razmatranje samo jedne ili dve alternative, često predložene od najpouzdanijih članova tima.
- Nepažljivo razmišljanje o korisnosti koncepata izabranih u drugim firmama, za "vezane" i nepovezane proizvode.
- Uključivanje samo jedne ili dve osobe u proces, što dovodi do nedostatka poverenja i posvećenosti ostatka tima.
- Neefikasna integracija obećavajućih parcijalnih rešenja.
- Propust da se razmotre čitave kategorije rešenja.

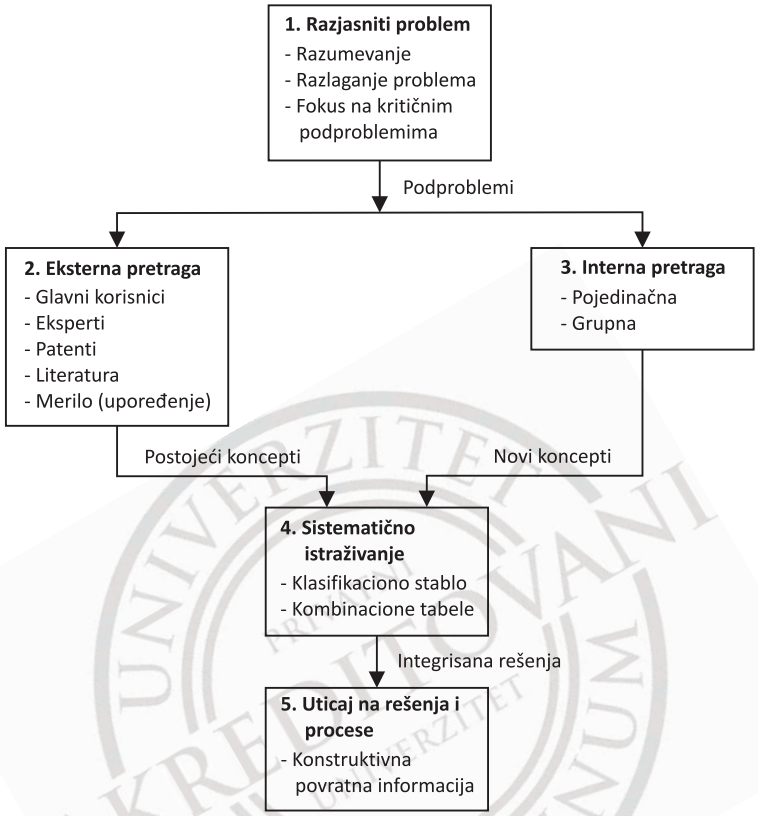
Strukturni pristup generisanju koncepta smanjuje učestalost ovih problema podsticanjem prikupljanja informacija iz više različitih izvora informacija, koje vodi tim ka temeljnom istraživanju alternativa, i obezbeđujući mehanizam za integraciju parcijalnih rešenja. Strukturni način, takođe, pruža proceduru korak-po-korak za one članove tima koji mogu imati manje iskustva u dizajnerskim intenzivnim aktivnostima, omogućavajući im da aktivno učestvuju u procesu.

6.1.2. Metod u pet faza

Ovo poglavlje predstavlja metodu generisanja koncepta u pet koraka. Metoda, prikazana na slici 6.3, "razbija" kompleksni problem na jednostavnije podprobleme. Konceptualna rešenja su, onda, identifikovana za podprobleme, na osnovu procedura za spoljašnje i unutrašnje pretrage. Klasifikacija stabala i tabele kombinacija koncepata se, zatim, koriste za sistematsko istraživanje prostora rešenja koncepata i za integraciju rešenja podproblema u ukupno rešenje. Konačno, tim pravi korak nazad kako bi se verifikovala validnost i primenljivost rezultata, kao i proces koji se koristi.

Ovo poglavlje ce pratiti preporučenu metodu i detaljno će se opisati svaki od pet koraka. Iako je metoda predstavljena u linearnom nizu, generisanje koncepta je gotovo uvek iterativan proces. Kao i druge metode razvoja, ovi koraci su namenjeni da budu polazna osnova iz koje razvojni timovi proizvoda mogu da razvijaju i poboljšavaju svoj jedinstveni stil za rešavanje problema.

Prezentacija metode, u ovom poglavlju, je prvenstveno usmerena na sveukupni koncept za novi proizvod, međutim, metoda može i treba da se koristi na nekoliko različitih mesta u razvojnom procesu. Taj proces je koristan, ne samo za koncepte celokupnog proizvoda, nego i za koncepte podsistema i za određene komponente. Takođe, treba imati na umu da primer u ovom poglavlju uključuje relativno tehnčki proizvod, mada isti osnovni pristup može da se primeni na gotovo bilo koji proizvod.



Slika 6.3. *Metoda generisanja koncepta u pet koraka*

6.2. Razjasniti problem – I_e faza

Razjašnjavanje problema se sastoji u razvoju opšteg razumevanja, a zatim sledi razbijanje problem "na dole" u podprobleme, ako je potrebno.

Osnovne smernice projekta, lista potreba kupaca (potrošača) i preliminarne specifikacije proizvoda su idealni ulazi za proces generisanja koncepta, iako se često ove informacije još uvek podešavaju kako faza generisanja koncepta počinje. Idealno bi bilo da je tim bio uključen i u identifikacije potreba potrošača i postavljanje ciljnih specifikacija proizvoda. Oni članovi tima koji nisu bili ukljŭceni u ove prethodne korake trebalo bi da se upoznaju sa korišćenim procesima i njihovim rezultatima, pre nego što počnu aktivnosti generisanja koncepta.

Kao što je navedeno pre, izazov je bio da se "dizajnira novi ručni pištolj sa zakivcima (zakivač)". Okvir problema dizajna mogao bi da se definiše uopšteno (na primer, "povezivati materijale za pokrivanje krovova") ili preciznije (na primer, "poboljšati brzinu postojećih koncepata pneumatskih alata"). Neke od pretpostavki u smernicama projekta su:

- Pištolj (zakivač) će koristiti eksere (za razliku od lepkova, šrafova itd.).
- Pištolj (zakivač) će biti kompatibilan sa magacinima za smeštaj eksera na postojećim alatima.
- Pištolj (zakivač) će ukucuvatai ekser kroz krovnu konstrukciju u drvo.
- Pištolj (zakivač) će biti ručni alat.

Na osnovu pretpostavki, tim je identifikovao potrebe kupaca za dobar ručni pištolj (zakivač). Među njima su:

- Umetanje eksera u pištolj (zakivač) je brzo i lako.
- Pištolj (zakivač) je lagan (nije težak).
- Pištolj (zakivač) nema nikakvog primetnog odlaganja zakucavanja, nakon okidanja alata.

Tim skuplja dodatne informacije kako bi razjasnio i kvantifikovao potrebe, kao što su približna vrednost potrebne energije i brzina zakucavanja. Ove osnovne potrebe su kasnije prevedena u ciljne specifikacije proizvoda. Ciljne specifikacije uključuju sledeće:

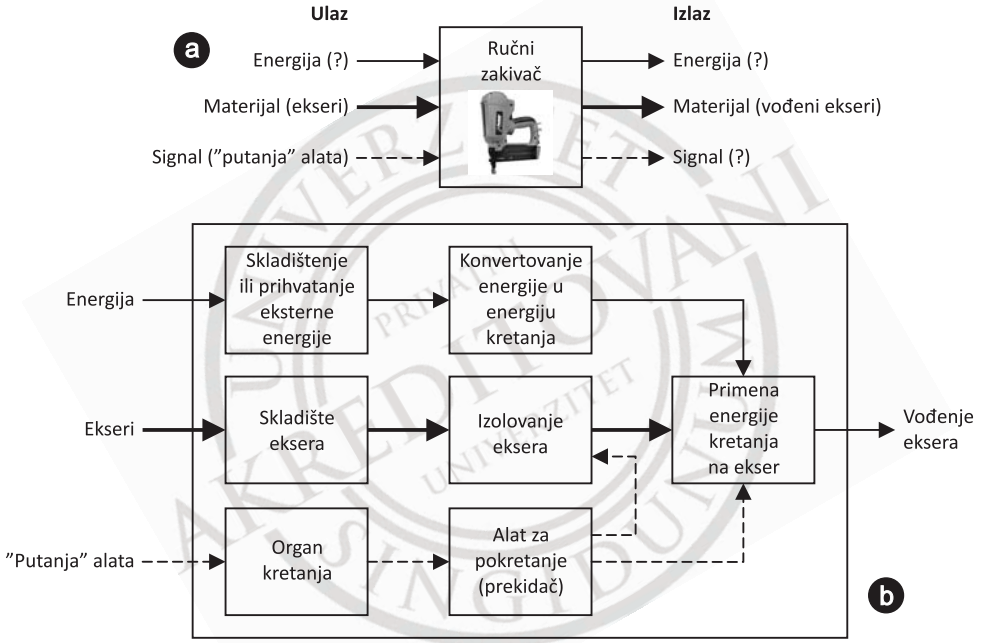
- Dužina eksera je od $25\,\mathrm{mm}$ do $38\,\mathrm{mm}$.
- Maksimalna energija zakucavanja je 40 džula po ekseru.
- Snaga zakivanja da bude do $2\,000\,\mathrm{N}$.
- Minimalna brzina zakucavanja je jedan ekser u sekundi.
- Prosečna brzina zakucavanje je 12 eksera u minuti.
- Masa alata da bude manja od 4 kilograma.
- Maksimalno kašnjenje okidača da bude $0,25$ sekunde.

6.2.1. Razgradnja složenog problema u jednostavnije podprobleme

Mnogi izazovi dizajna su previše složeni da se reše kao jedinstven problem i moše biti korisno podeliti ga na nekoliko jednostavnijih podproblema. Na primer, dizajn složenih proizvoda kao što je višefunkcionalni uređaj za "baratanje" dokumentima može se posmatrati kao skup više dizajnerskih problema, uključujući, na primer, dizajn elementa za upravljanje dokumentima, dizajn hranilice papirom, dizajn uređaja za štampanje, kao i dizajn uređaja za osvetljavanje i snimanje. U nekim slučajevima, međutim, dizajnerski problem ne može lako da se podeli u podprobleme. Na primer, problem projektovanja spajalice može biti teško da se podeli na podprobleme. Kao opšte pravilo, može da se preporuči timovima da raščlane probleme dizajna, ali trebalo bi da znaju da takva dekompozicija ne može da bude vrlo korisno za proizvode sa veoma jednostavnim funkcijama.

Podela problema na jednostavnije podprobleme se zove `problem dekompozicije`. Postoji mnogo šema pomoću kojih može da se predstavljeni problem dekomponuje. Ovde će se pokazati `funkcionalna dekompozicija` i spisak nekoliko drugih pristupa koji se često koriste.

Prvi korak u dekompoziciji problema je njegovo funkcionalno predstavljanje kao jedne `crne kutije` kroz koju "prolaze" materijali, energiji i signali, kao što je to prikazano na slici 6.4a. Tanke pune linije označavaju prenos i pretvaranje energije, "debele" pune linije označavaju kretanje materijala u sistemu i isprekidane linije predstavljaju tokove kontrole i povratne signale u sistemu. Ova crna kutija predstavlja ukupnu funkciju proizvoda.



Slika 6.4. *Funkcionalni dijagram ručnog pištolja za zakivanje eksera i dekompozicija: (a) sistem kao "crna kutija"; (b) fino podešavanje pokazanih podfunkcija*

Sledeći korak u funkcionalnoj dekompoziciji je deljenje jedne crne kutije na podfunkcije kako bi se stvorio tačniji opis onoga što elementi proizvoda mogu učiniti u cilju ostvarivanja ukupne funkcije proizvoda. Svaka podfunkcija, generalno, se dalje deli na još jednostavnije podfunkcije. Postupak podele se ponavlja sve dok se članovi tima ne slože da je svaka podfunkcija dovoljno jednostavna za rad. Dobro pravilo je da se stvori između 3 i 10 podfunkcija na blok dijagramu. Krajnji rezultat, mogući izgled je prikazan na slici 6.4b, predstavlja funkcionalan dijagram koji sadrži podfunkcije povezanih energetskih i materijalnih tokova, kao i tokova signala.

Ne postoji jedan ispravan način za kreiranja funkcionalnog dijagrama i nijedna ispravna funkcionalna dekompozicija proizvoda. Koristan način da se kreira dijagram je da se brzo napravi nekoliko nacrta, a zatim da se nastavi sa radom, kako bi ih preradili u jedan dijagram kojim će tim biti zadovoljan. Neke korisne tehnike za početak su:

- Kreirati funkcionalni dijagram postojećih proizvoda.
- Kreirati funkcionalni dijagram na osnovu već generisanog proizvoljnog koncepta od strane tima ili na osnovu poznate tehnologije podfunkcija. Trebalo bi generalizovati dijagram na odgovarajući nivo apstrakcije.
- Pratiti jedan od tokova (na primer, materijalne) i odrediti šta su potrebne operacije. Detalji drugih tokova mogu se izvesti razmišljanjem o njihovim vezama sa početnim tokom.

Stalno bi trebalo imati na umu da funkcionalni dijagram obično nije jedinstven. Konkretno, podfunkcije mogu na različite načine da proizvedu različite funkcionalne dijagrame. Takođe, treba imati na umu da je u nekim aplikacijama protoke materijala, energije i signala teško identifikovati. U ovakvim slučajevima, dovoljno je navesti jednostavan spisak podfunkcija proizvoda, bez veza između njih.

Funkcionalna dekompozicija se najviše primenjuje na tehničke proizvode, ali se može primeniti i na jednostavne proizvode koji nisu tehničke prirode. Funkcionalna dekompozicija je samo jedan od nekoliko mogućih načina za podelu problema na jednostavnije podprobleme. Druga dva pristupa su:

- Razgradnja po sekvencama akcija korisnika. Na primer, problem pištolja za zakivanje eksera može biti podeljen na tri akcije korisnika – grubo kretanje alata na orijentacionu poziciju zakucavanja, pozicioniranje alata precizno i okidanje alata. Ovaj pristup se često koristi za proizvode sa vrlo jednostavnim tehničkim funkcijama koje uključuju mnoge interakcije korisnika.
- Dekompozicija po ključnim potrebama korisnika. Za pištolj za zakivanje eksera, ovaj način dekompozicije može da uključi sledeće podprobleme: grejanje eksera pri brzom zakucavanju, mala težina i veliki kapacitet magacina za eksere. Ovaj pristup se često koristi za proizvode gde je primarni problem oblik (geometrija), a ne principi rada i tehnologije. Primeri takvih proizvoda su četkice za zube (pod pretpostavkom da je zadržan osnovni koncept četkice) i kontejner za skladištenje.

6.2.2. Fokusiranje na inicijalne napore kod kritičnih podproblema

Cilj svih ovih tehnika razlaganja je da se podeli kompleksan problem na jednostavnije probleme, tako da se ovi problemi lakše rešavaju na fokusiran način. Kada je problem dekompozicije završen, tim bira podprobleme koji su najkritičniji za uspeh proizvoda i gde će, najverovatnije, imati koristi od novih ili kreativnih rešenja. Ovaj pristup uključuje svesnu odluku da se odloži rešenje za neke od podproblema. Na primer, tim pištolja za zakivanje eksera je odlučio da se fokusira na podproblem skladištenja/prihvatanja energije, pretvaranja energije u energiju translatornog kretanja i primene translacione energije na eksere. Tim je siguran da će podprobleme rukohvata zakivača i pitanje okidača uspešno rešiti nakon rešavanja problema oko skladištenja energije i konverzije pitanje. Tim je, takođe, odložio većinu pitanja interakcije korisnika sa alatkama. Tim veruje da je bitan izbor osnovnog principa rada alata, kako bi se ograničio eventualni oblik alat koji je

započet sa osnovnim tehnologijama, a zatim nastavlja da razmatra kako da se primeni data tehnologija na atraktivan i lagan način. Timovi mogu, obično, da se slože nakon nekoliko minuta diskusije o tome koji podproblem treba rešavati prvo i koji bi trebalo da budu odgođeni za kasnije razmatranje.

6.3. Spoljna pretraga – II_e faza

Spoljna pretraga ima za cilj pronalaženje postojećih rešenja, i za ukupan problem i za podprobleme identifikovane tokom koraka razjašnjavanja problema. Dok je spoljna pretraga navedena kao drugi korak u metodi generisanja koncepta, ovo sekvencijalno obeležavanje je "obmana", jer se spoljna pretraga obavlja stalno tokom procesa razvoja. Sprovođenje postojećih rešenja je, obično, brže i jeftinije, nego razvoj novih rešenja. Liberalno korišćenje postojećih rešenja omogućava timu da usredsredi svoju kreativnu energiju na kritične podprobleme, za koje ne postoje zadovoljavajuća prethodna rešenja. Pored toga, konvencionalno rešenje za jedan podproblem može često da se kombinuje sa rešenjem za drugi podproblem, tako da to dovede do superiornog finalnog dizajna. Iz tog razloga spoljne pretragu uključuju detaljne evaluacije, ne samo direktnih konkurentnih proizvoda, nego i tehnologije koje se koriste u proizvodima sa srodnim podfunkcijama.

Spoljna pretraga za rešenjima u suštini predstavlja proces prikupljanja informacija. Raspoloživo vreme i sredstva mogu se optimizovati pomoću strategije `proširiti, pa se fokusirati` – prvo treba proširiti obim pretrage kada je u pitanje prikupljanje informacija koje bi mogle biti u vezi sa problemom, a onda se treba fokusirati na istraživanje obećavajućih pravaca u više detalja. Drugačija vrsta pristupa će napraviti eksternu pretragu neefikasnu.

Postoji najmanje pet dobrih načina da se prikupe informacije iz eksternih izvora, i to su: intervjuisanje "glavnih" korisnika, stručne konsultacije, pretraživanje patenata, pretraga objavljene literature i upoređivanje sa srodnim proizvodima.

6.3.1. Intervjuisanje "glavnih" korisnika

Tokom identifikovanja potreba kupaca, tim će možda da potraži ili da nađe "glavne" korisnike. "Glavni" korisnici su oni korisnici koji imaju dugo radno iskustvo sa proizvodom (nekoliko meseci ili nekoliko godina), pre nego što se proizvod "pokazao" na tržištu i ti korisnici će suštinski imati koristi od inovacija proizvoda. Često je slučaj da su "vodeći" korisnici već izumeli rešenja koja će zadovoljiti njihove potrebe. Ovo je posebno tačno kod tehničkih udruženja korisnika, poput onih u medicinskim ili naučnim oblastima. "Glavni" ili "vodeći" korisnici se mogu tražiti na tržištu za koje se razvija novi proizvod, ili se mogu naći na tržištima za proizvode koji sprovode neke podfunkcije glavnog proizvoda.

6.3.2. Konsultacije sa ekspertima

Stručnjaci sa znanjem jednog ili više podproblema ne samo da mogu direktno da obezbede konceptualna rešenja, nego mogu i da preusmerei potragu u "plodnije" oblasti. Eksperti mogu biti stručnjaci u firmi za proizvodnju u vezi proizvoda, profesionalni konsultanti,

univerzitetsko osoblje i tehnički predstavnici ponuđača. Ovi ljudi se mogu pronaći na univerzitetima, u preduzećima i pretraživanjem autora tekstova. Iako pronalazak stručnjaka može biti naporan posao, sigurno se utroši manje vremena, nego da se uči o nekim stvarima od samog početka.

Većina stručnjaka je spremna da razgovara telefonom ili lično, u trajanju od jednog sata bez naknade. U principu, konsultanti će očekivati da im se plati za vreme provodeno u rešavanju problema, posle prvog sastanka ili telefonskog razgovora. Dobavljači su, obično, spremni da obezbede nekoliko dana truda bez direktne kompenzacije, ako oni očekuju da će neko koristiti njihov proizvod kao komponentu u dizajnu. Naravno, stručnjaci neposredno konkurentske firme, u najvećem broju slučajeva, nisu spremni da daju privatne informacije o svojim dizajnima proizvoda.

6.3.3. Pretraga patenata

Patenti su bogat i lako dostupan izvor tehničkih informacija koje sadrže detaljne crteže i objašnjenja o tome kako vécina proizvoda radi. Glavni nedostatak pretrage patenata je da su pojmovi, koji se nalaze u novijim patentima, zaštićeni (uglavnom za 20 godina od datuma prijave patenta), tako da mora da se obezbedi honorar za autora patenta, ako je neki deo njegovog rada uključen. Međutim, patenti su, takođe korisni da se vidi koji su pojmovi već zaštićeni i šta treba izbegavati ili licencirati. Koncepti koji se nalazi u stranim patentima, bez globalne pokrivenosti, mogu da se koristi bez plaćanja autorskih prava.

6.3.4. Pretraga objavljene literature

Objavljena literatura obuhvata časopise, zbornike radova sa konferencije, potrošačke časopise, vladine izveštaje, informacija sa tržišta, od potrošača, kao i informacije o proizvodu. Pretrage literature su, stoga, veoma plodni izvori postojećih rešenja.

Elektronske pretrage su često najefikasniji način za prikupljanje informacija iz objavljene literature. Pretraživanje Interneta je često dobar prvi korak, iako kvalitet rezultata može biti veoma teško proceniti. Višestruko struktuirane baze podataka su poželjnije od *on-line* izvora. Mnoge baze podataka sadrže samo abstrakte članaka, a ne ceo tekst i dijagrame. Dva osnovna problema pri eletronskim pretragama dobro organizovanih baza podataka, su da se utvrde ključne reči i ograničavanja obima pretrage. Postoji kompromis između potrebe da se koristi više ključnih reči za potpunu pokrivenost i potrebe da se ograniči broj poklapanja sa definisanim brojem članaka. .

6.3.5. Upoređivanje sa srodnim proizvodima

U kontekstu generisanja koncepta, procena (*benchmarking*) predstavlja studiju o postojećim proizvodima sa funkcionalnošću sličnu onoj za proizvod u razvoju ili o podproblemima na koje je fokusiran tima. Procena može da otkrije postojeće koncepte koji mogu da se implementiraju i da reše određeni problem, kao i informacije o prednostima i slabostima konkurencije.

6.4. Unutrašnja pretraga – III_e faza

Unutrašnja (interna) pretraga predstavlja korišćenje ličnih znanja i znanja unutar tima i kreativnost za generisanje konceptualnog rešenja. Tokom unutrašnje pretrage sve ideje koje izađu na videlo su već u posedu tima. Ova aktivnost može biti najotvorenija i najkreativnija pri bilo kom razvoju novog proizvoda. Smatra se da je korisno misliti o unutrašnjoj pretrazi kao o procesu preuzimanja potencijalno korisnih podataka iz svoje memorije, a zatim kao o procesu prilagođavanja tih informacija aktuelnom problemu, koji se nalazi tu pri ruci. Ovaj proces može da se sprovodi od strane pojedinaca koji rade u izolaciji ili od strane grupe ljudi koji rade zajedno.

Četiri uputstva su korisna za poboljšanje i individualnih i grupnih internih pretraga:

1. Suspendovati osudu. U većini aspekata svakodnevnog života, uspeh zavisi od sposobnosti da se brzo proceni skup alternativa i da se stupi u akciju. Većina odluka u svakodnevnom životu ima implikacije na samo nekoliko minuta ili sati, narod je navikao na brzo odlučivanje i kreće dalje. Generisanje koncepta za razvoj proizvoda je bitno drugačiji. Članovi tima moraju da žive sa posledicama godinama, po pitanju odluka o konceptu proizvoda. Imperativ suspendovanje osuda često se prevodi u pravilo da u toku grupne sednice, prilikom generisanja koncepta, kritika koncepta nije dozvoljena. Bolji pristup je da pojedinci opažene slabosti u konceptima kanališu u obliku predloga za poboljšanje ili alternative koncepte.

2. Generisati mnogo ideja. Većina stručnjaka veruje da što više ideja razvojni tim stvara, veća je verovatnoća da će tim da istraži u potpunosti prostor rešenja. Težnja da se smanji količina (broj) ideja, smanjuje očekivane kvalitete za svaku pojedinačnu ideju i stoga može da podstakne ljude da dele ideje, koje inače mogu nisu vredne pomena. Dalje, svaka ideja deluje kao podsticaj za druge ideje, tako da veliki broj ideja ima potencijal da se, čak, stimuliše više ideja.

3. Dobrodošle su ideje koje mogu izgledati neizvodljive. Ideje koje se pojavljuju i koje na početku izgledaju neizvodljive, često mogu biti poboljšane od strane ostalih članova tima. Što je više neizvodljivih ideja, više se proteže granica prostora rešenja i ohrabruje tim da misli o maksimalnim mogućim granicama. Dakle, "neizvodljive" ideje su veoma vredne i njihovo izražavanje treba podsticati.

4. Koristiti grafičke i fizičke medije. Rasuđivanje o fizičkim i geometrijskim informacijama pomoću reči je teško. Tekst i verbalni jezik su, u suštini, neefikasni mediji za opis fizičkih entiteta. Bez obzira da li se radi u grupi ili svaki član tima kao pojedinac, treba stalno da bude dostupna skica i propratni crteži. Pena, glina, karton i drugi trodimenzionalni mediji mogu biti odgovarajuća sredstva za probleme koji zahtevaju duboko razumevanje forme i prostornih odnosa.

6.4.1. I individualne i grupne pretrage su izuzetno korisne

Formalna proučavanja grupnih i individualnih rešavanja problema ukazuju na to da će ljudi koji rade sami za određeno vreme generisati više i bolje koncepte, nego kada isti ljudi rade

zajedno za isti vremenski period. Ovaj nalaz je u suprotnosti sa stvarnim praksama mnogih firmi koje obavljaju većinu svojih aktivnosti generisanja koncepata u grupama. Treba napomenuti da članovi tima bar jedan deo svog vremena, prilikom generisanja koncepta, rade sami. Takođe, treba posebno istaći da je rad u grupama od kritičnog značaja za izgradnju konsenzusa, prenošenje podataka i usavršavanje koncepta. U idealnom okruženju, svaki pojedinac u timu će provesti nekoliko sati radeći sâm, a zatim se sastaje grupa da bi zajedno razgovarali i poboljšavali pojmove generisane od strane pojedinaca.

Međutim, takođe se zna da postoji praktičan razlog zadržavanja grupnih sesija prilikom generisanja koncepta – to je jedan od načina da se garantuje da će pojedinci u grupi posvetiti određeno vreme zadatku. Posebno, u veoma intenzivnim i zahtevnim poslovnim sredinama, bez zakazivanja sastanka, malo ljudi će izdvojiti nekoliko sati za skoncentrisan individualni napor na stvaranju novog koncepta. Zvonjava telefona, prekidanje od strane drugih zaposlenih i urgentni problemi zahtevaju pažnju. U pojedinim sredinama, zakazane grupne sesije mogu biti jedini način da se garantuje dovoljno pažnje kako bi se posvetili aktivnostima generisanja koncepta.

6.4.2. Saveti za kreiranje konceptualnog rešenja

Iskusni pojedinci i timovi mogu obično samo da sednu i da započnu generisanje dobrih koncepata za podprobleme. Često su ovi ljudi razvili skup tehnika koji koriste da stimulišu svoje mišljenje, a ove tehnike su postale sastavni deo njihovog procesa rešavanja problema. Novajlija u razvoju proizvoda može biti potpomognut skupom saveta (nagoveštaja) kako bi stimulisao kreiranje novih ideja i podsticao odnose između ideja. Mnogi stručnjaci iz ove oblasti daju mnoge korisne sugestije. Ovde nekoliko osvedočenih saveta:

- Kreiranje analogija. Iskusni dizajneri uvek sebe zapitaju da li drugi uređaji mogu da reže postavljeni problem. Često će se pitati da li je u pitanju fizička ili biološka analogija sa problemom. Oni će razmišljati i o tome da li njihov problem postoji u mnogo manjim ili većim dimenzijama, nego u okviru u kome se razmatra.

- Želje i pitanja. Početak posla sa komentarima tipa "Voleo bih da smo mogli..." ili "Pitam se šta će se desiti ako..." pomaže stimulaciju pojedinaca ili grupe da razmotri nove mogućnosti. Ova pitanja uzrokuju razmišljanja o granicama problema.

- Korišćenje povezanih podsticaja. Većina pojedinaca mogu misliti o novim idejama kada su te ideje predstavljene kao novi podsticaj. Povezani podsticaji su oni podsticaji koji su generisani u kontekstu problema, koji se nalazi pri ruci. Na primer, jedan od načina da se koristi povezani podsticaj je da svaki pojedinac na grupnom sastanku generiše listu svojih ideja (kada je radio sâm), a zatim da prosleđuje tu listu svojim komšijama. Nakon uvida u tuđe ideje, većina ljudi je u mogućnosti da generiše nove ideje. Drugi srodni podsticaji uključuju izjave o potrebama klijenata i fotografije korisničkog okruženja proizvoda.

- Korišćenje nepovezanih podsticaja. Povremeni, slučajni ili nepovezani podsticaji mogu biti efikasni u podsticanju novih ideja.

- Postavljanje kvantitativnih ciljeva. Generisanje novih ideja može biti iscrpljujuće. Pri kraju sednice, pojedinci i grupe mogu naći kvantitativne ciljeve korisne za motivaciju.

- Korišćenje metode galerija. Metoda galerija je način za prikaz velikog broja koncepata, istovremeno, za diskusiju. Skice, obično jedan koncept na jednom papiru, su zalepljene ili okačene na zidovima soba za sastanke. Članovi tima cirkulišu i gledaju na svaki model. Tvorac koncepta može ponuditi objašnjenje, a potom grupa čini predloge za poboljšanje koncepta ili spontano generiše srodni koncept. Ovaj metod je dobar način da spoje pojedinačni i grupni napori.

Rešenje za podproblem skladištenja ili prihvatanja energije	**Rešenje za podproblem primene energije translacije na ekser**
- Samoregulisanje hemijske reakcije i emitovanje gasova pod visokim pritiskom - Karbid (kao za lanterne) - Sagorevanje piljevine - Barut - Natrijum azid (eksplozivni vazdušni jastuk)	Jedan udarac 
- Komora sagorevanja (butan, propan, acetilen itd.) - Komprimovani vazduh (u rezervoaru ili iz kompresora) - Ugljen dioksid u rezeorvaru - Električne utičnice i kabl - Visok pritisak ulja u isntalaciji (hidraulika) - Zamajac sa punjenjem	Više udaraca (desetine ili stotine) 
- Pakovanje baterija na alatu, za pojasom ili na podu - Gorivna ćelija - Ljudska snaga: ruku ili nogu - Metan kao posledica raspadanja organiskih materija - Sagorevanje kao posledica hemijske reakcije	Više udaraca (stotine ili hiljade) 
- Nuklearna rekacija - "Hladna" fuzija - Solarne električne ćelije	Guranje 
- Linija snabdevanja na paru - Vetar - Geotermalna energija	Uvrtanje i guranje 

Slika 6.5. *Neka od rešenja za podprobleme (1) skladištenja i upotrebe enerrgije i (2) "isporuke translacione energije" ekseru*

Na slici 6.5 prikazana su neka rešenje koje su članovi tima generisali za podprobleme pištolja za ukucavanje eksera – (1) čuvanja i prihvatanja energije i (2) isporučivanje "translatorne energije" ekseru.

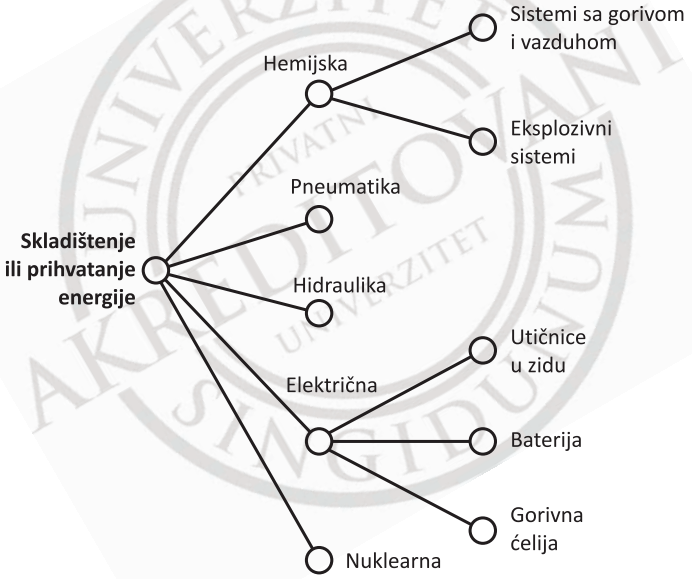
6.5. Sistematično istraživanje – $\mathrm{IV_e}$ faza

Kao rezultat aktivnosti pri spoljnim i unutrašnjim pretragama, tim će imati prikupljene desetine ili stotine `fragmenata` koncepta – rešenja podproblema. Sistematično istraživanje

ima za cilj navigaciju prostora mogućnosti organizovanjem i sintezama ovih rešavajućih fragmenata. Jedan od pristupa organizovanju i sintezi tih fragmenata bi bio da se razmotre sve moguće kombinacije fragmenata u vezi sa svakim podproblemom. Trebalo bi napomenuti da će tim brzo otkriti da mnoge od kombinacije nemaju smisla. Srećom, postoje dve posebne alatke za upravljanje i organizovanje ovih kompleksnih razmišljanja tima, i reč je o `konceptualnom klasifikacionom stablu` i `konceptualnoj kombinatornoj tabeli`. Klasifikaciono stablo pomaže timu da podeli moguća rešenja na nezavisne kategorije. Kombinaciona tabeli vodi tim kroz selektivnu kombinaciju fragmenata.

6.5.1. Konceptualno klasifikaciono stablo

Konceptualno klasifikaciono stablo se koristi da podeli ceo prostor mogućih rešenja u nekoliko različitih klasa koje će olakšati poređenje i skraćivanje. Primer stabla za zakivač je prikazan na slici 6.6. "Grane" ovog stabla odgovaraju različitim izvorima energije.



Slika 6.6. *Konceptualno klasifikaciono stablo izvora energije zakivača*

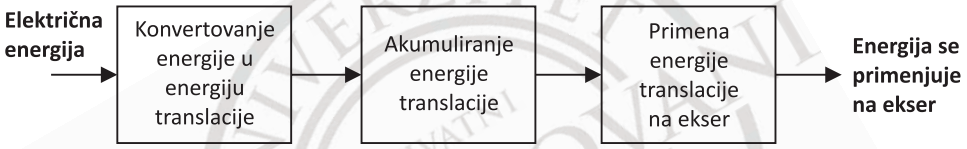
Klasifikaciono stablo daje najmanje četiri važne prednosti:

1. Neutralisanje (rezanje) manje obećavajućih grana. Ako je, proučavajući klasifikaciono stablo, tim u stanju da identifikuje pristup rešenju koji ne izgleda kako treba, onda ovaj pristup može biti izmenjen (neutralisana ta grana), a ekipa moše da fokusira svoju pažnju na više obećavajuće grane stabla. "Rezanje grana" stabla zahteva neke procene i presude, pa stoga to treba da bude pažljivo urađeno, ali realnost razvoja proizvoda je da postoje ograničena sredstva i da se vrši fokusiranje na raspoložeive resurse najperspektivnijih pravaca su važan faktor uspeha.

2. Identifikacija nezavisnih pristupa problemu. Svaka grana stabla se može smatrati drugačijim pristupom rešavanju ukupnog problema.

3. Naglašavanje određenih grane. Kada je stablo konstruisano, tim je u stanju da brzo razmišlja o tome da li su napori primenjeni na svaku granu ispravno dodeljeni.

4. Preciziranje problema dekompozicije za određenu granu. Ponekad problem može biti korisno dekomponovan i prilagođen za određeni pristup problemu. Na primer, treba razmisliti o grani stabla koja odgovara električnom izvoru energije. Na osnovu dodatnog istraživanja procesa zakucavanja, tim je ustanovio da je trenutna snaga, isporučena tokom procesa zakucavanja, oko 10.000 vati za nekoliko milisekundi i tako prevazilazi snagu koja je dostupna iz zidne utičnice, baterije ili gorivne ćelije (razumne veličine, cene i mase). Zaključili su, dakle, da energija mora biti akumulirana tokom značajnog perioda ciklusa zakucavanja (na primer, $100\,\mathrm{ms}$), a zatim, da se iznenada isporuči trenutna snaga potrebna za zakucavanje eksera. Ova brza analiza je omogućila timu da doda i pomoćnu funkciju ("akumuliranje energije translacije") u svoj funkcionalni dijagram (slika 6.7).



Slika 6.7. *Novi problem prilikom dekompozicije izvora električne energije*

Klasifikaciono stablo na slici 6.6 pokazuje alternativna rešenja za podproblem izvora energije. Treba napomenuti da postoje i drugačija klasifikaciona stabla, ali o tim stablima u ovom momentu neće biti reči.

6.5.2. Konceptualna kombinatorna tabela

Konceptualna kombinatorna tabela definiše način za sistematično razmatranje kombinacija fragmenata rešenja. Slika 6.8 pokazuje primer kombinatorne tabele pomoću koje je tim uzeo u obzir kombinacija fragmenata za elektro "granu" na klasifikacionom stablu.

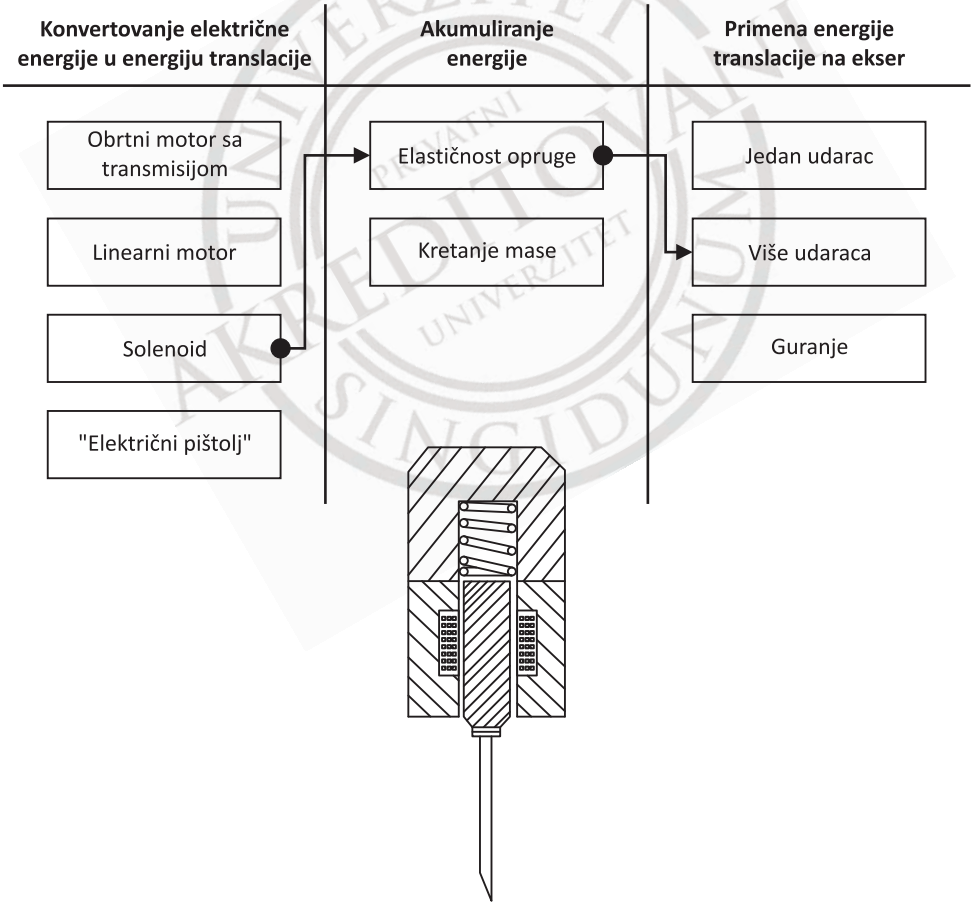
Konvertovanje električne energije u energiju translacije	Akumuliranje energije	Primena energije translacije na ekser
Obrtni motor sa transmisijom	Elastičnost opruge	Jedan udarac
Linearni motor	Kretanje mase	Više udaraca
Solenoid		Guranje
"Električni pištolj"		

Slika 6.8. *Konceptualna kombinatorna tabela za ručni pištolj za zakivanje eksera*

Kolone u tabeli odgovaraju podproblemima identifikovanim na slici 6.7. Stavke u svakoj koloni odgovaraju fragmentima rešenja za svaki od ovih podproblema izvedenih iz spoljne i unutrašnje pretrage. Na primer, podproblem pretvaranja električne energije u energiju za translaciju ide u prvu kolonu. Stavke u ovoj koloni su obrtni motor za transmisijom, linearni motor, solenoid, kao i "elektirčni pištolj".

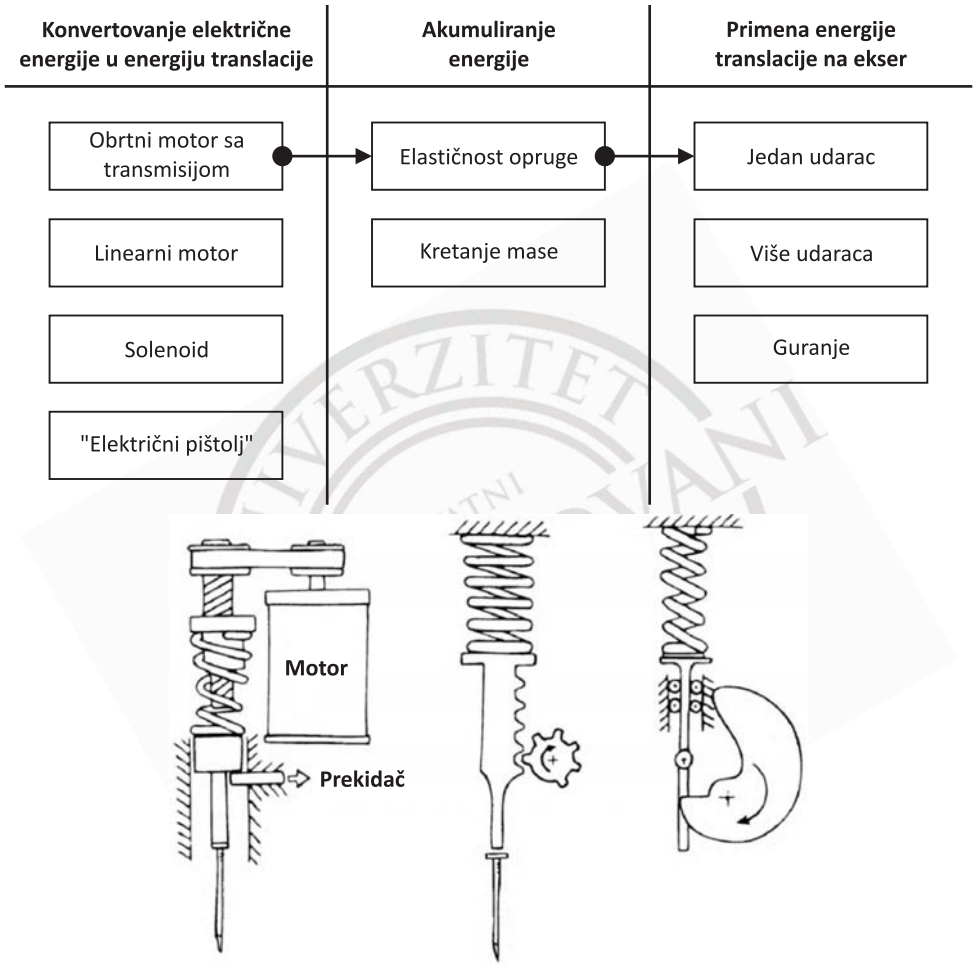
Moguća rešenja za ukupan problema se formiraju kombinovanjem jednog fragmenta iz svake kolone. Za primer ručnog pištolja za zakucavanje eksera postoji 24 moguće kombinacije $(4 \times 2 \times 3)$. Izbor kombinacija fragmenata ne vodi spontano ka rešenju ukupnog problema. Kombinacije fragmenata moraju, obično, da se razviju i usavrše, pre integrisanja u rešenje. Ovakav razvoj događaja, po neki put, ne može čak biti moguć ili može dovesti do više od jednog rešenja, ali u najmanju ruku to podrazumeva dodatne kreativne misli.

Slika 6.9 prikazuje skicu koncepta koji proizilazi iz kombinacije fragmenata "solenoid", "elastičnost opruge" i "više udaraca".



Slika 6.9. *U ovom rešenju solenoid napinje oprugu i naglo je otpušta kada je potrebno da se počne sa ukucavanjem eksera*

Slika 6.10 pokazuje neke skice koncepta koje proizilaze iz kombinacije fragmenata "obrtni motor sa transmisijom", "elastičnost opruge" i "jedan udarac".

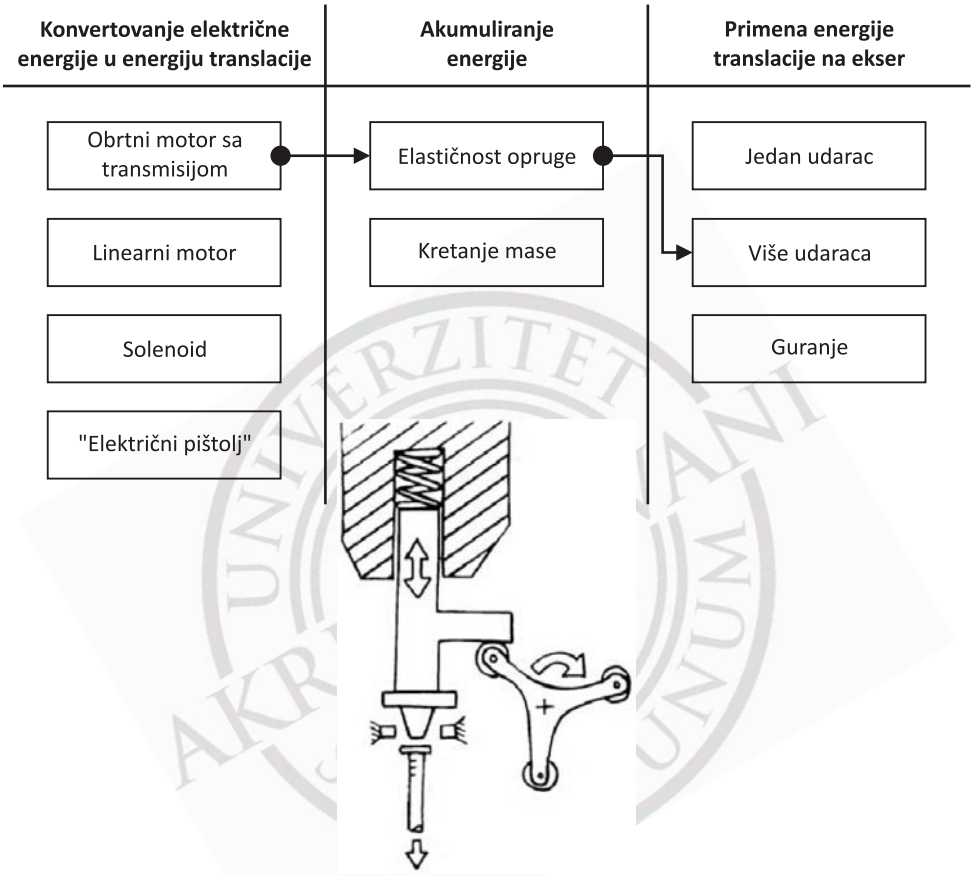


Slika 6.10. *Višestruko rešenje se "pojavljuje" iz kombinacije obrtnog motora sa transimisijom, opruge i jednog udarca. Motor sabija oprugu, akumulira se potencijalna energija koja se oslobađa prilikom jednog udarca eksera u podlogu.*

Slika 6.11 prikazuje skicu koncepta koji proizilazi iz kombinacije fragmaneta "obrtni motor sa transmisijom", "elastičnost opruge" i "više udaraca". Slika 6.12 pokazuje neke skice koncepata koje proizilaze iz kombinacije fragmenata "linearni motor", "kretanje mase" i "jedan udarac".

Dve smernice mogu da naprave proces kombinovanja koncepata lakšim. Prvo, ako neki fragment može da se ukloni kao "neizvodljiv"' pre nego što se kombinuje sa drugim fragmentima, onda je broj kombinacija, koji u timu moraju da razmotre, dramatično smanjen. Na primer, ako je tim mogao da utvrdi da "električni pištolj" neće biti "izvodljiv"

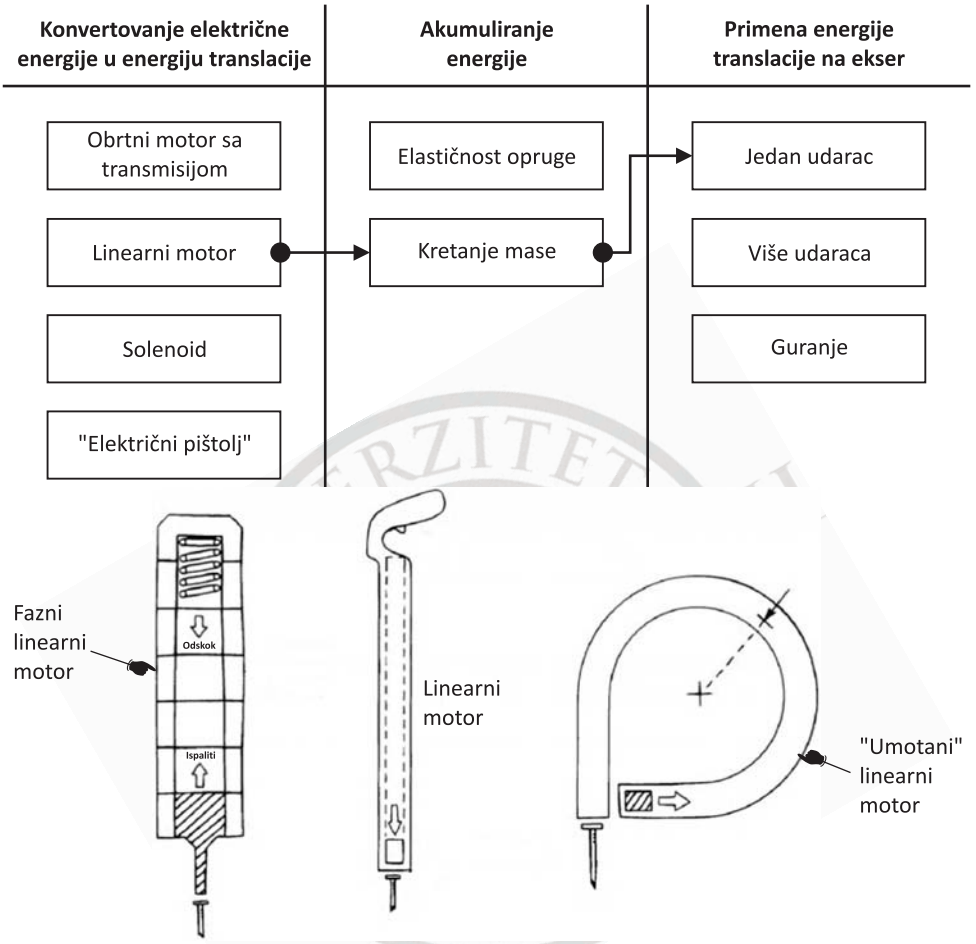
ni pod kojim uslovima, onda je bilo moguće smanjenje broja kombinacija sa 24 na 18, što je solidno smanjenje potrebnog vremena, kao i resursa.



Slika 6.11. *Rešenje iz kombinacije obrtnog motora sa transimisijom, opruge i više udaraca. Motor sabija oprugu, akumulira i isporučuje energiju u više navrata, što prouzrokuje zakucavanje eksera iz više udaraca.*

Drugo, konceptualna kombinatorna tabela treba da bude koncentrisana na podprobleme koje su zajedno (zajednički). Zajednički podproblemi su oni čija se rešenja jedino mogu ocenjivati u kombinaciji sa rešenjima drugih podproblema. Na primer, izbor specifičnog izvora električne energije da se koristi (na primer, baterije u odnosu na zidnu utičnicu), iako je veoma kritičan, pošto je nezavisan od izbora načina konverzije energije (na primer, motor u odnosu na solenoid).

Dakle, konceptualna kombinatorna tabela ne mora da sadrži kolone za različite tipove električne energije. Ovo smanjuje broj kombinacija koje razvojni tim mora da uzme u obzir. Kao praktična stvar, konceptualna kombinatorna tabela gubi korisnost kada broj kolona premašuje brojke 3 ili 4.

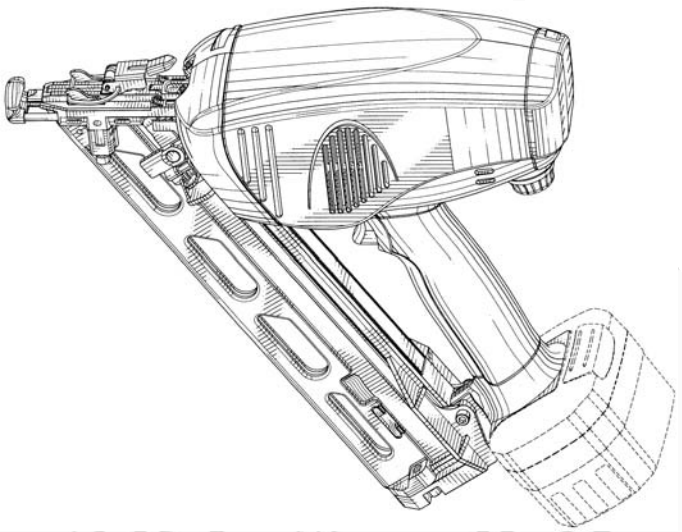


Slika 6.12. *Višestruko rešenje se "pojavljuje" iz linearnog motora, pokretne mase i jednog udarca. Motor ubrzava masu, akumulira se kinetička energija koja se oslobađa prilikom jednog udarca eksera u podlogu.*

6.5.3. Upravljanje istraživačkim procesom

Klasifikaciona stabla i kombinatorne tabele su alatke koje se mogu koristiti od strane tima, donekle, fleksibilno. Oni su jednostavni načini da se organizuje razmišljanje i da se vodi kreativna energija tima. Retko će timovi generisati samo jedno klasifikaciono stablo i jednu konceptualnu kombinatornu tabelu. Tipičnije je da će tim napraviti nekoliko alternativnih klasifikacionih stabala i nekoliko konceptualnih kombinatornih tabela. "Širenje" ovih aktivnosti istraživanja aktivnost može se ogledati u finom podešavanju dekompozicije originalnog problema, ili u potrazi za dodatnim internim ili eksternim pretragama. Istraživanja koraka generisanja koncepta obično deluje više kao vodič za dalje kreativno razmišljanje, nego kao konačan korak u procesu.

Trebalo bi se podsetiti da je na početku procesa tim izabrao nekoliko podproblema na kojima je fokusirao pažnju. Na kraju je tim morao da obrati pažnju na sve podprobleme. To se obično dešava kada tim ima sužen niz mogućnosti za kritične podprobleme. Razvojni tim ručnog pištolja za zakivanje eksera je suzio svoje alternative na nekoliko hemijskih i nekoliko električnih pojmova, a zatim ih je fino podesio radeći na korisničkom interfejsu, industrijskom dizajnu i elementima konfiguracije. Jedna od posledica opisanog koncepta prikazana je na slici 6.13.



Slika 6.13. *Jedno od nekoliko rešenja za ručni pištolj za zakivanje eksera*

6.6. Uticaj na rezultate i proces – V_e faza

Iako se ovaj korak, gde se vidi uticaj na rezultate i proces, nalazi na kraju praktične prezentacije, o uticajima bi trebalo, u stvari, da se vodi računa kroz celokupan izvedeni proces. Pitanja koje, na kraju, treba postaviti uključuju:

- Da li je tim razvio poverenje da je prostor rešenja u potpunosti istražen?
- Da li postoje alternativni funkcionalni dijagrami?
- Da li postoje alternativni načini da se razloži (dekomponuje) problem?
- Da li se eksterni izvori temeljno sprovode?
- Da li su ideje prihvaćene od svih i da li su integrisane u proces?

Članovi razvojnog tima ručnog pištolja za zakivanje eksera mogu da razgovaraju o tome da li su usmerili previše pažnje na uskladištenje energije i elemente za njenu konverziju, ignorišući korisnički interfejs i ukupnu konfiguraciju. Očigledno je da su energetska pitanja ostala srž problema i da je odluka da se prvo usredsrede na ova pitanja, bila opravdana.

Takođe, može da se postavi pitanje da li je klasifikaciono stablo bilo preveliko i suviše kompleksno (sa mnogo "grana"). U početku je bilo priče i razmatranja elektro, hemijskih i pneumatskih koncepata, pre nego što je odlučeno da konačno rešenje bude električni koncept. Očigledno je da je hemijski pristup imao neke očigledne nedostatke po pitanju bezbednosti i percepcije kupaca (istraživana je i upotreba eksploziva kao izvora energije). Odlučeno je da, iako su dopadljivi neki aspekti hemijskih rastvora, se hemijski pristup eliminiše iz razmatranja ranije u procesu, što omogućava više vremena da se slede neke više obećavajuće grane, u više detalja.

Razvojni tim je istraživao nekoliko ovih koncepata u više detalja i izgradio je radne prototipove ručnog pištolja za ukucavanje eksera koji obuhvataju dva fundamentalno različita pravca:

1. motor sabija oprugu i oslobađa energiju u obliku jednog udarca, i
2. motor sa rotirajućom masom koja udara ekser brzinom od oko 10 ciklusa u sekundi, dok ekser ne uđe u podlogu do kraja.

Na kraju krajeva, alatka sa više udaraca se pokazala kao najviše tehnički izvodljiva i finalni proizvod (slika 6.14) je zasnovan na ovom konceptu.



Slika 6.14. *Rešenje ručnog pištolja za zakivanje eksera sa pratećim elementima*

Glava 7

Izbor konceptualnog rešenja

Kompanija koja se bavi medicinskom opremom angažovala je dizajnersku firmu da razvije špric sa preciznom kontrolom doziranja insulina, za višekratnu upotrebu i za ambulantnu upotrebu. Slični proizvodi koje prodaju konkurentske firme prikazani su na slici 7.1.



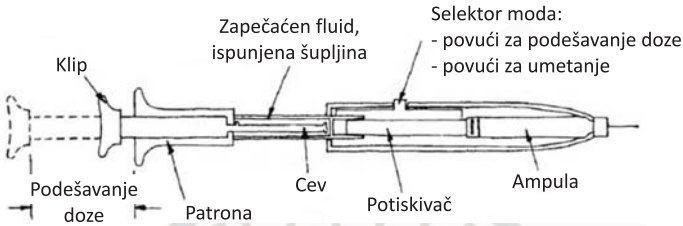
Slika 7.1. *Špric za insulin sa preciznim doziranjem*

Da bi se usredsredili napori za razvoj, kompanija koja se bavi medicinskom opremom identifikovala je dva glavna problema svog postojećeg proizvoda: cena (postojeći model je izrađen od nerđajućeg čelika) i tačnost merenja doza. Kompanija je, takođe, zatražila da proizvod bude prilagođen fizičkim sposobnostima starijih lica, kao važnom segmentu ciljnog tržišta. Da se sumiraju potrebe klijenata i krajnjih korisnika, tim je odredio sedam kriterijuma na kojima bi se izbor koncepta proizvoda zasnivao:

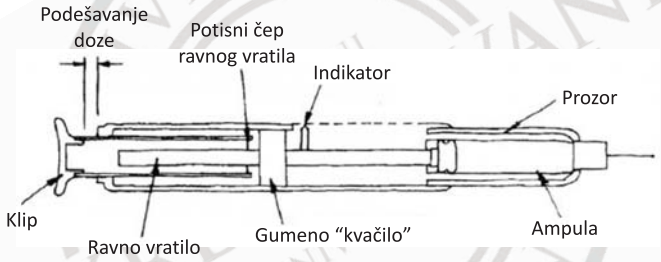
- jednostavno rukovanje;
- jednostavnost upotrebe;
- čitljivost podešavanja doze;
- tačnost merenja doze;
- izdržljivost;

- jednostavna proizvodnja; i
- prenosivost.

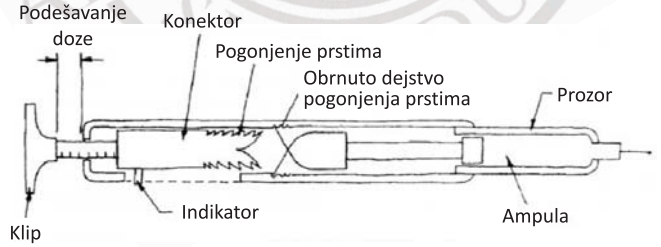
Tim je opisao koncepte razmatrajući skice prikazane na slikama 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7 i 7.8. Iako svaki koncept nominalno zadovoljava ključne potrebe klijenata, tim je bio suočen sa izborom najboljeg koncepta za dalji dizajn, fino podešavanje i proizvodnju.



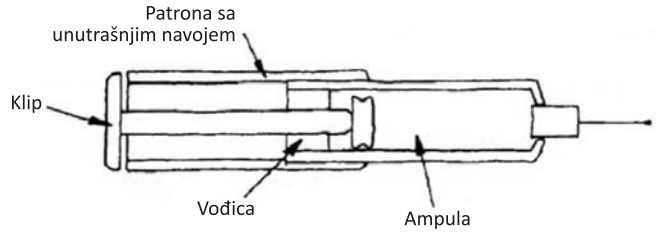
Slika 7.2. *Koncept A – Sa glavnim cilindrom*



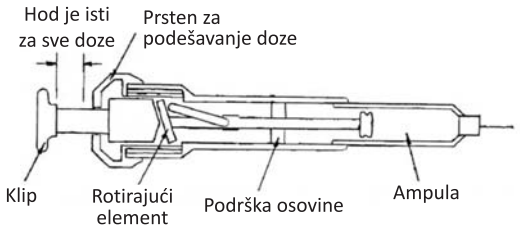
Slika 7.3. *Koncept B – Sa gumenom kočnicom*



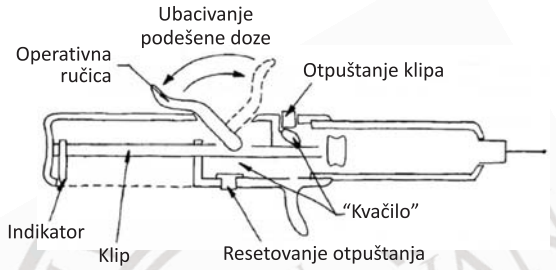
Slika 7.4. *Koncept C – Sa blokadom*



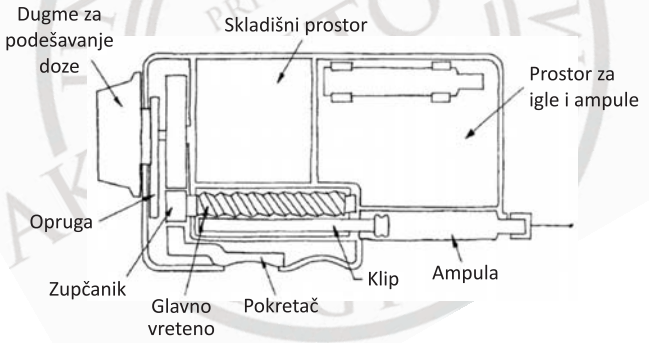
Slika 7.5. *Koncept D – Sa zaustavljanjem klipa*



Slika 7.6. *Koncept E – Sa prstenom za podešavanje*



Slika 7.7. *Koncept F – Sa podešavanjem ručice*



Slika 7.8. *Koncept G – Sa odgovarajućim vretenom*

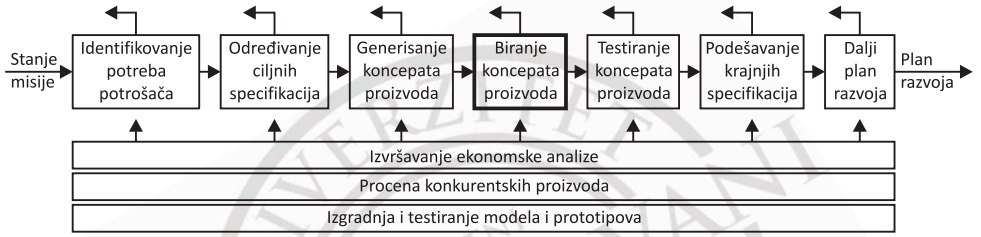
Da bi se izabrao jedan koncept šprica od mnogih definisanih, trebalo bi postaviti sledeća pitanja:

- Kako tim može da izabere najbolji koncept, s obzirom da je dizajn još uvek prilično apstraktan?
- Kako će biti doneta odluka koja je uzeti u obzir mišljenje celog tima?
- Kako će biti identifikovane i iskorišćene poželjne osobine, inače, slabo definisanih koncepata?
- Kako će proces odlučivanja biti dokumentovan?

U ovom poglavlju iskorišćen je primer šprica kako bi se predstavila metodologija selekcije koncepta, koja se bavi ovim i drugim pitanjima.

7.1. Izbor konceptualnog rešenja kao sastavni deo procesa razvoja proizvoda

Rano u razvojnom procesu razvoja proizvoda tim identifikuje skup potreba klijenata. Koristeći razne metode, tim onda generiše koncepte alternativnih rešenja kao odgovor na te potrebe. Izbor konceptualnog rešenja je proces procene pojmova u odnosu na potrebe klijenata i drugih kriterijuma, upoređujući relativne prednosti i slabosti koncepta, kao i izborom jednog ili više koncepata za dalje istraživanje, testiranje ili razvoj. Na slici 7.9 je ilustrovana veza između aktivnosti izbora koncepta i drugih aktivnosti koje čine fazu razvoja koncepta unutar procesa razvoja proizvoda.



Slika 7.9. *Selekcija koncepta je deo celokupne faze razvoja koncepta*

Dok mnoge faze procesa razvoja imaju koristi od nepovezanih kreativnosti i divergentnih mišljenja, izbor koncepta je proces sužavanja alternativa skupa koncepata, tokom njihovog razmatranja. Iako je izbor koncepta konvergentan proces, često je iterativan i ne može odmah da se proizvede dominantan koncept. Veliki skup koncepata se u početku deli na manje skupove, ali ovi koncepti mogu naknadno da se kombinuju i poboljšavaju, kako bi se privremeno uvečao skup koncepata koji se razmatraju. Kroz nekoliko iteracija dominantan koncept će, konačno, biti izabran.

7.2. Svi timovi koriste neku metodu za izbor konceptualnog rešenja

Bez obzira da li je ili ne, proces selekcije koncepta, eksplicitan, svi timovi koriste neku metodu da se odluče između koncepata. Metode se razlikuju po njihovoj efikasnosti i uključuju sledeće:

- Spoljna odluka. Koncepti su predati kupcu, klijentu ili nekom drugom spoljnom entitetu za izbor.
- "Glavni" proizvod. Uticajni član tima za razvoj proizvoda izabere koncept koji se zasniva na ličnim preferencama.
- Intuicija. Koncept je izabran po osećaju. Eksplicitni kriterijumi ili kompromisi se ne koriste. Koncept samo izgleda bolje.
- Višetruko glasanje. Svaki član tima glasa za nekoliko pojmova. Koncept sa najviše glasova je izabran.

- Prednosti i mane. Tim izlistava prednosti i slabosti svakog koncepta i čini izbor na osnovu grupnog mišljenja.
- Prototip i testiranje. Organizacija gradi i testira prototip za svaki model, pa vrši izbor na osnovu podataka testa.
- Odluka o pokazateljima. Tim rangira svaki koncept, u odnosu na unapred specificarane kriterijume za izbor, koji mogu biti ponderisani.

Metoda za izbor koncepta u ovom poglavlju je "izgrađena" oko upotrebe pokazatelja za ocenu svakog modela u odnosu na skup kriterijuma za izbor.

7.3. Struktuirana metoda ima nekoliko prednosti

Svi koji rade na krajnjim aktivnostima razvoja proizvoda imaju veliki uticaj na, eventualne, uspehe proizvoda. Svakako, odgovor na tržištu proizvoda zavisi od koncepta proizvoda, ali mnogi praktičari i istraživači, takođe, veruju da izbor koncepta proizvoda drastično ograničava eventualna proizvodna cenu proizvoda. Strukturirani proces selekcije koncepta pomaže da se održi objektivnost tokom faze razvoja koncepta i vodi razvojni tim kroz kritičke, teške, a ponekad, i emocionalne procese. Konkretno, struktuirana metoda za izbor koncepta nudi sledeće moguće prednosti:

- Proizvod fokusiran na korisniku. Zbog toga što se koncepti izričito procenjuju na osnovu kriterijuma koji su orijentisani ka korisnika, onda je verovatno i da će izabrani koncept biti fokusiran na kupca.
- Konkurentni dizajn. Praveći kompromis između koncepta i postojećeg dizajna, dizajneri guraju dizajn tako da ili odgovara ili ima veći učinak od svojih konkurenata, po pitanju ključnih elemenata.
- Bolja koordinacija između proizvoda i procesa. Ekplicitno ocenjivanje proizvoda, u odnosu na proizvodne kriterijume, poboljšava izradu proizvoda i dosta pomaže da se podudaraju proizvodi sa procesnim sposobnostima preduzeća.
- Smanjeno vreme za uvođenje proizvoda. Struktuirana metoda postaje zajednički jezik između projektanata, inženjera u proizvodnji, industrijskih dizajnera, marketinga, kao i rukovodioca projekata, dovodeći do smanjenja dvosmislenosti, brže komunikacije, kao i manje lažnih startova.
- Efektivna grupna odlučivanja. U okviru razvojnog tima, organizaciona filozofija i smernice, spremnost članova da učestvuju i iskustvo članova tima mogu da ograniče proces izbora koncepta. Struktuirana metoda podstiče donošenje odluka na osnovu objektivnih kriterijuma i smanjuje verovatnoću da proizvoljni ili lični faktori utiču na koncept proizvoda.
- Dokumentacija za proces odlučivanja. Primena struktuirane metode ima za rezultat lako razumljivu arhiva obrazloženje odluka oko koncepta proizvoda. Ovaj zapis je koristan za asimilaciju novih članova tima i za brzo procenjivanje uticaja promena u potrebama kupaca, ili alternativa koje su na raspolaganju.

7.4. Pregled metodologije

Ovde će biti prikazana dva koraka metodologije izbora koncepta, iako prva faza može da bude dovoljna za jednostavne dizajnerske odluke. Prva faza se naziva `sortiranje koncepta`, dok se druga faza zove `bodovanje koncepta`. Svaka je podržana matricom odluka koja se koristi od strane tima da oceni, rangira i izabere najbolji koncept ili najbolje koncepte. Iako je metoda struktuirana, treba naglasiti ulogu grupe da poboljša i kombinuje pojmove.

Izbor koncepta se često izvodi u dve etape, kao način upravljanja kompleksnošću procene desetine koncepata proizvoda. Primena pomenute dve metode je ilustrovana na slici 7.10. Sortiranje je brza, približna procena u cilju održavanja nekoliko proizvodnih alternativa. Bodovanje je pažljivija analiza relativno malog broja koncepata, kako bi se izabrao jedan koncept koji će, najverovatnije, dovesti do uspeha proizvoda.

	Koncepti						
Kriterijum selekcije	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
Lakoća rukovanja	0	0	-	0	0	-	-
Jednostavnost upotrebe	0	-	-	0	0	+	0
Čitljivost podešavanja	0	0	+	0	+	0	+
Doza merenja tečnosti	0	0	0	0	-	0	0
Trajnost	0	0	0	0	0	+	0
Lakoća proizvodnje	+	-	-	0	0	-	0
Prenosivost	+	+	0	0	+	0	0
Suma pluseva (+)	2	1	1	0	2	2	1
Suma nula (0)	5	4	3	7	4	3	5
Sima minusa (-)	0	2	3	0	1	2	1
Neto rezultat	2	-1	-2	0	1	0	0
Rang	1	6	7	3	2	3	3
Nastaviti?	Da	Ne	Ne	Kombinacija	Da	Kombinacija	Revizija

Slika 7.10. *Matrica za sortiranje koncepata*

Tokom sortiranja koncepta, grube početne koncepcije se procenjuju u odnosu na zajednički referentni koncept pomoću matrice za sortiranje. U ovoj preliminarnoj fazi, detaljna kvantitativna poređenja se teško dobijaju i mogu biti pogrešna, tako se koristi grubi uporedni sistem ocenjivanja. Nakon što su neke alternative eliminisane, tim može da pređe na bodovanje koncepta i sprovođenje detaljne analize i finije kvantitativne procene preostalih pojmova pomoću matrice za bodovanje kao vodičem. Tokom procesa sortiranja i bodovanja, nekoliko iteracija se mogu izvršiti, sa novim alternativama koje proizlaze iz kombinacije karakteristika nekoliko pojmova. Slika 7.10 i 7.13 ilustruju matrice sortiranja i bodovanja, koristeći kriterijume za selekciju i koncepte iz primera o špricu sa insulinom.

Obe faze, sortiranje koncepta i bodovanje koncepta, prate proces u šest koraka koji vodi tim kroz aktivnosti izbora koncepta. Koraci su:

1. priprema matrice za izbor;
2. ocena koncepta;

3. klasifikovanje (rangiranje) koncepta;
4. kombinovanje i poboljšanje koncepta;
5. izbor jednog ili više koncepata; i
6. uticaj na rezultate i proces.

Iako je ovde prezentiran dobro definisan proces, tim, a ne metoda, stvara koncepte i donosi odluke koje određuju kvalitet proizvoda. U idealnom slučaju, timovi se sastoje od ljudi iz različitih funkcionalnih grupa u organizaciji. Svaki član donosi jedinstvena mišljenja u cilju povećanja razumevanja problema i olakšanja razvoja uspešnih proizvoda koji su orijentisani ka klijentima. Metoda selekcije (izbora) koncepta eksploatiše matrice kao vizuelne vodiče za postizanje konsenzusa među članovima tima. Matrice su u stanju da fokusiraju pažnju na potrebe klijenata i druge odluke o bitnim kriterijumima.

7.5. Sortiranje konceptualnih rešenja

Sortiranje konceptulanih rešenja (koncepta) je zasnovano na metodi koja je razvijena osamdesetih godina dvadesetog veka. Svrha ove faze je da se brzo smanji broj koncepata i da se poboljšaju koncepti. Slika 7.10 ilustruje matricu za sortiranje koja se koristi u ovoj fazi.

7.5.1. Priprema matrice za izbor – $\mathrm{I_f}$ faza

Da bi se pripremila matrica, tim bira fizički medijum koji odgovara problemu i koji je pri ruci. Pojedinci i male grupe sa kratkom listom kriterijuma mogu da koriste odštampanu matricu na papiru (slika 7.10), dok za veće grupe treba nešto drugo.

Dalje, slede ulazne veličine (koncepti i kriterijumi) koje se upisuju u matricu. Iako su, verovatno, generisani od strane različitih pojedinaca, koncepti bi trebalo da budu predstavljeni na istom nivou detalja za smisleno poređenje i nepristrasan izbor. Koncepti se najbolje prikazuje i pismenim opisom i grafičkim prikazom. Jednostavna skica svakog koncepta na jednoj stranici u velikoj meri olakšava komunikaciju oko ključnih karakteristika koncepta.

Nakon pažljivog razmatranja, tim bira koncept koji treba da postane standardni koncept ili `referentni koncept`, u odnosu na koji su ocenjivani svi ostali koncepti. Referentni koncept je, uglavnom, bio industrijski standard ili jednostavan koncept koji poznat svim članovima. To može da bude komercijalno dostupan proizvod, najbolji u klasi standardnih proizvoda koje je tim proučavao, prethodne generacije proizvoda, neki od koncepata koji su uzeti u obzir, ili kombinacija podsistema montirana da predstavlja najbolje karakteristike različitih proizvoda.

7.5.2. Ocena konceptualnih rešenja – $\mathrm{II_f}$ faza

Relativne ocene "bolje od $(+)$", "isto kao i (0)", ili "gore nego $(-)$" se nalaze u svakoj ćeliji matrice i predstavljaju kako se svaki koncept kotira u odnosu na referentni koncept

i u odnosu na poseban kriterijum. Obično se preporučuje da se vrši ocenjivanje svakog koncepta po jednom kriterijumu, pre nego što se pređe na sledeći kriterijum. Međutim, kada je u pitanju veliki broj pojmova, brže je da se koristi suprotan pristup, da oceni svaki model u potpunosti pre nego što se pređe na sledeći koncept.

Kada je to moguće, objektivni pokazatelji mogu se koristiti kao osnova za ocenu koncepta. Na primer, dobra aproksimacija cene montaže (sklopa) je broj delova u dizajnu. Slično tome, dobra aproksimacija jednostavnosti korišćenja je broj operacija neophodnih za korišćenje uređaja. Takvi pokazatelji pomoći će da se umanji subjektivna priroda procesa ocenjivanja. Neki objektivni pokazatelji pogodni za izbor koncepta mogu proizaći iz procesa utvrđivanja ciljnih specifikacija za proizvod.

7.5.3. Klasifikovanje konceptualnih rešenja – $\mathrm{III_f}$ faza

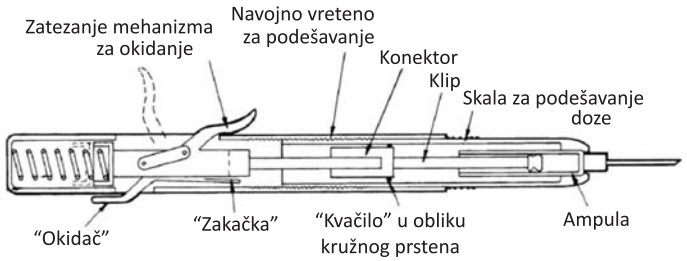
Nakon ocene svih koncepata, tim sumira broj "bolje od", "isto kao i", ili "gore nego" rezultata i kreira zbir za svaku kategoriju u donjim redovimaa matrice. Iz primera na slici 7.10 vidi se da su dva kriterijuma ocenjena bolje od preostalih pet. Dalje, neto rezultat može da se izračunava oduzimanjem broja "gore nego" od broja "bolje od".

Kada se sumiranje rezultata završi, tim rangira koncepte. Naravno, koncepti sa više pluseva i manje minusa su bolje rangirani. Često u ovom trenutku tim može identifikovati jedan ili dva kriterijuma na osnovu kojih stvarno mogu da se razlikuju koncepti.

7.5.4. Kombinovanje i poboljšanje odabranih konceptualnih rešenja – $\mathrm{IV_f}$ faza

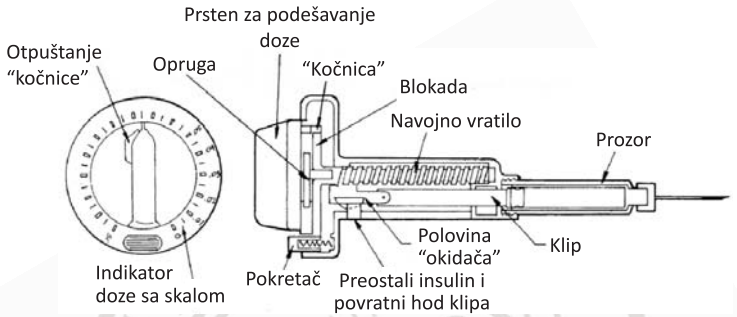
Pošto su ocenjeni i rangirani koncepti, tim bi trebalo da proveri da li rezultati imaju smisla i onda da razmisli da li postoje načini da se kombinuju i unaprede određeni koncepti. Dva pitanja za razmatranje su:

- Da li postoji generalno dobar koncept koji bi mogao biti degradiran jednom lošom funkcijom?
- Mogu li manje modifikacije poboljšati sveukupni koncept, a ipak da se sačuva razlika u odnosu na druge koncepte?
- Da li postoje dva koncepta koja se mogu kombinovati kako bi se sačuvao "bolje od" kvalitet, a kako bi se poništio "gore od" kvalitet?



Slika 7.11. *Koncept DF – Sa zaustavljanjem klipa*

Kombinovani i poboljšani koncepti se, zatim, dodaju u matricu, ocenjuju se od strane tima, i rangiraju zajedno sa originalnim konceptima. U primeru u ovom poglavlju, tim je primetio da se koncepti D i F mogu iskombinovati kako bi se uklonilo nekoliko "gora od" ocena, što vodi ka formiranju novog koncepta, DF, koji treba razmotriti u sledećem krugu. Koncept G je, takođe, predviđen za reviziju. Tim je odlučio da je ovaj koncept previše glomazan, tako da je višak prostora za odlaganje ampula uklonjen, uz zadržavanje tehnike za ubrizgavanje insulina, i na taj način se došlo do koncepta G+. Ove revidirani koncepti prikazani su na slikama 7.11 i 7.12.



Slika 7.12. *Koncept G+ – Sa odgovarajućim vretenom*

7.5.5. Izbor jednog ili više konceptualnih rešenja – V_f faza

Kada su članovi tima zadovoljni razumevanjem svakog koncepta i njihovog relativnog kvaliteta, oni odlučuju koji koncepti će da budu izabrani za dalje preciziranje i analize. Na osnovu prethodnih koraka, tim će, verovatno, dobiti jasnu sliku koji su najviše obećavajući koncepti. Broj odabranih koncepata za dalje razmatranje će biti ograničen određenim resursima (osoblje, novac i vreme). U primeru u ovom poglavlju, tim je izabrao koncepte A i E koje treba razmotriti zajedno sa revidiranim konceptom G+ i novim konceptom DF. Izborom koncepata za dalju analizu, tim mora da razjasni koja pitanja moraju da se dalje istražiju, pre nego što se napravi konačan izbor.

7.5.6. Uticaj na rezultate i proces – VI_f faza

Svi članovi tima trebalo bi da budu zadovoljni ishodom. Ako se pojedinac ne slaže sa odlukom tima, onda možda jedan ili više važnih kriterijuma nedostaju u matrici za sortiranje, ili je, možda, određena ocena pogrešna, ili bar nešto nije jasno. Eksplicitno razmatranje da li rezultati imaju smisla vode ka tome da se smanjuje verovatnoća pravljenja greške i povećava verovatnoća da ce cela ekipa čvrsto zalaže za naredne aktivnosti razvoja.

7.6. Bodovanje konceptualnih rešenja

Koncept bodovanja se koristi kada se povećanom rezolucijom bolje uočavaju razliku između koncepata. U ovoj fazi, tim "vaga" relativni značaj kriterijuma za izbor i fokusira se na preciznija poređenja u odnosu na svaki kriterijum. Bodovanje koncepata zavisi od

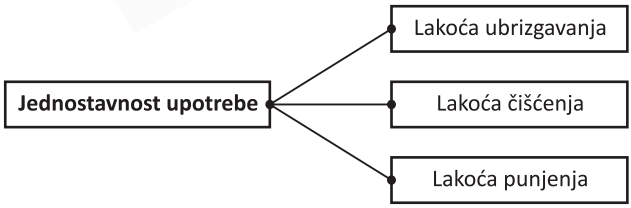
ponderisanog zbira ocena. Slika 7.13 ilustruje matricu za bodovanje konceptualnih rešenja u ovoj fazi. U ovom poglavlju, opis procesa bodovanja koncepata fokusiraće se na razlike u odnosu na sortiranje koncepata.

		Koncepti							
		A		DF		E		G+	
Kriterijum selekcije	**W**	**R**	**R x W**	**R**	**R x W**	**R**	**R x W**	**R**	**R x W**
Lakoća rukovanja	5%	3	0.15	3	0.15	4	0.20	4	0.20
Jednostavnost upotrebe	15%	3	0.45	4	0.60	4	0.60	3	0.45
Čitljivost podešavanja	10%	2	0.20	3	0.30	5	0.50	5	0.50
Doza merenja tečnosti	25%	3	0.75	3	0.75	2	0.50	3	0.75
Trajnost	15%	2	0.30	5	0.75	4	0.60	3	0.45
Lakoća proizvodnje	20%	3	0.60	3	0.60	2	0.40	2	0.40
Prenosivost	10%	3	0.30	3	0.30	3	0.30	3	0.30
Oznake: **W -** ***"težina"*** **R -** ***ocena (rejting)*** **R x W -** ***težinski koeficijent***	Rezultat	2.75		3.45		3.10		3.05	
	Rang	4		1		2		3	
	Nastaviti?	Ne		Razvijati		Ne		Ne	

Slika 7.13. *Matrica za bodovanje koncepata*

7.6.1. Priprema matrice za izbor – I_g faza

Kao i u fazi sortiranja, ekipa priprema matricu i identifikuje referentne koncepte. U većini slučajeva, tabela za unakrsno izračunavanje je najbolji format koji olakšava rangiranja i analize osetljivosti. Koncepti koji su identifikovani za analizu su uneti u vrhu matrice. Koncepti su, uglavnom, bili rafinirani u izvesnoj meri tokom sortiranja koncepata, i mogu biti izraženi u više detalja. U saradnji sa detaljnijim konceptima, ekipa želi da doda još detalja kriterijumima za izbor. Na primeru šprica za insulin, može da se pretpostavi da je tim je odlučio da kriterijum "jednostavnost upotrebe" ne omogućava dovoljno detalja, kako bi se otkrile razlike između preostalih koncepata. Kriterijum "jednostavnost upotrebe" može da se razgradi, kao što je prikazano na slici 7.14, i da uključi dodatne kriterijume kao što su "lakoća ubrizgavanja", "lakoća čišćenja" i "lakoća punjenja". Nivo detalja kriterijuma će zavisiti od potreba i zahteva tima (ekipe); to znači da ne mora biti neophodno da se prošire svi kriterijumi. Ako je tim stvorio hijerarhijski spisak potreba potrošača, sekundarne i tercijerne potrebe su dobri kandidati za detaljnije kriterijume za izbor.



Slika 7.14. *Hijerarhijska dekompozicija kriterijuma za izbor*

Nakon definisanih kriterijuma koji su "ušli u matricu", tim dodaje i "težinske koeficijente". Nekoliko različitih šema mogu da se koriste za ocenjivanje "težine" (važnosti) kriterijuma, kao što je dodeljivanje "značajnih" vrednosti od 1 do 5, ili podela određenog broja

procentualnih poena među njima, kao što je prikazano na slici 7.13. Postoje marketinške tehnike za emprijskog određivanje "težinskih koeficijenata" iz podataka o kupcima, kao i što temeljan proces identifikacije potreba potrošača može da dovede do pomenutih koeficijenata.

7.6.2. Ocena konceptualnih rešenja – II_g faza

Kao u fazi sortiranja, uglavnom je najlakše za tim da usredsredi svoju diskusiju na ocenjivanje (rejting) svih koncepata u odnosu na jedan kriterijum, u isto vreme. Zbog potrebe za dodatnom rezolucijom kako bi se napravila razlika između pojmova, sada bi trebalo koristiti finiju skalu. Preporučuje se skala od 1 do 5 (slika 7.15):

Relativna uspešnost	Ocena
Mnogo gore od reference	1
Gore od reference	2
Isto kao referenca	3
Bolje od reference	4
Mnogo bolje od reference	5

Slika 7.15. *Finija skala za rangiranje koncepata*

Druga skala, gde je raspon od 1 do 9, može svakako da se koristi, ali finije skale, generalno, zahtevaju više vremena i truda.

Jedan referentni koncept može da se koristi za uporedni rejting, kao i u fazi sortiranja, međutim, to nije uvek odgovarajuće. Uobičajeni slučaj je da referentni koncept ima prosečne performanse u odnosu na sve kriterijume, tako da koristeći isti referentni koncept za ocenu svakog kriterijuma će dovesti do "komprimovanja (sabijanja) skale" za neke od kriterijuma. Na primer, ako je referentni koncept najlakši koncept za proizvodnju, svi preostali koncepti će dobiti ocenu 1, 2 ili 3 ("mnogo gore od", "gore od" ili "isto kao") za kriterijum jednostavnosti izrade, i na taj način se sabija rejting skala sa pet na tri nivoa.

Da bi se izbegla kompresija skala, preporučuje se da se koriste različite referentne tačke za različite kriterijume selekcije. Referentne tačke mogu doći u obzir iz nekoliko koncepata, iz uporedne analize, od ciljnih vrednosti specifikacija proizvoda, ili na drugi način. Važno je da se referentna tačka za svaki kriterijum dobro razume, kako bi omogućila direktna poređenja – jedan-na-jedan. Korišćenje više referentnih tačaka ne sprečava tim da imenuje jedan koncept kao sveukupnu referencu, u smislu da se obezbedi da je izabrani koncept konkurentan u odnosu na standardni. Pod takvim uslovima, sveukupni referentni koncept, jednostavno, neće dobiti neutralan rezultat.

7.6.3. Klasifikovanje konceptualnih rešenja – III_g faza

Kada se unesu ocene (rejting) za svaki koncept, ponderisana ocena se izračunava množenjem "sirove" ocene sa "težinskim" kriterijumom.

Ukupan broj bodova za svaki koncept je zbir ponderisanih ocena:

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} R_{ij} \cdot W_i$$

gde

- R_{ij} – "sirova" ocena (rejting) koncepta j za i-ti kriterijum;
- W_i – težina za i-ti kriterijum;
- n – broj kriterijuma; i
- S_j – ukupan broj bodova za koncept j.

Konačno, za svaki koncept je data ocena (rejting) koja odgovara njenom ukupnom broju bodova, kao što je prikazano na slici 7.13.

7.6.4. Kombinovanje i poboljšanje odabranih konceptualnih rešenja – IV_g faza

Kao u fazi sortiranja, tim traži promene ili kombinacije koje će poboljšati koncepte. Iako se formalni proces generisanja koncepata obično završi pre nego što izbor koncepta počne, neka od najkreativnijih preciziranja i poboljšanja se javljaju u toku procesa selekcije koncepata, kako tim verifikuje inherentne prednosti i slabosti neke funkcije koncepta proizvoda.

7.6.5. Izbor jednog ili više konceptualnih rešenja – V_g faza

Konačni izbor nije samo pitanje izbora koncepta koji je dobio najvišu ocenu posle prvog prolaza kroz proces. Umesto toga, tim treba da ispita ove početne procene sprovođenjem osetljivih analiza. Korišćenje računarskih tabela za unakrsno izračunavanje, tim može da varira "težinske odnose" i ocene, i da tako utvrdi njihov uticaj na rangiranje.

Istraživanjem osetljivosti rangiranja i njihov uticaj na promene u određenom rejtingu, članovi tima mogu da procene da li neizvesnost oko određenog rejtinga ima veliki uticaj na njihov izbor. U nekim slučajevima, mogu izabrati lošije ocenjen koncept kod koga postoji malo nesigurnosti, umesto koncepta sa visokim ocenama, za koji može da se, eventualno, dokaže da je neizvodljiv ili manje poželjan, kako se razvojni tim sve više upoznaje za njim.

Na osnovu selekcione matrice, tim može da odluči da izabere gornja (prva) dva ili više koncepata. Ovi koncepti mogu dalje da se razvijaju, da omogućavaju pravljenje prototipova i njihovo testiranje u cilju dobijanja povratnih informacija od kupaca.

Tim može, takođe, da stvori dve ili više matrica za bodovanje sa različitim "težinskim faktorima" što vodi rangiranju koncepta za različite segmente tržišta, sa različitim potrošačkim prioritetima. Može da se desi da je jedan koncept dominantan u nekoliko

segmenata. Tim treba da razmotri pažljivo značaj razlika u rezultatima koncepata. Imajući u vidu rezoluciju sistema bodovanja, male razlike, uglavnom, nisu značajne.

Za primer šprica za insulin, tim se složio da koncept DF najviše obećava i da bi, verovatno, rezultirao u uspešan proizvod.

7.6.6. Uticaj na rezultate i proces – VI_g faza

I u završnom koraku, tim može da utiče na izabrani koncept(e) i na proces selekcije koncepta. Na neki način, ovo je "tačka sa koje nema povratka" za proces razvoja koncepta, tako da svi u timu treba da se osećaju prijatno, jer su sva relevantna pitanja razmatrana i jer izabrani koncept(i) imaju najveći potencijal da zadovolje klijente i da budu ekonomski uspešni.

Nakon svake faze izbora koncepta, korisno je da tim ponovo pregleda svaki od koncepata koji treba da bude eliminisan iz daljeg razmatranja. Ako se tim složi da je neki od odbačenih koncepata bolji od nekog koncepta koji je zadržan, onda izvor ove nedoslednosti treba da bude identifikovan. Verovatno je važan kriterijum nestao, ili neki "težinski faktori" nisu ispravni, ili se nedosledno primenjuju.

Organizacija, takođe, može da imati koristi od uticaja na sâm proces. Dva pitanja su korisna za poboljšanje procesa za naredne aktivnosti za izbor koncepta:

- Na koji način je metoda za izbor koncepta olakšala (ako je uopšte olakšala) donošenje odluka timu?
- Kako može metoda da se menja kako bi se poboljšale performanse tima?

Ova pitanja fokusiraju tima na prednosti i slabosti metodologije u odnosu na potrebe i mogućnosti organizacije.



Slika 7.16. *Proizvodni pogoni industrije kamiona*

Glava 8

Testiranje konceptualnih rešenja

Proizvoljna kompanija je razvila novi koncept proizvoda namenjen tržištu ličnog prevoza. Slika 8.1 pokazuje fotografije prototipa ovog proizvoda. Koncept predstavlja skuter na elektični pogon sa tri točka, koji može da se spakuje i lako prenosi. Kompanija je želela da proceni odgovor kupaca po pitanju ovog koncepta kako bi se odlučila da li da nastavi sa njegovim razvojem, kao i da nastavi sa finansiranjem.

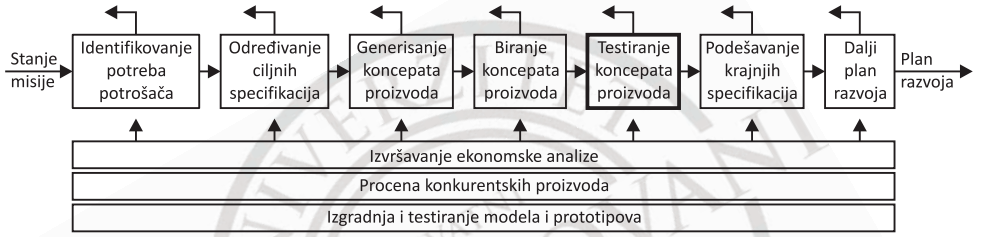


Slika 8.1. *Prototip skutera na električni pogon i na tri točka*

U ovom poglavlju će se, prvenstveno, obratiti pažnja na testiranje koje se vrši u fazi razvoja koncepta. U fazi testiranja koncepta, razvojni tim iziskuje odgovor po pitanju opisa koncepta proizvoda od potencijalnih kupaca na ciljnom tržišttu. Ovaj tip ispitivanja može da se koristi za izbor dva ili više koncepata koje bi trebalo sprovesti, kako bi se prikupile informacije od potencijalnih kupaca o tome kako da se poboljša koncept, i da se proceni prodajni potencijal proizvoda. Treba imati na umu da mogu i različite druge vrste ispitivanja sa potencijalnim kupcima biti izvršene na vreme, osim tokom razvoja koncepta. Na primer, neki od testova kupaca, uglavnom bazirani samo na osnovu verbalnog opisa koncepta, mogu se koristiti u identifikovanju originalnih mogućnosti proizvoda, koje čine bazu za osnovne smernice projekta. Testovi, takođe, mogu da se koriste kako bi se poboljšala prognoza tražnje, kada je razvoj proizvoda skoro završen, ali pre nego što se preduzeće obaveže na punu proizvodnju i puštanje proizvoda u opticaj.

Slika 8.2 pokazuje testiranje koncepta u odnosu na druge aktivnosti razvoja koncept. Testiranje koncepta je blisko povezano sa izborom koncepta, gde obe aktivnosti imaju za cilj da

dodatno suze skup koncepata koji se razmatraju. Međutim, testiranje koncepta se razlikuje po tome što je bazirano na osnovu podataka prikupljenih direktno od potencijalnih kupaca i što se oslanja u manjoj meri na procene od strane razvojnog tima. Razlog što testiranje koncepta obično sledi iza izbora koncepta je taj što tim ne može da testira više od nekoliko koncepata, direktno sa potencijalnim kupcima. Kao rezultat toga, ekipa mora, najpre, da suzi skup alternativa koje treba uzeti u obzir. Testiranje koncepta je, takođe, u bliskoj vezi sa izradom prototipova, jer testiranje koncepta neminovno podrazumeva neku vrstu predstavljanja koncepta proizvoda, često prototip. Jedan od krajnjih rezultata testiranja koncepta može biti procena koliko će kompanija prodati pojedinačnih proizvoda. Ovakva prognoza predstavlja ključni element za informacije koje se koriste u izradi ekonomske analize proizvoda.



Slika 8.2. *Testiranje prototipa u odnosu na druge aktivnosti pri razvoju koncepta*

Tim može da odluči da se ne radi testiranje koncepta, ako je vreme potrebno za testiranje koncepta veliko, u odnosu na životni ciklus proizvoda u određenoj kategoriji proizvoda, ili ako je cena testiranja velika u odnosu na potrebnu cenu za lansiranje proizvoda. Na primer, za poslovni softver na Internetu, neki posmatrači i stručnjaci tvrde da je lansiranje proizvoda i iterativna prerada kasnijim verzijama proizvoda bolja strategija, nego pažljivo testiranje koncepta pre nego što se razvije u potpunosti. Iako je možda prikladna za neke proizvode, ova strategija bi bila neprimerena u razvoju, na primer, novih komercijalnih aviona, gde su troškovi razvoja i vremena ogromni i gde neuspeh može biti katastrofalan. Većina kategorija proizvoda "upada" između ovih ekstrema i u većini slučajeva neka vrsta testiranja koncepta je opravdana.

Ovo poglavlje predstavlja metodu iz sedam koraka za testiranje koncepta proizvoda:

1. definisanje svrhe testiranja koncepta;
2. deefinisanje ankete i izbor ispitivača;
3. način izvođenja ankete;
4. komunikacija o konceptima;
5. procena korisničkih odgovora;
6. predstavljanje rezultata;
7. uticaj na rezultate i proces.

U ovom poglavlju ova metoda je ilustrovana na primeru skutera.

8.1. Definisanje svrhe testiranja koncepetualnih rešenja – I_h faza

Kao prvi korak u testiranju koncepta, preporučuje se da tim eksplicitno sistematizuje u pisanom obliku pitanja na koja ekipa želi odgovore sa testa. Testiranje koncepta je, u suštini, eksperimentalna aktivnost, i kao i sa bilo kojim eksperimentom, poznavanje svrhe eksperimenta je od suštinskog značaja za efikasno dizajniranje eksperimentalnih metoda. Ovaj korak je usko analogan "definisanju svrhe" prototipova. Primarna pitanja za testiranje koncepta su tipična:

- Koji bi, od nekoliko alternativnih koncepata, trebalo da se sprovodi?
- Kako koncept može biti poboljšan da bi se bolje zadovoljile potrebe kupaca?
- Otprilike, koliko će pojedinačnih proizvoda biti prodato?
- Da li će izgradnja biti nastavljena?

8.2. Definisanje ankete i izbor ispitivača – II_h faza

Često je proizvod namenjen za više tržišnih segmenata. U takvim slučajevima, precizno testiranje koncepta zahteva anketiranje potencijalnih kupaca iz svakog ciljnog segmenta. Istraživanje (anketiranje) svih mogućih segmenata može biti nedostižno i skupo, i u takvim slučajevima, tim može da odabere da se anketiraju potencijalni kupci samo iz najvećeg segmenta. Međutim, kada je samo jedan segment uzorkovan, onda će zaključci o odgovoru, koje se projektuje za celo tržište, verovatno biti pristrasni.

Za skuter, postojala su dva osnovna segmenta potrošača – studenti i urbano stanovništvo. Tim je odlučio da se formira anketa za stanovništvo iz oba segmenta. Pored toga, tim je identifikovao i nekoliko manjih sekundarnih segmenata, uključujući i prevoz zaposlenih unutar fabričkog pogona i kruga, kao i za zaposlene na aerodromima.

Faktori koji favorizuju manji uzorak	Faktori koji favorizuju veći uzorak
- Test se javlja rano u procesu razvoja koncepta. - Test je, prevashodno, namenjen za prikupljanje kvalitativnih podataka. - Popis potencijalnih kupaca je relativno skup proces (u vremenu ili novcu). - Potrebne investicije za razvoj i pokretanje proizvodnje su relativno male. - Očekuje se da relativno veliki deo ciljnog tržišta oceni prozvod.	- Test se javlja kasnije u procesu razvoja koncepta. - Test je, prevashodno, namenjen za kvantitativnu procenu zahteva. - Anketiranje kupaca je relativno brzo i jeftino. - Potrebne investicije za razvoj i pokretanje proizvodnje su relativno visoke. - Očekuje se da relativno mali deo ciljnog tržišta oceni prozvod.

Slika 8.3. *Faktori koji favorizuju manji ili veći uzorak za anketiranje*

Uzorak istraživanja treba da bude dovoljno veliki da bi tim imao poverenja u rezultate i kako bi doneo odgovarajuće odluke. Uzorci za testiranje koncept su ponekad mali (na

primer, 10 ispitanika kada se vrši prikupljanje kvalitativnih povratnih informacija o novom hirurškom uređaju za visoko specijalizovane postupak) ili veći (na primer, $1\,000$ ispitanika kada se pokušava da se kvantitativno proceni potencijalna potražnja novog portabl telefona, koji je usmeren na tržišni segment koji se sastoji od 10 miliona domaćinstava). Iako ne postoje jednostavne formule za određivanje veličine uzorka, neki od faktora koji utiču na veličine uzorka prikazani su na slici 8.3.

8.3. Način izvođenja ankete – $\mathrm{III_h}$ faza

Sledeći formati se obično koriste u testiranju koncepta:

- Interakcija lice-u-luce. U ovom formatu, anketar je u direktnoj interakciji sa ispitanikom. Interakcije lice-u-lice mogu biti u obliku presretnutih razgovora (na primer, zaustavljanje ljudi u tržnim centrima, u parku ili na ulici grada), pripremljenih intervjua telefonom, razgovora sa potencijalnim kupcima u trgovini na za to predviđenim štandovima, ili razgovor sa fokus grupama (na primer, pripremljene grupne diskusije sa $6 \div 12$ ljudi).

- Telefon. Telefonski razgovori mogu biti pripremljeni i usmereni na veoma specifične osobe (na primer, dečiji stomatolozi) ili mogu biti "hladni pozivi" ka potrošačima iz ciljne populacije.

- Pošta. U poštanskim anketama, materijali za testiranje koncepta se šalju i ispitanici su zamoljeni da vrate popunjen formular. Poštanska istraživanja su nešto sporija u odnosu na ostale metode i pate od relativno slabog odziva. Neka vrsta malog podsticaja – gotovina ili poklon – često se nudi da bi se povećao odgovor.

- Elektronska pošta. Ankete elektronskom poštom su vrlo slične poštanskim anketama, osim što je verovatnije da će ispitanik odgovoriti na ovakvu anketu. Mnogi korisnici elektronske pošte reaguju izuzetno negativno na neželjene komercijalne prepiske. Zato se preporučuje da se anketiranje primenom elektronske pošte koristi samo kada su ispitanici, verovatno, sagledali koristi od njihovog učešća, ili kada je tim već uspostavio neku vrstu pozitivnih odnosa sa ciljnom populacijom.

- Internet. Korišćenjem Interneta, tim može da kreira sajt(ove) za virtuelno testiranje koncepta u kome učesnici istraživanja mogu da posmatraju koncepte i daju odgovore. Elektronske poruke se obično koriste da ispitanike podsete da posete sajt i da popune anketu.

Svaki od gore pomenutih formata predstavlja rizik od pristrasnosti uzorka. Na primer, upotreba elektronskih formata može se tretirati kao pristrasnost prema onima koji su tehnološki "potkovani". Za neke proizvode, ta sofisticiranost je deo profila ciljnog tržišta (na primer, za ciljno tržište softverskih proizvoda na Internetu, verovatno, će biti "udobnija" elektronska anketa). Sa druge strane, Internet anketa može biti naročito loš format za testiranje koncepta personalnog računara, ako je usmerena na ljude bez personalnih računara.

Za istraživačka testiranja, tipičnim u ranim fazama razvoja koncepta, korisniji su otvoreni interaktivni formati. Preporučuje se da se koristi format "lice-u-lice" prilikom predstavljanja višestrukih alternativa koncepta, ili kada se traže ideje za unapređenje koncepta. U ovim postavkama, učesnici u razvoju proizvoda će imati koristi od obavljanja razgovora, jer oni direktno mogu da posmatraju reakcije na proizvod. Kako svrha testiranja koncepta postaje sve više fokusirana, više struktuirani formati, kao što su pošta i telefon, postaju više odgovarajući. Ako su pitanja vrlo fokusirana, tim može da angažuje firmu za istraživanje tržišta za implementaciju testa koncepta.

8.4. Komunikacija (rasprava) o konceptualnim rešenjima – $\mathrm{IV_h}$ faza

Izbor formata istraživanja je blisko povezan sa načinom na koji će koncept biti saopšten. Koncepti mogu biti saopšteni na bilo koji od sledećih načina, navedeni po redosledu koji označava povećanje bogatstva opisa.

- Verbalni opis. Verbalni opis je uglavnom kratak pasus ili zbirka sumirajućih koncepata proizvoda. Ovaj opis može da pročita svako ponaosob ili može da ga pročita naglas osoba zadužena za administriranje ankete.
- Skica. Skice su obično linijski crteži koji prikazuje proizvod u perspektivi i, možda, sa beleškama o ključnim karakteristikama. Slika 8.4 prikazuje skicu konceptualnog rešenja skutera.



Slika 8.4. *Skica konceptualnog rešenja skutera*

- Fotografije i renderi. Fotografije se mogu koristiti za komunikaciju kada izgled modela koncepta postoje koncept proizvoda. Renderi su, skoro fotorealistične, ilustracije koncepta. Renderi mogu biti kreirani uz pomoć olovke i markeri ili pomoću CAD programa i alata. Na slici 8.5 je renderovan prikaz skutera izrađen pomoću CAD programa.



Slika 8.5. *Renderovan prikaz modela skutera*

- Scenario. Scenario predstavlja seriju slika koje komuniciraju vremenskim nizom akcija koje uključuju proizvod. Na primer, jedna od potencijalnih koristi od skutera je da može lako da se spakuje i prevozi (prenosi). Ovaj scenario je ilustrovan na slici 8.6.



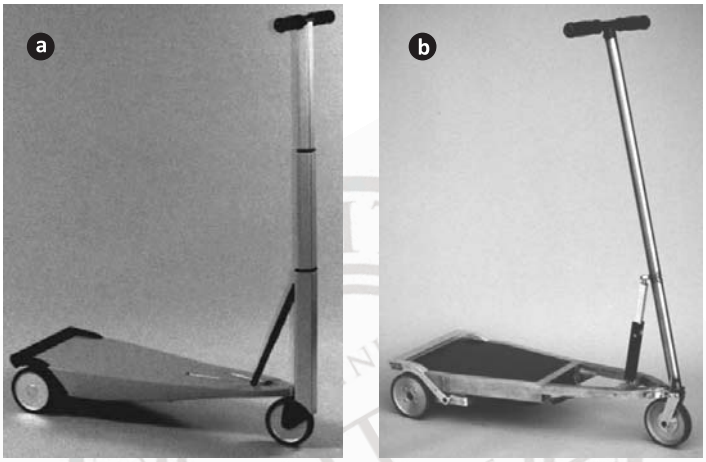
Slika 8.6. *Scenario koji ilustruje pakovanje, prenos i upotrebu skutera*

- Video. Video zapis omogućava čak i više dinamičnosti od scenarija. Sa videom, oblik proizvoda može jasno da se saopšti, kao i način na koji se koristi proizvod.

- Simulacija. Simulacija se uglavnom implementira kao softver koji podražava funkciju ili interaktivne karakteristike proizvoda. Simulacija, verovatno, neće biti idealan način za komuniciranje ključnih karakteristika skutera, ali u nekim drugim slučajevima simulacije mogu biti efikasne.

- Interaktivna multimedija. Interaktivna multimedija kombinuje vizuelno bogatstvo videa sa interaktivnošću simulacije. Korišćenjem multimedije, mogu da se prikažu i video i slike proizvoda. Učesnik može da vidi verbalne i grafičke informacije i da sluša zvučne informacije. Interakcija omogućava učesniku da bira između nekoliko izvora dostupnih informacija o proizvodu, a u nekim slučajevima može da uživa u kontroli i prikazivanju simuliranih proizvoda. Nažalost, razvoj multimedijalnih sistema je i dalje skup, i stoga može biti opravdana njihova primena samo za razvoj velikih proizvoda.

- Fizički izgled modela. Fizički izgled modela prikazuje oblik i izgled proizvoda. Modeli su često napravljeni od drveta ili polimerne pene i oslikani su tako da izgledaju kao pravi proizvodi. U nekim slučajevima, uključena je i ograničena funkcionalnost modela. Tim za razvoj skutera napravio je nekoliko modela, kako bi proverio funkcije preklapanja, prilikom sklapanja samog skutera. Slika 8.7a pokazuje fotografiju ovog modela.



Slika 8.7. *Model konceptualnog rešenja skutera i radni prototip*

- Radni prototipovi. Kada su na raspolaganju, radni prototipovi mogu biti korisni pri testiranju koncepta. Međutim, korišćenje radnih prototipova je rizično. Primarni rizik je da će ispitanici izjednačiti prototip sa gotovim proizvodom. U nekim slučajevima, prototipovi su bolji nego krajnji proizvod (na primer, jer prototip koristi bolje, skuplje komponente kao što su motori ili baterije). U većini slučajeva, prototip radi gore nego krajnji proizvod i, skoro uvek, je manje vizuelno atraktivan u odnosu na krajnji proizvod. Slika 8.7b prikazuje radni prototip skutera, koji je korišćen u nekim ranim testiranjima koncepta.

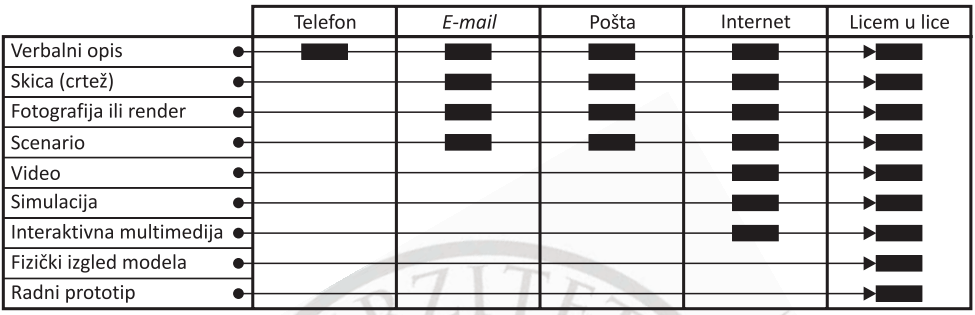
8.4.1. Usklađivanje ankete sa sredstvima za komunikaciju

Izbor formata istraživanja je tesno povezan sa sredstvima komuniciranja koncepta proizvoda. Na primer, očigledno je da tim ne može da pokaže radni model skutera pomoću telefonske ankete. Slika 8.8 koja se sredstva komunikacije odgovarajuća za svaki format ankete.

8.4.2. Definisanje pitanja

Kada je u pitanju komuniciranje koncepta proizvoda, tim mora da odluči kako agresivno da promoviše proizvod i njegove prednosti. Skuter može da se opiše kao "lični mobilni uređaj na električni pogon" ili kao "uzbudljiv novi električni skuter koji obezbeđuje slobodu od gužve". Po opštem mišljenju, kroz opis koncepta treba tesno da ogledaju informacije koje

će korisnik verovatno uzeti u obzir prilikom odlučivanja o kupovini. Ako se koriste visoko promotivne informacije, to može biti označeno kao "uzorak reklame", koja se, možda, dopunjuje "člancima u časopisima" ili "komentarima od strane trenutnog vlasnika" u cilju dodatnog opisivanja proizvoda.



Slika 8.8. *Različita sredstva komunikacije uslovljavaju formate ankete*

Istraživači i praktičari vode beskrajne diskusije o tome da li kupovna cena proizvoda treba da bude uključena kao deo opisa koncepta. Cena je veoma moćna poluga za odgovor kupca, i, stoga, informacije o ceni mogu drastično uticati na rezultate testiranja koncepta. Preporučuje se da cena bude izostavljena iz opisa koncepta opis, ako se očekuje da cena proizvoda bude neuobičajeno visoka ili niska. Na primer, osnovna korist od koncepta može da pružanje osnovnih funkcija za vrlo nisku cenu. U tom slučaju, cena mora biti uključena kao deo opisa koncepta. Sa druge strane, proizvod može da pruži izuzetno visoke performanse i jedinstvene karakteristike, ali samo za relativno visoku cenu. I u tom slučaju, cena mora da bude uključen kao deo opisa koncepta. Kada se očekuje da će cena proizvoda, verovatno, biti veoma slična cenama postojećih proizvoda i blizu očekivanja kupaca, cena može da se izostavi iz opisa koncepta.

8.5. Procena korisničkih odgovora – V_h faza

Kod većine anketa za testiranje koncepata, najpre se "mere" odgovori koji uzimaju u obzir koncept proizvoda, a zatim se "mere" odgovori kupaca. Kada se testiranje koncepata vrši rano u fazi razvoja koncepta, odgovor kupaca se obično "meri" traženjem da se izabere rešenje od dva ili višee alternativnih koncepata. Dodatna pitanja se fokusiraju na odgovore zašto ispitanik reaguje na način na koji rade koncepti i kako ih poboljšati. Testiranje koncepata prestavlja i pokušaj da se izmeri namera kupaca (potrošača). Najčešće korišćena skala za namere kupaca ima odgovore u pet kategorija:

- Definitivno će da kupi.
- Verovatno će da kupi.
- Možda će ili možda neće da kupi.
- Verovatno neće da kupi.

- Definitivno neće da kupi.

Postoje mnoge alternative ovoj skali, uključujući i pružanje sedam ili više kategorija za pitanja i odgovore ispitanika, kako bi se označila numerička verovatnoća kupovine.

8.6. Predstavljanje rezultata – $\mathrm{VI_h}$ faza

Ako je tim jednostavno zainteresovan za poređenje dva ili više koncepta, interpretacija rezultata je jasna. Ako jedan koncept dominira nad drugim i tim je uveren da su ispitanici razumeli ključne razlike između koncepata, onda tim može da odabere željeni koncept. Ako rezultati nisu konačni, tim može da odluči da izabere koncept koji se zasniva na ceni ili drugim elementima, ili može da odluči da ponudi više verzija proizvoda. Trebalo bi imati na umu da mora da se vodi računa o troškovima kada se bira koncpetualno rešenje, posebno kada je velika razlika između projektovanih i mogućih troškova.

U mnogim slučajevima tim je, takođe, zainteresovan za procenu zahteva za proizvodom u određenom periodu, najčešće jedne godine, nakon lansiranja. Trebalo bi uočiti da je predviđanje prodaje novih proizvoda podložno mnogim neizvesnostima. Ipak, prognoze imaju tendenciju da budu u korelaciji sa postojećom potražnjom i tako mogu da obezbede korisne informacije za tim.

Rezultate prognoze zasnovane na testiranju koncepta treba tumačiti sa oprezom. Neke firme, uglavnom posle ponovnog iskustvo sa sličnim proizvodima, su postigle impresivne nivoe tačnosti u svojim prognozama. Iako prognoze imaju tendenciju da budu u korelaciji sa stvarnim prodajama, većina individualnih prognoza pokazuje značajne greške. Neki od faktora koji mogu da dovedu do toga da se stvarni obrazac kupovine razlikuje od kupovnih namera izraženih u anketama uključuju:

- Značaj rečenog. Kada se ne vide odmah prednosti proizvoda, entuzijazam postojećih korisnika može biti važan faktor u stvaranju tražnje. Ovaj faktor se uopšte ne razmatra tokom testiranja koncepta.
- Vernost opisu koncepta. Ako se stvarni proizvod razlikuje bitno od opisa proizvoda tokom testiranja koncepta, tada će stvarni obim prodaje da se, verovatno, razlikuje od prognoziranog.
- Cene. Ako cena proizvoda znatno odstupa od cene navedene u anketi, ili od očekivanja ispitanika, sigurno je da će prognoziran obim prodaje biti netačan.
- Nivo promocije. Oglašavanje i drugi oblici promocije mogu da povećaju potražnju većine proizvoda, tako da to može da utiče na odnos prognoziranog i ostvarenog obima prodaje.

8.7. Uticaj na rezultate i proces – $\mathrm{VII_h}$ faza

Primarna korist od testiranja koncepta je u dobijanju povratne informacije od stvarnih potencijalnih kupaca. Kvalitativni uvid u skupljene odgovore preko otvorenih razgovora sa

ispitanicima o predloženim konceptima, možda je najvažniji rezultat testiranja koncepta, naročito na početku razvoja procesa. Tim bi trebalo da razmisli o ovim rezultatima, kao i o numeričkim ishodima prognozs.

Očigledno je da razvojni tim ima koristi od razmišljanja o uticaju tri ključne promenljive u predviđenom modelu:

1. ukupna veličina tržišta,
2. dostupnost i svest o proizvodu, i
3. deo korisnika koji su, verovatno, za kupovinu.

Uticaj alternativnih tržišta za dati proizvod, ponekad mogu povećati prvi faktor. Drugi faktor se može povećati kroz distributivne aranžmane i promotivne planove. Treći faktor se može povećati kroz promene u dizajnu proizvoda (i eventualno reklame), kako bi se poboljšala atraktivnost proizvoda. Prilikom razmatranja ovih faktora, osetljiva analiza može dati korisne uvide i može da pomogne u donošenju odluka.

Na kraju, treba imati na umu da će se iskustva "vezana" za novi proizvod, verovatno, primenjivati i na buduće, slične proizvode. Tim može imati koristi od svog iskustva dokumentovanjem rezultata testiranja koncepta i pokušavanjem da pomiri ove rezultate sa kasnijim zapažanjima o uspehu proizvoda.

Glava 9

Arhitektura proizvoda

Razvojni tim u kompaniji koja se bavi proizvodnjom štampača je razmatrao kako da reaguju na istovremene pritiske – da se poveća raznolikost proizvoda i da se smanje troškovi proizvodnje. Nekoliko različitih štampača je prikazano na slici 9.1.



Slika 9.1. *Različite vrste štampača*

Inkjet štampač je postao dominantna tehnologija za zaštitu potrošača i za štampu manjeg obima u kancelarijama, koja uključuje i boju. Odličan crno-beli kvalitet štampe i skoro fotografski kvalitet štampe u boji mogu se dobiti korišćenjem štampača koji košta manje od 200 dolara. Međutim, kako koji proizvod dospe na tržište, komercijalni uspeh zahteva da budu štampači budu više fokusirani na tržišne segmente i da se cena proizvodnje ovih proizvoda stalno smanjuje.

U razmatranju njihovih sledećih koraka, članovi tima bi trebalo da postave sledeća pitanja:

- Kako arhitektura proizvoda utiče na njihove sposobnosti da nude razne proizvode?

- Koji će biti troškovi implikacije različitih arhitektura proizvoda?
- Kako arhitektura proizvoda utiče na njihove sposobnosti da završe dizajn roku od 12 meseci?
- Kako arhitektura proizvoda utiče na njihovu sposobnost da upravljaju procesom razvoja?

Arhitekura proizvoda je zadatak funkcionalnih elemenata u cilju proizvodnje fizičkih blokova proizvoda. U ovom poglavlju biće reči o zadatku uspostavljanja arhitekture proizvoda. Svrha arhitekture proizvoda je da definiše osnovne fizičke blokove proizvoda u smislu onoga šta im je činiti i koji su njihovi interfejsi u odnosu na ostatak uređaja. Arhitektonske odluke omogućiće detaljan dizajn i testiranja ovih blokova, koji će biti dodeljeni timovima, pojedincima i/ili dobavljačima, tako da razvoj različitih delova proizvoda moše da se vrši istovremeno.

9.1. Šta je arhitektura proizvoda?

Proizvod može da se posmatra i u funkcionalnom i fizičkom smislu. Šta su funkcionalni elementi? `Funkcionalni elementi` proizvoda su pojedinacne operacije i transformacije koje doprinose ukupnim performansa proizvoda. Za štampač, neki od funkcionalnih elemenata su "skladištenje papira" i "komunikacija sa matičnim računarom". Funkcionalni elementi se obično opisuju u obliku šeme, pre nego što se svedu na specifične tehnologije, komponente ili fizičke principe rada.

`Fizički elementi` proizvoda su delovi, komponente i podsklopovi koji konačno sprovede funkcije proizvoda. Fizički elementi postaju sve više definisani kako razvoj napreduje. Neki fizički elementi diktiraju koncept proizvoda, a drugi postaju definisani u fazi dizajna detalja. Na primer, štampač otelotvoruje koncept proizvoda koji obuhvata isporuku uređaja sa termičkim mastilima, koji su ugrađeni u kertridže. Ovaj fizički element je neraskidivo vezan za konceptualnim rešenjem proizvoda.

Fizički elementi proizvoda su obično organizovani u nekoliko većih fizičkih gradivnih blokova, koji se nazivaju `komadi`. Svaki komad je tada sastavljen od kolekcije komponenti koje sprovode funkcije proizvoda. `Arhitektura` proizvoda je šema pomoću koje su funkcionalni elementi proizvoda raspoređeni u fizičke delove i koja određuje koji su komadi u interakciji.

Možda je najvažnija karakteristika arhitekture proizvoda njegova modularnost. `Modularna arhitektura` ima sledeća dva svojstva:

- Delovi (komadi) implementiraju jedan ili nekoliko funkcionalnih elemenata u celinu.
- Interakcije između delova su dobro definisane i, uglavnom, predstavljaju bazu za osnovne funkcije proizvoda.

Najčešća modularna arhitektura je ona u kojoj je svaki funkcionalni element proizvod implementiran sa jednim fizičkim komadom i u kojoj postoji nekoliko dobro definisanih interakcija između delova. Takva modularna arhitektura omogućava promenu dizajna jednog

komada, bez potrebe za promenama na drugim komadima, kako bi proizvod pravilno funkcionisao. Komadi mogu biti projektovani sasvim nezavisno jedan od drugog.

Suprotno od modularne arhitektura nalazi se integralna arhitektura. Integralna arhitektura ispoljava jednu ili više od sledećih osobina:

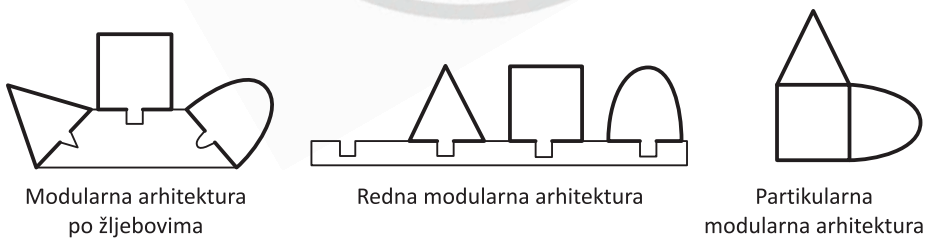
- Funkcionalni elementi proizvoda su implementirani upotrebom više od jednog komada.
- Jedan komad implementira mnogo funkcionalnih elemenata.
- Interakcije između delova su "traljavo" definisane i mogu biti problematične za osnovne funkcije proizvoda.

Proizvodi, koji su sastavni deo integralne arhitekture, će često biti dizajnirain sa najvišim mogućim performansama na umu. Implementacija funkcionalnih elemenata može biti distribuirana preko (kroz) više komada. Granice između komada može biti teško da se identifikuju ili možda ne postoje. Mnogi funkcionalni elementi se mogu kombinovati u nekoliko fizičkih komponenti u cilju optimizacije određenih dimenzija performansi, međutim, promene na jednoj određenoj komponenti ili funkciji mogu zahtevati veliko redizajniranje proizvoda.

Modularnost je relativno svojstvo arhitekture proizvoda. Proizvodi su retko strogo modularni ili integralni. Umesto toga, može se reći da oni pokazuju više ili manje modularnosti u odnosu na uporedni proizvod.

9.1.1. Vrste modularnosti

Modularna arhitektura obuhvata tri vrste: slot, rednu i partikularnu. Svaki tip se svodi na preslikavanje jedan-na-jedan iz funkcionalnih elemenata u komade i dobro definisane interfejse. Razlika između ovih vrsta leži u načinu interakcije između organizovanih komada. Slika 9.2 ilustruje koncepcijske razlike između ovih tipova arhitekture.



Slika 9.2. *Tri tipa (vrste) modularne arhitekture*

- Slot-modularna arhitektura. Svaki interfejsa između komada u slot-modularnoj arhitekturi je drugačiji tip od ostalih, tako da razni komadi u proizvodu ne mogu da se razmenjuju. Auto radio je primer komada sa slot-modularnom arhitekturom. Radio sprovodi tačno jednu funkciju, ali interfejs je drugačiji od bilo koje druge komponente na vozilu (na primer, radio i brzinomer imaju različite vrste interfejsa na instrument tabli).

- Redna modularna arhitektura. U rednoj modularnoj arhitekturi, postoji zajednički element (red) na koji drugi komadi mogu da se povežu preko istog tipa interfejsa. Čest primer, po pitanju redne modularne arhitekture, bi mogla da bude kartica za proširenje za personalni računar.

- Partikularna modularna arhitektura. U partikularnoj modularnoj arhitekturi, svi interfejsi su istog tipa, ali ne postoji nijedan komad koji bi mogao da se "nakači" na ostale komade. Sklop je izgrađen kroz povezivanje komada, jedne na druge, preko identičnog interfejsa.

Slot-modularna arhitektura je najčešći primenjivana modularna arhitektura, jer za većinu proizvoda svaki komad zahteva drugačiji interfejs za smeš taj jedinstvene interakcije između komada i ostatka proizvoda. Redne modularne i partikularne modularne arhitekture posebno su korisne u situacijama u kojima ukupni proizvod mora da uveliko varira u konfiguraciji, ali čiji delove mogu da komuniciraju na standardne načine sa ostatkom proizvoda. Ovakve situacije mogu da nastanu kada sve komadi mogu da koriste istu vrstu energije, fluidne veza, strukturalne priloge ili razmene signala.

9.1.2. Kada je arhitektura proizvoda određena (definisana)?

Arhitektura proizvoda počinje da se pojavljuje u toku razvoj koncepta. To se dešava neformalno – kroz skice, funkcionalne dijagrame i rane prototipove faze razvoja koncepta. Generalno, zrelost osnovne proizvodne tehnologije diktira da li je arhitektura proizvoda potpuno definisana tokom razvoja koncepta ili tokom dizajna na sistemskim nivoima. Kada je novi proizvod inkrementalni napredak postojećeg koncepta proizvoda, onda je arhitektura proizvoda definisana sa konceptom proizvoda. Ovo je iz dva razloga. Prvo, osnovne tehnologije i principi rada proizvoda su unapred definisani, pa su napori dizajna koncepta, uglavnom, usmereni na bolje načine da se ostvari dati koncept. Drugo, kako kategorija proizvoda sazreva, razmatranje lanaca snabdevanja (na primer, proizvodnja i distribucija) i pitanja raznih varijacija proizvoda, počeće da se sve više ističu. Arhitektura proizvoda je jedna od razvojnih odluka, koja najviše utiče na sposobnost firme da efikasno isporuči različite proizvode. Arhitektura tako postaje centralni element koncepta proizvoda. Međutim, kada je novi proizvod prvi iz te vrste, razvoj koncepta se, uglavnom, bavi osnovnim principim rada i tehnologijama na kojima će se zasnivati proizvod. U tom slučaju, arhitektura proizvoda je često početni fokus faze dizajna (projektovanja) po sistemskim nivoima.

9.2. Implikacije arhitekture proizvoda

Odluke, o tome kako da se podeli proizvod na komade i o tome kolika modularnost da se nametne arhitekturi, tesno su povezane sa nekoliko pitanja od značaja za ceo poduhvat: promena proizvoda, varijacije proizvoda, standardizacija komponenti, performanse proizvoda, proizvodljivost i upravljanje razvojem proizvoda. Arhitektura proizvoda je, zbog toga, usko povezana sa odlukama o marketinškoj strategiji, proizvodnim mogućnostima i upravljanjem razvoja proizvoda.

9.2.1. Promena proizvoda

Delovi (elementi) su gradivni blokovi fizičkog proizvoda, ali arhitektura proizvoda definiše u kakvim su odnosima ovi blokovi i funkcije proizvoda. Arhitektura samim tim i definiše način kako mogu proizvodi da se promene. Modularni komadi omogućavaju da se naprave promenena nekoliko izolovanih funkcionalnih elemenata proizvoda, bez nužnog uticaja na dizajn ostalih komada. Promena integralnog komada može uticati na veliki broj funkcionalnih elemenata i zahteva promene na nekoliko vezanih komada. Neki od motiva za promenu proizvoda su:

- Nadogradnja. Kako se tehnološke mogućnosti i potrebe korisnika razvijaju, neki proizvodi se mogu prilagoditi ovoj evoluciji putem nadogradnje. Primeri uključuju promenu procesora na ploči štampača ili zamenu pumpe u rashladnom sistemu snažnijih modela.

- Dodaci. Proizvođači mnoge proizvode prodaju kao osnovne jedinice, na koje korisnik može da dodaje komponente, često proizvedene od strane trećih lica, ako je potrebno. Ova vrsta promene je uobičajena u industriji personalnih računara.

- Adaptacija. Neki proizvodi sa dugim životnim ciklusom mogu da se koriste u više različitih okruženja, što zahteva prilagođavanje. Na primer, možda je potrebnu neku mašinu prilagoditi da radi na $110\,V$, umesto na projektovanih $220\,V$.

- Zamena. Fizički elementi proizvoda mogu da se troše upotrebom, i to zahteva zamenu nosećih komponenti u cilju produženja korisnog veka proizvoda. Na primer, mnogi brijači dozvoljavaju zamenu tupih sečiva, gume na vozilima se mogu zameniti, većina rotacionih ležajeva može biti zamenjena, a mnogi motorni uređaji se mogu zameniti.

- Potrošnja. Neki proizvodi konzumiraju materijale, koji onda mogu lako da se dopune ili popune. Na primer, mašine za fotokopiranje i štampači sadrže kertridže, pištolji za lepljenje konzumiraju uloške od lepka, baklje imaju gasne patrone i satovi sadrže baterije, i sve to može generalno da se zameni.

- Fleksibilnost u upotrebi. Neki proizvodi mogu biti konfigurisani od strane korisnika da pružaju različite mogućnosti. Na primer, mnoge kamere se mogu koristiti sa različitim objektivima i blic opcijama, mogu da se koriste neki brodovi sa više opcija nadstrešnica itd.

- Ponovna upotreba. U narednim kreiranjima proizvoda, firma će možda želeti da promeni samo nekoliko funkcionalnih elemenata, zadržavajući ostatak proizvoda netaknut. Na primer, proizvođači potrošačke elektronike će želeti da ažuriraju linije proizvoda tako što će promeniti samo korisnički interfejs, uz zadržavanje unutrašnjeg delovanju od prethodnog modela.

U svakom od ovih slučajeva, modularna arhitektura omogućuje firmi da umanji fizičke promene potrebne da se postigne funkcionalna promena.

9.2.2. Raznolikost proizvoda

Varijacije (raznolikost) se odnosi na spektar modela proizvoda koje firma može proizvesti u određenom vremenskom periodu kao odgovor na zahteve tržišta. Proizvodi, izgrađeni oko modularne arhitekture proizvoda, se lakše variraju bez dodavanja ogromne složenosti u proizvodni sistem. Na primer, *Swatch* proizvodi stotine različitih modela satova, ali mogu da ostvare ove sorte po relativno niskim cenama montirajući raznolike varijante iz različitih kombinacija standardnih delova (slika 9.3). Veliki broj različitih narukvica ili kaiševa, tela i kazaljki mogu se kombinovati sa relativno malim izborom pokreta i slučajeva, kako bi se kreirale naizgled beskrajne kombinacije.



Slika 9.3. *Modularna arhitektura omogućava raznoliku proizvodnju*

9.2.3. Standardizacija komponenti

Standardizacija komponenti je upotreba iste komponente ili komada u više proizvoda. Ako komad implementira samo jednu ili nekoliko veoma korisnih funkcionalnih elemenata, takav komad može biti standardizovan i može da se koristi na nekoliko različitih proizvoda. Takva standardizacija omogućava firmi da proizvodi komad u većem obimu, nego što bi to inače bilo moguće. Ovo, za uzvrat, može da dovede do nižih troškova i povećanja kvaliteta. Standardizovane komponente mogu da dođu van firme, kada nekoliko proizvođača proizvoda "koristi komad ili komponentu od istog dobavljača". Na primer, baterije za satove prikazane na slici 9.3 proizvodi dobavljač i standardizovao ih je kroz nekoliko proizvodnih linija.

9.2.4. Uspešnost proizvoda

`Uspešnost proizvoda` ili `performanse proizvoda` je definisana time koliko dobro proizvodi implementiraju namenjene funkcije. Tipične performanse proizvoda su brzina, efikasnost, životni vek, preciznost i buka. Integralna arhitektura olakšava optimizaciju holi]-stičkih performansi i onih na koje utiču veličina, oblik i masa proizvoda. Takve karakteristike su ubrzanja, potrošnja energije, aerodinamički otpor, buka i estetika. Praktična primena višestrukih funkcija korišćenjem jednog fizičkog elementa naziva se `funkcija deljenja`. Integralna arhitektura omogućava da se eliminiše redundantnost kroz funkcije deljenja i omogućava geometrijsko ugnežđenje komponenti u cilju smanjenja zapremine proizvoda. Primena funkcija deljenja i ugnežđivanje, takođe, omogućava da korišćenje

materijala bude svedeno na minimum, i samim tim dolazi do potencijalnog smanjenja troškova proizvodnje.

9.2.5. Proizvodnja

Pored troškova implikacije različitih proizvoda i standardizacije komponenti, arhitektura proizvoda, takođe direktno utiče na sposobnost tima da dizajnira svaki komad koji će se proizvoditi po niskim cenama. Jedna od važnijih strategija je `dizajn za proizvodnju` (DzP) i ona podrazumeva minimizaciju broja delova u proizvodu, kroz integraciju komponenti. Međutim, da se održi data arhitektura, integracija fizičkih komponenti može lako da se uzima u obzir unutar svakog od delova. Integracija komponenti kroz nekoliko delova je teška, ako ne i nemoguća, i to će dovesti do dramatične promene arhitekture.

9.2.6. Upravljanje razvojem proizvoda

Odgovornost za detaljno projektovanje svakog komada je obično dodeljena relativno maloj grupi unutar firme ili spoljašnjem dobavljaču. Komadi su dodeljeni pojedincu ili grupi zbog dizajnerskih zahteva, koji uključuju pažljivo rešavanje interakcije, geometrijske i drugih, između komponenti unutar komada. Sa modularnom arhitekturom, grupe koje se bave dizajnom komada "barataju" sa poznatim i relativno ograničenim, funkcionalnim interakcija sa drugim delovima. Ako je funkcionalni element implementiran od strane dva ili više delova, kao u nekim integralnim arhitekturama, dizajn detalja će zahtevati blisku koordinaciju između različitih grupa. Ovakva koordinacija će biti znatno više uključena i izazovnija je, nego ograničene koordinacije neophodne između grupa za projektovanje različitih delova u modularnom dizajnu. Iz ovog razloga, timovi se oslanjaju na spoljne dobavljače ili na geografski raštrkane timove, često opredeljene za modularnu arhitekturu, u kojoj se odgovornosti po pitanju razvoja delova distribuira. Druga mogućnost je da ima nekoliko funkcionalnih elemenata koji dodeljeni istom komadu. U ovom slučaju, rad u grupi za takav komad zahteva veliku unutrašnju koordinaciju veće grupe.

Modularna arhitektura i integralna, takodje, zahtevaju različite stilove za upravljanje projektima. Modularni pristup zahteva veoma pažljivo planiranje u fazi dizajna po sistemskim nivoima, fazi, ali dizajn detalja je u velikoj osigurao da timovi za pojedine delove usaglase performanse, cene i raspored zahteva za delove. Integralna arhitektura može zahtevati manje planiranja i specifikacija u dizajnu po sistemskim nivoima, ali takva arhitektura zahteva znatno više integracija, rešavanja konflikata, kao i koordinaciju u fazi dizajna detalja.

9.3. Utvrđivanje arhitekture

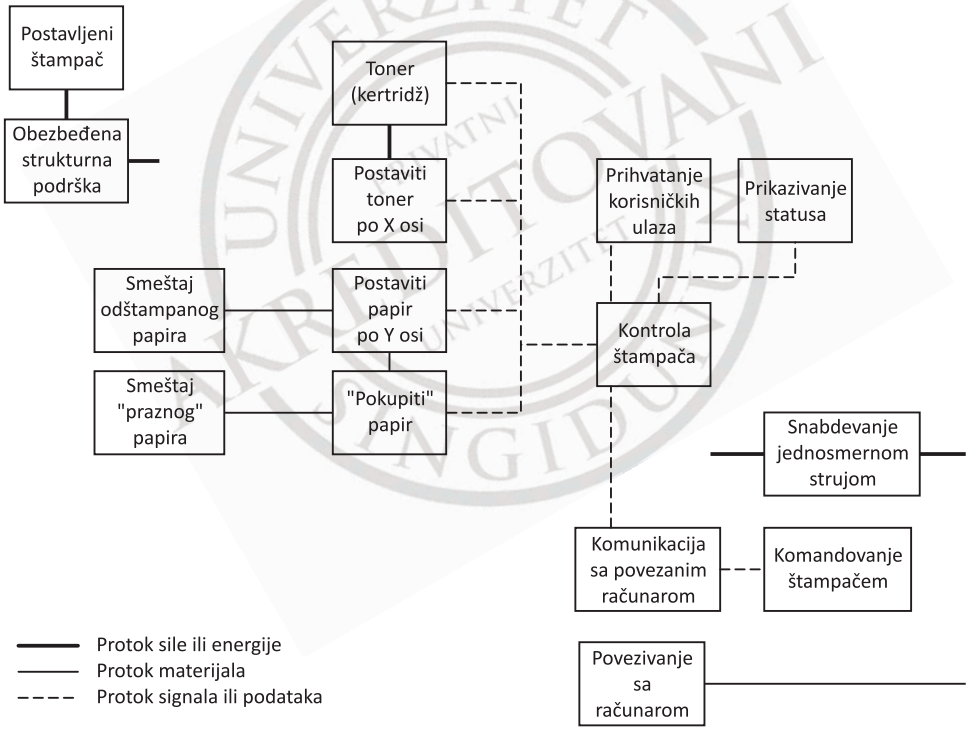
Zbog toga što će arhitektura proizvoda imati duboke implikacije za naredne aktivnosti razvoja proizvoda, kao i za proizvodnju i marketing završenog proizvoda, trebalo bi da arhitektura bude određena kroz unakrsno funkcionalne napore od strane razvojnog tima. Krajnji rezultat ove aktivnosti je približni geometrijski izgled proizvoda, opis glavnih de-

lova, kao i dokumentacija ključnih interakcija među komadima. Preporučuje se metoda u četiri koraka da se ustanovi proces odluka. Koraci su;

1. šematski prikaz proizvoda;
2. elementi šematskog prikaza proizvoda;
3. kreiranje "grubog" geometrijskog rasporeda; i
4. identifikovanje osnovnih i slučajnih interakcija.

9.3.1. Šematski prikaz proizvoda – I_i faza

Šema je dijagram koji predstavlja razumevanje tima konstitutivnih elemenata proizvoda. Šema za klasični laserski štampač je prikazana na slici 9.4.



Slika 9.4. *Šematski prikaz funkcionalnih elemenata laserskog štampača*

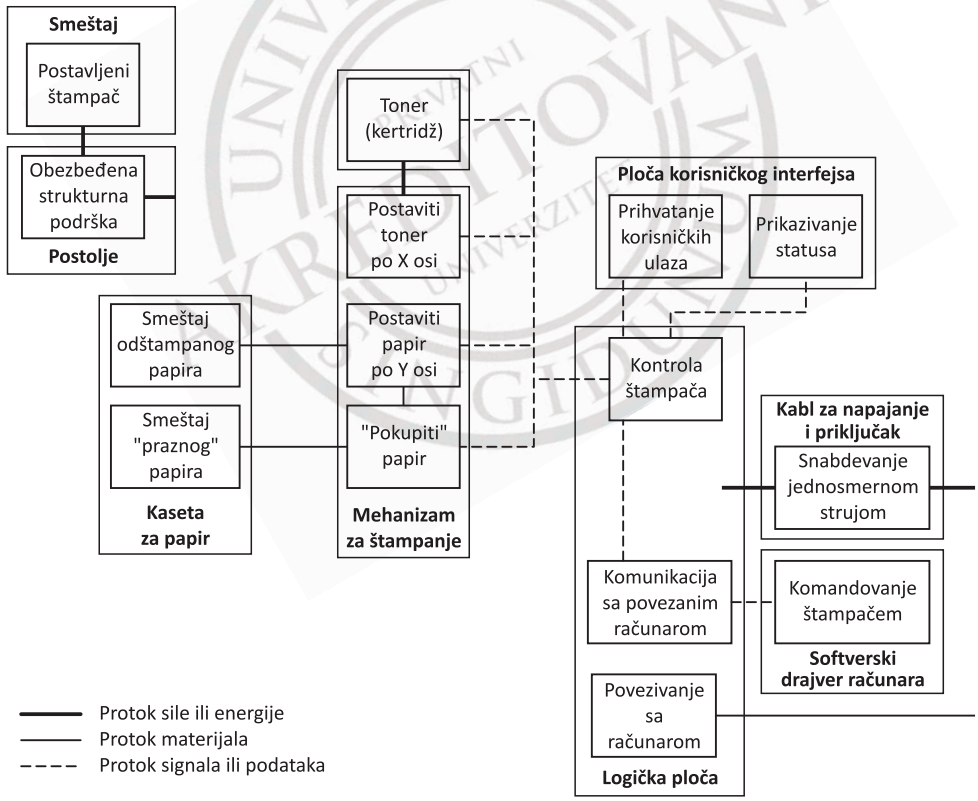
Na kraju faze razvoja koncepta, neki od elemenata na šemi su fizički koncepti, kao što je putanja za ubacivanje i izbacivanje papira. Neki od elemenata odgovaraju kritičnim komponentama, kao što su kertridži. Ipak, neki elementi ostaju opisani samo funkcionalno. Ovo su funkcionalni elementi proizvoda koji još uvek nisu redukovani na fizičke koncepte ili komponente. Na primer, "prikaz statusa" je funkcionalni elemenat neophodan za štampač, ali o posebnom pristupu na ekranu još uvek nije odlučeno. Oni elementi koji su svedeni

na fizičke koncepte ili komponente su, obično, centralni za bazni koncept proizvoda, koji je tim stvorio i izabrao. Oni elementi koji ostaju u fizičkom smislu neodređeni, obično su prateće funkcije proizvoda.

Stvorens šema neće biti jedinstvena. Napravljeni specifični izbori tokom kreiranja šeme, kao što su izbor funkcionalnih elemenata i njihovo uređenje, delimično definišu arhitekturu proizvoda. Na primer, funkcionalni element "Kontrola štampača" je predstavljen kao jedan centralizovan element na slici 9.4. Alternativa bi bila da se distribuira kontrola svakog elementa proizvoda kroz sistem i da koordinaciju vrši računar domaćin. Jer obično postoji znatna širina u šematskom prikazu, tim bi trebalo da generiše više alternativa i da izabere pristup koji će omogućiti razmatranje nekoliko arhitektonskih opcija.

9.3.2. Elementi šematskog prikaza proizvoda – $\mathrm{II_i}$ faza

Izazov drugog koraka je da se dodeli svaki element sa šeme određenom komadu. Jedna od mogućih podela elemenata prikazana je na slici 9.5, gde je iskorišćeno devet komada.



Slika 9.5. *Raspodela funkcionalnih elemenata na komade*

Iako je ovo bio približan pristup, postoji nekoliko drugih održivih alternativa. U jednom ekstremnom slučaju, svaki element može biti dodeljen sopstvenom komadu, što dovodi

do pojave 15 komada. Sa druge strane, tim je mogao da odluči da proizvod ima samo jedan veliki komad, a zatim da pokuša da fizički integriše sve elemente proizvoda. U stvari, obzirom na sve moguće elemente moguća je pojava na hiljade alternativa. Jedan postupak za upravljanje kompleksnošću alternativa je da se počne sa pretpostavkom da će svaki element šeme ce biti dodeljen sopstvenom komadu, a zatim da se sukcesivno obrazuju klasteri elemenata, gde je to moguće i povoljno. Da bi se utvrdilo kada postoje prednosti grupisanja, trebalo bi uzeti u obzir ove faktore, čije su implikacije već objašnjene:

- Geometrijska integracija i preciznost. Dodeljivanje elemenata istom komadu omogućava pojedincu ili grupu da kontroliše fizički odnos među elementima. Elementi koji zahtevaju tačnu lokaciju ili zatvorenu geometrijsku integraciju, često mogu biti najbolje dizajnirani ako su deo istog komada.

- Funkcija deljenje. Kada jedna fizička komponenta može da implementira nekoliko funkcionalnih elemenata proizvoda, onda je najbolje te funkcionalne elemente grupisati zajedno.

- Mogućnosti prodavaca. Pouzdan prodavac može imati posebne sposobnosti vezane za projekat, i tim bi trebao da izabere klaster za one elemente za koje prodavac ima specifično mišljenje, kako bi se najbolje iskoristile prednosti.

- Sličnost dizajna ili tehnologije proizvodnje. Kada je izgledno da će dva ili više funkcionalnih elemenata biti implementirani koristeći isti dizajn i/ili proizvodne tehnologije, onda uključivanje ovih elemenata u isti komad može dozvoliti više ekonomskih elemenata za dizajn i/ili proizvodnju. Zajednička strategija, na primer, je kombinovanje svih funkcija koje će verovatno da uključe elektroniku u isti komad.

- Lokalizacija promena. Kada tim očekuje mnogo promena u nekim elementima, ima smisla da se izoluje taj element u svoj modularan komad, tako da se potrebna promena može vršiti bez narušavanja bilo kog drugog komada.

- Smeštaj tipova. Elementi treba da budu zajedno grupisani, kako bi firme mogle da prezentiraju proizvod na način koji će imati vrednost za kupce.

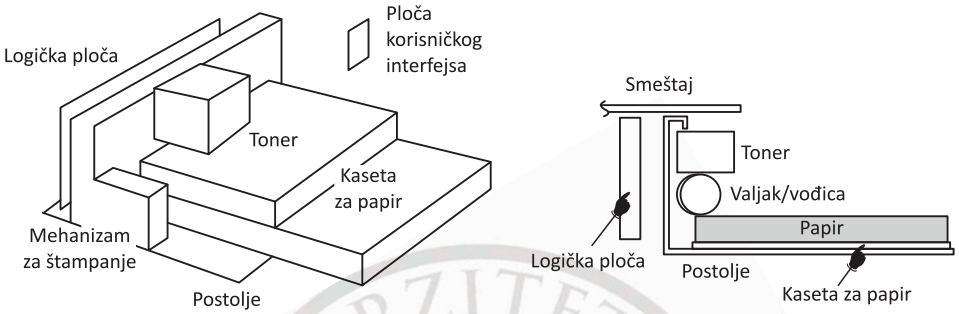
- Omogućavanje standardizacija. Ako će skup elemenata biti od koristi u drugim proizvodima, oni bi trebalo da budu grupisani zajedno u jedan komad. Ovo omogućava fizičkim elementima komada da se proizvode u većim količinama.

- Prenosivost interfejsa. Neke interakcije se lako prenose preko velikih razdaljina. Na primer, električni signal je portabilniji od mehaničke sile i kretanja. Kao rezultat toga, elementi sa elektronskom interakcijom mogu se lako odvojiti, jedan od drugog.

9.3.3. Kreiranje "grubog" geometrijskog rasporeda – III_i faza

Geometrijski prikaz može da se kreira u dve ili tri dimenzije, koristeći crteže, kompjuterske modele ili fizičke modele (na primer, od kartona ili pene). Slika 9.6 pokazuje geometrijski prikaz laserskog štampača, kao i pozicije glavnih delova. Kreiranje geometrijskog prikaza tera tim da razmotri da li su mogući geometrijski interfejsa između delova i da li su

vidljivi, kao i da li rade osnovni dimenzioni odnosi među komadima. Uzimajući u obzir presek štampača, tim je shvatio da je osnovni kompromis između količine papira koja može da se smesti i visine mašine (osenčen deo na slici 9.6 prikazuje lokaciju kasete za papir i "problematičnu" visinu).



Slika 9.6. *Grubi geometrijski prikaz štampača*

Kreiranje grubog rasporeda bi trebalo da bude u koordinaciji sa industrijskim dizajnerima u timu, u slučajevima kada su estetski i ljudski interfejsi proizvoda važni vađne i imaju snažan uticaj na geometrijsko uređenje komada.

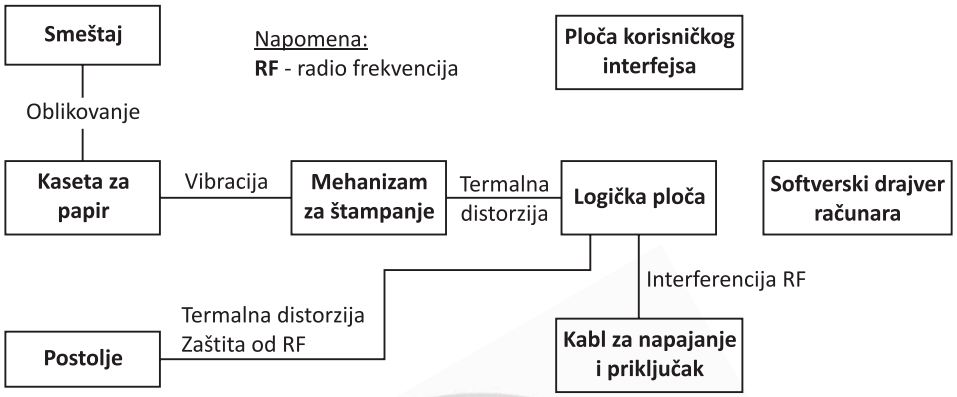
9.3.4. Identifikovanje osnovnih i slučajnih interakcija – IV_i faza

Najverovatnije će drugoj osobi ili grupi biti dodeljen dizajn pojedinačnih komada. svakoj chunk. Pošto će se pojavljivati interakcije među komadima, i planirane i neplanirane, te različite grupe će morati da koordiniraju svoje aktivnosti i da razmenjuju informacija. Da bi se bolje upravljalo ovim procesom koordinacije, tim bi trebalo da identifikuje poznate interakcije izme]dju delova u toku faze projektovanja po sistemskim nivoima.

Postoje dve kategorije interakcija između komada. Prvo, `osnovne interakcije` su one koje odgovaraju linijama na šemi koje povezuju delove jedan sa drugim. Ova interakcija je planirana, i treba da se dobro razume, čak i od najranije šeme, jer je fundamentalno za funkcionisanje sistema. Drugo, `slučajne interakcije` su one koje nastaju zbog određene fizičke implementacije funkcionalnih elemenata ili zbog geometrijskih uređenja komada.

Dok su osnovne interakcije eksplicitno predstavljene šematski prikazom grupisanja elemenata u komade, slučajna interakcije mora da bude dokumentovana na neki drugi način. Za mali broj interakcija delova (manje od 10), `grafik interakcija` je pogodan način da se predstave slučajne interakcije. Slika 9.7 pokazuje mogući grafik interakcija za laserski štampač, predstavljajući poznate slučajne interakcije. Za veće sisteme ovaj tip grafikona postaje zbunjujući i tada se koriste drugi elementi (`matrica interakcija`) za prikaz i osnovnih i slučajnih interakcija.

Grafik interakcija, prikazan na slici 9.7, sugeriše da vibracije i toplotna izobličenja su slučajne interakcija među komadima koje stvaraju toplotu i uključuju pozicioniranje kretanja. Ove interakcije predstavljaju izazove u razvoju sistema, zahtevajući fokusiranu koordinaciju napora u okviru tima.



Slika 9.7. *Grafik slučajnih (incidentnih) interakcija*

Može se koristiti mapiranje interakcija između delova da se daju smernice za strukturu i upravljanje preostalih razvojnih aktivnosti. Delovi sa značajnim interakcijama trebalo bi da budu dizajnirani od strane grupa sa jakom komunikacijom i koordinacijom među njima. Nasuprot tome, komadi sa malo interakcija mogu biti dizajnirani po grupama sa manje koordinacije.

Poznavanje slučajnih interakcija (a ponekad i osnovnih interakcija) razvija se i na nivou sistema i kroz napredak dizajna detalja. Šeme i grafici interakcija ili matrice interakcija mogu se koristiti za dokumentovanje ovih informacija, kako se razvijaju. Mreža interakcija između podsistema, modula i komponenti se ponekad naziva `arhitektura sistema`.

9.4. Planirani program (platforma)

Kompanija koja proizvodi štampače nudi proizvode kupcima sa različitim potrebama. Radi ilustracije, neka budući kupci (potrošači) pripadaju sledećim segmentima tržišta, u odnosu na to za šta će da koriste štampače: za kućnu upotrebu, za potrebe đaka i studenata i za male kancelarije i za rad od kuće. Da bi bila od koristi ovim potrošačima, kompanija može da razvije tri sasvim različita proizvoda, ili bi mogla da ponudi samo jedan proizvod za sva tri segmenta, ili bi mogla da napravi razliku između ovih proizvoda kroz razliku komponenti u podskupovima štampača.

Poželjno svojstvo arhitekture proizvoda je u tome što omogućava kompaniji da ponudi dva ili više proizvoda koji, iako su visoko diferencirani, još uvek dele znatan deo svojih komponenti. Kolekcija sredstava, uključujući i dizajnirane komponente, koje dele ovi proizvodi se zove `platforma` ili `planirani program`. Planiranje platforme uključuje vođenje osnovnih kompromisa između posebnosti i istovetnosti.

Sa jedne strane, postoje tržišne vrednosti koje uslovljavaju ponudu nekoliko veoma karakterističnih verzija proizvoda. Sa druge strane, postoje projektantske i proizvodne vrednosti koje diktiraju u kojoj meri ti različiti proizvodi dele zajedničke komponente. Dva jednostavna informaciona sistema omogućavaju timu da upravlja ovim kompromisima, i to su: `plan diferencijacije` i `plan "preklapanja"`.

9.4.1. Plan diferencijacije (raslojavanja)

Plan diferencijacije izričito predstavlja način na koji će vištruke verzije proizvoda biti drugačije sa stanovišta kupca i tržišta. Slika 9.8 prikazuje primer plana diferencijacije.

Atributi razlikovanja	Za kućnu upotrebu	Za potrebe đaka i studenata	Za male kancelarije i za rad od kuće
Kvalitet crno-bele štampe	300dpi, blizu kvaliteta laserskog štampača	600dpi, kvalitet laserskog štampača	600dpi, kvalitet laserskog štampača
Kvalitet štampe u boji	Kvalitet štampe je blizu kvaliteta kolor štampača	Isti kvalitet kao kolor štampač	Isti kvalitet kao kolor štampač
Brzina štampe	6 strana/minuti	8 strana/minuti	10 strana/minuti
Veličina otiska	360 x 400mm	340 x 360mm	400 x 450mm
Kaseta za papir	100 listova	100 listova	150 listova
Stil	"Potrošač"	"Mladi potrošač"	"Komercijalni"
Povezivanje na računar	USB i paralelni port	USB	USB
Kompatibilnost sa operativnim sistemom	Windows i Macintosh	Windows i Macintosh	Windows

Slika 9.8. *Plan diferencijacije za familiju od tri štampača*

Plan se sastoji od matrice sa redovima za različite atribute štampača i sa kolonama za različite verzije modela ili proizvoda. Tim koristi plan diferencijacije kako bi zaštitio šiframa svoje odluke o tome kako će proizvodi biti drugačiji. Nesputan, plan diferencijacije može tačno da odredi preferencije kupaca u tržišnim segmentima za svaki različiti proizvod. Nažalost, takvi planovi obično podrazumevaju proizvode koji su preterano skupi.

9.4.2. Plan "preklapanja"

Plan "preklapanja" izričito predstavlja načine na koje su različite verzije proizvoda iste fizički. Slika 9.9 prikazuje plan "preklapanja" za štampač, kao primerom.

Element	Broj tipova	Za kućnu upotrebu	Za potrebe đaka i studenata	Za male kancelarije i za rad od kuće
Toner	2	Toner “Visio1”	Toner “Visio2”	Toner “Visio1”
Mehanizam za štampu	2	Serija “Pogon”	Blizu serije “Pogon”	Serija “Pogon”
Kaseta za papir	2	Uvlači se i izvlači sa prednje strane	Uvlači se i izvlači sa prednje strane	Veća je i uvlači se i izvlači sa prednje strane
Logička ploča	2	Ploča “Next” sa paralelnim portom	Ploča “Next”	Ploča “Next”
Smeštaj	3	Kućni stil	Mladalački stil	Kancelarijski stil
Softverski drajver	5	Verzija A - PC Verzija A - Mac	Verzija B - PC Verzija B - Mac	Verzija C

Slika 9.9. *Plan "preklapanja" za familiju od tri štampača*

Plan se sastoji od matrice sa redovima u kojima predstavljaju delove proizvoda. U trećoj, četvrtoj i petoj koloni nalaze se tri različite verzije proizvoda. Druga kolona prikazuje broj

različitih tipova svakog pojedinačnog komada koji podrazumeva plan. Tim bi trebalo da popuni svaku ćeliju u preostalim kolonama sa oznakama za svaku drugu verziju komada, koji će se koristiti za proizvod. Ako nema ograničenja, većina proizvodnih inženjera će, verovatno, izabrati da se koristi samo jedna verzija svakog komada u svim varijantama proizvoda. Na žalost, ova strategija će dovesti do proizvoda koji su jedinstveni, unikatni i preskupi.

9.5. Pitanja povezanih sistemskih nivoa dizajna

Metoda u četiri koraka za utvrđivanje arhitekture proizvoda "vodi" ka aktivnostima dizajna po početnim sistemskim nivoima, ali preostale su mnoge detaljnije aktivnosti. Ovde će se pomenuti i neka pitanja koja se često javljaju tokom aktivnosti dizajna po narednim sistemskim nivoima i njihove implikacije za arhitekturu proizvoda.

9.5.1. Definisanje sekundarnih sistema

Šema prikazuje samo ključne elemente proizvoda. Postoje mnogi drugi funkcionalni i fizički elementi koji se ne prikazuju, a neki od njih će biti koncipiran i raščlanjen kako se dizajn razvija po sistemskim nivoima. Ovi dodatni elementi čine sekundarne sisteme proizvoda. Primeri ukljucuju sigurnosne sisteme, pogonske sisteme, sisteme monitoringa i sisteme za strukturalnu podršku. Srećom, sekundarni sistemi obično uključuju fleksibilne veze, kao što su instalacija i cevi i mogu se razmatrati posle donošenja glavnih odluka.

9.5.2. Određivanje arhitekture pojedinačnih elemenata ili komponenti

Neki delovi kompleksnog proizvoda mogu biti veoma složeni sistemi, sami po sebi. Na primer, mnogi komadi štampača uključuju desetine delova. Svaki od ovih delova može da ima svoju arhitekturu – šemu po kojoj je podeljen na manje komade. Ovaj problem je suštinski identičan arhitektonskom izazovu postavljenom na nivou celog proizvoda. Pažljivo razmatranja arhitekture delova je gotovo isto važno kao i stvaranje arhitekture ukupnog proizvoda.

9.5.3. Kreiranje detaljnih specifikacija interfejsa

Kao što dizajn napreduje po sistemskim nivoima, tako i osnovne interakcije, označene linijama na šemama, postaju mnogo detaljnije zbirke signala, materijalnih tokova, kao i razmene energije. Samim tim, preciznije su specifikacije interfejsa između delova i one, takođe, treba da budu razjašnjena. Takvi interfejsi predstavljaju "obavezujuće ugovore" između delova i često su detaljno opisani u specifikacijama unutar formalnih dokumenata.

Glava 10

Industrijski dizajn (ID)

Kompanija Motorola je 2003. godine pokrenula priču po pitanju razvoja i poboljšanja svoje veoma uspešne, ali starije linije mobilnih telefona na preklop, gde bi trebalo da se novi proizvodi baziraju na postojećim. Na slici 10.1 prikazan je serijal mobilnih telefona na preklop, od prvih pa do novijih. Novi RAZR dizajn je nastao kao vizija "tankog da pobedi" proizvoda, znatno tanjeg od drugih mobilnih telefona na tržištu. Ovakav dizajn zahteva novu arhitekturu, u potpunosti različitu od postojećih proizvodenih platformi.



Slika 10.1. *Evolucija mobilnih telefona na preklop kompanije Motorola*

Prodaja je ubrzo krenula, posle uspešne marketinške kampanje. Prodaja prevazilazi sva očekivanja, gde je prodaja RAZR telefona dostigla milione jedinica u okviru od godinu dana od lansiranja. Za ovaj uspeh zaslužni sledeći faktori:

- Mala veličina i težina. Sa tanjom formom, RAZR je bio pravi "džepni" telefon u odnosu na druge modele mobilnih telefona. RAZR je debljine 14 milimetara i ima masu od 95 grama, što ga čini najtanjim i jednim od najlakših mobilnih telefona na tržištu u to vreme (reč je o 2004. godini).

- Posebne odlike. RAZR ima ugrađenu VGA kameru, sa jakim pozadinskim osvetljenjem tastature i velikim svetlim displejom u boji za nove video i grafičke aplikacije. Superioran prijem signala i prenos ostvaren je specifičnim rasporedom, gde je telefonska antena postavljena ispod tastature, daleko od prstiju korisnika koji može da blokira slabe signale.

- Superiorna ergonomija. RAZR ima elegantan, ergonomski dizajn. Oblik telefona, posebno ugaoni položaj ekrana u odnosu na tastaturu, je osmišljen za vrhunsku udobnost korisnika. Razmak i položaj tastera na tastaturi su zasnovani na opšteprihvaćenim standardima. Otvaranjem telefona korisnik može da uspostavi ili da prekine vezu. Novi softver za navigaciju i nove skraćenice za unos teksta olakšava upotreba tekstualnih poruka i drugih aplikacija.

- Izdržljivost. Kao i kod svih kompanijinih proizvoda, RAZR je dizajniran da zadovolji rigorozne specifikacije. Ona može da padne sa visine veće od 1 metra na cementni pod bez ikakvog oštećenja. RAZR, takođe, može da izdrži temperaturne ekstreme, vlažnost, udar, prašinu i vibracije.

- Materijali. RAZR koristi nekoliko naprednih materijala za poboljšanje performansi i izgleda. Među njima su laserski izrezana tastatura sa laserski ugravirani sablonima, šarke od magnezijuma, ultra tanko anodizirano aluminijumsko kućište, kompozitno kućište za antenu i hemijski žareno stakla sa tankim slojem premaza,

- Izgled. Elegantan dizajn i metalik završna obrada dali su RAZR telefonu futuristički izgled povezan sa inovacijama. Zbog svojih estetskih noviteta i veoma prepoznatljivog izgleda, RAZR je brzo postao, donekle, statusni simbol za rane korisnike i stvorio je jak osećaj ponosa kod vlasnika.

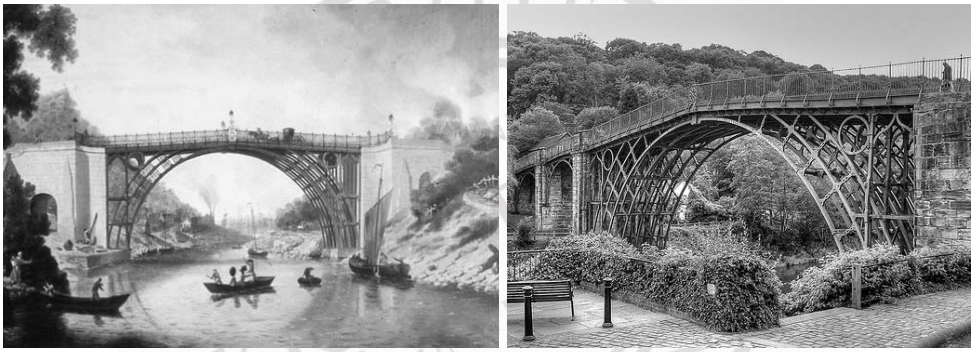
Industrijski dizajneri su prvenstveno odgovorni za aspekte proizvoda koji se odnose na iskustva korisnika i, eventualne, žalbe po pitanju estetike proizvoda (kako to izgleda, zvuči, oseća, miriše) i funkcionalnih interfejsa (kako se koristi). Za mnoge proizvođače, industrijski dizajn je, istorijski gledano, bila naknadna misao. Menadžeri koriste industrijske dizajnere da stilizuju proizvod posle određenih tehničkih karakteristika. Danas, osnovne tehnologije proizvoda, obično, nisu dovoljne da se osigura komercijalni uspeh. Globalizacija tržišta je rezultirala u dizajnu i proizvodnji širokim spektrom potrošačkih proizvoda. Žestoka konkurencija uslovljava kompanije da održavaju konkurentsku prednost kroz tehnologiju same. Shodno tome, velike kompanije sve više koriste industrijski dizajn (ID), kao važno sredstvo i za zadovoljavanje potreba kupca i za razlikovanje njihovih proizvoda od konkurencije.

Ovo poglavlje uvodi inženjera i menadžera u industrijski dizajn (ID), i objašnjava kako se ID proces odvija u vezi sa drugim aktivnostima razvoja proizvoda. U ovom poglavlju koristiće se priča o razvoju RAZR telefona kao prateći primer koji treba da objasni kritične ideje. Konkretno, kroz ovo poglavlje biće reči o istorijskim perspektivama industrijskog dizaja i o radnim definicijama ID-a; o tipičnim ulaganjima u ID; o metodi za određivanje važnosti ID-a za određeni proizvod; o troškovima i dobitima od ulaganja u ID; o tome kako ID pomaže da se utvrdi identitet korporacije; o tome koje konkretne korake slede

industrijski dizajneri tokom projektovanja proizvoda; o tome kako se proces industrijskog dizajna menja u skladu sa tipom proizvoda; kao i metodi za procenu kvaliteta napora ID-a za završen proizvod.

10.1. Istorijski razvoj industrijskog dizajna

Razne su teorije o tome od kada datira industrijski dizajn. Neki smatraju da su parna mašina i početak industrijske revolucije usko vezani za početak industrijskog dizajna. Kao rani primer industrijskog dizajna navodi se prvi gvozdeni most raspona $31\,\mathrm{m}$ u *Coalbrookedale*-u na reci Severin iz 1779. godine (konstruisao ga je *A. Darby*, slika 10.2). Uz parnu mašinu, otkrivanje elektriciteta i serijska proizvodnja prouzrokovali su mnoge promene u društvu.



Slika 10.2. *Most na reci Severin iz 1779. godine*

Istorijski razvoj vezuje se uz pokrete poput *Arts and Crafts* u Engleskoj, *De Stijl* u Holandiji, *L'Art Noveau* u Holandiji i Austriji (pod imenom *Secession*), te *Bauhaus* u Nemačkoj koji je imao najjači uticaj na formiranje modernog industrijskog dizajna. Odlazak ljudi okupljenih oko Bauhausa uveliko je doprineo razvoju industrijskog dizajna u Sjedinjenim američkim državama. Istorijski periodi mogu da se grupišu prema umetničkim pokretima koji su bili izvori savremenog dizajna.

10.1.1. Sekta Šeikera

Protestantska sekta Šejkera, odnosno "Ujedinjeno društvo vernika u Hristov drugi dolazak", koju su 1747. pokrenuli u Engleskoj *Jane i James Wardley*, a nakon emigriranja *Jane Wardley* u SAD, formirana je kao zajednica vernika koji su živeli ekonomski samostalno i odvojeno od ostatka društva. Oko 1832. godine počinju na tržištu da prodaju svoj nameštaj. U skladu sa religijskim shvatanjima, utemeljenim na težnji ka čistoći, perfekciji, redu i jednostavnosti, smatrali su da svaki predmet mora ispuniti svoju funkciju i ostvariti upotrebnu vrednost. Ističu izuzetnu važnost upotrebne vrednosti, koja materijalizovana, čini perfekciju. Izbačeni su nepotrebni ukrasi sa predmeta i nameštaja. Tačno je specificirano koje boje treba upotrebiti za fasade, nameštaj, posuđe i slično. Nameštaj i upotrebni

predmeti svojom su jednostavnošću, strogošću i kvalitetom, težili ka estetskoj perfekciji, te se u mnogočemu poklapaju sa teorijom savremenog dizajna.



Slika 10.3. *Nameštaj protestantske sekte Šejkera*

10.1.2. Pokret *Arts and Crafts*

U Viktorijanskoj Engleskoj, u doba industrijske revolucije i znatnijeg bogaćenja industrijalaca, *William Morris*, pod snažnim uticajem pisca *John Ruskina* i njegove romantične idealizacije, veruje u socijalizam koji će omogućiti radničkim klasama da uz pomoć lepote svakodnevnih predmeta sa veseljem prilaze radu.



Slika 10.4. *Uzorci dekoracije*



Slika 10.5. *Različite vrste lampi*

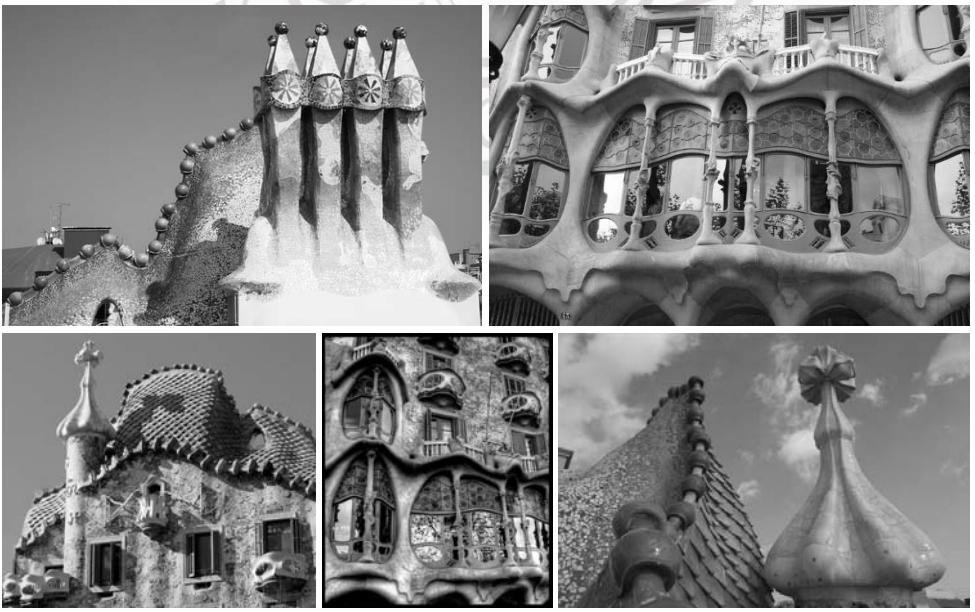
Ogorčen je na mašine odgovorne za proizvodnju ružnih i pretencioznih predmeta. Inače kao pisac, dizajner, umetnik i socijalista, *Morris* utemeljuje časopis *Oxford and Cambridge magazine*, gde iznosi svoje ideje, poeziju i stavove, te teorije o rukotvorinama u dekorativnim umetnostima. Sa dvojicom istomišljenika pokreće fabriku za dekorisanje, te izrađuje uzorke za zidne tapete i tekstil. Njegov je uticaj izrazito velik kod dekoracija kuća i crkava. Isti pokret javlja se u Sjedinjenim američkim državama i Kanadi.



Slika 10.6. *Arts and Crafts u arhitekturi*

10.1.3. *L'Art Noveau*

Pokret koji su u Belgiji, kao reakciju na službenu umetnost i buržoaski manirizam, započeli *H. Van der Velde* i *V. Hort*, proširio se brzo čitavom Evropom i SAD. U Nemačkoj se naziva *Jugendstil*, u Italiji *Floreale*, u Austriji *Secession*, u Engleskoj i SAD *Liberty*, te u našim krajevima pod imenom Secesija.



Slika 10.7. *Casa Batllo, A. Gaudi, Barselona*

U Španiji posebni su radovi *A. Gaudia*. Karakteristični su ritmički floralni elementi i prikazi žena. Dekorativni oblici (grane, lišće, cvetovi) imaju i svoju namenu poput ručki, stalaka i slično. Ovi pokreti su pokušaj da se unapredi tehnika, arhitektura i primenjena umetnost, bez istodobnog odbacivanja umetnosti u vidu ornamenata.



Slika 10.8. *Secesija (Beč) i Jugendstil (Darmstadt) u arhitekturi*



Slika 10.9. *L'Art Noveau*



Slika 10.10. *Liberty*

10.1.4. *Deutscher Werkbund*

Pod velikim uticajem *W. Morrisa* i *J. Ruskina* (*Arts and Crafts*), *Herman Mathesius* u Minhenu pokreće udruženje *Deutcher Werkbund*, koje okuplja umetnike, prduzimače i industrijska poduzeća sa ciljem oplemenjivanja profesionalnog rada i povezivanja umetnosti, rukotvorina i industrije. Stav *Mathesiusa* je bio "Jedino standardizacija, shvaćena kao rezultat zdrave usklađenosti, može omogućiti stvaranje pouzdanog i za sve prihvatljivog ukusa". Naglašavanjem potrebe standardizacije, *Mathesius* se razlikuje od *Morissa* koji naglašava potrebu individualizacije. *Mathesius* je svojim radionicama uspeo da uspostavi vezu između umetnosti i industrije. U to vreme firma AEG zapošljava *Petera Behrensa* kao prvog dizajnera, odnosno "umetničkog savetnika", koji je bio odgovoran za dizajn celog proizvodnog programa fabrike, te arhitekturu i tipografiju. Dolaskom nacizma, pokret se gasi.



Slika 10.11. *Radovi Petera Behrensa*

10.1.5. *Bauhaus*

Škola *Staatliches Bauhaus*, pod vođstvom *Waltera Gropiusa* u *Weimaru* (Nemačka), povezuje umetnost i primenjenu umetnost, i na taj način postaje jedan od najuticajnijih faktora u arhitekturi i dizajnu. Učenje škole utemeljeno je na važnosti geometrije, preciznosti, jednostavnosti i ekonomičnosti u dizajnu proizvoda i arhitekturi. Uticaj *Bauhausa* bio je veoma velik u Nemačkoj, Evropi i SAD. Iako nema mnogo dela koja obeležavaju ovaj pokret, ideje *Bauhausa* bile su brzo i široko prihvaćene. Nastava je bila organizirana u obliku radionica za pojedine tehnike poput stolarstva, metala, keramike, tekstila. Proučavanje geometrije i osnovnih geometrijskih oblika, rezultiralo je formama u obliku kugle, kupe, valjka, kocke, te korišćenje boja poput žute, crvene i plave. Filozofiju su bazirali na funkcionalizmu – "Svaka stvar je utvrđena svojom svrhom". Iz ove škole izašli su mnogi značajni nastavnici. U okviru nastave rade se prototipovi industrijskih proizvoda.

Dolaskom nacizma gasi se škola, a dosta njenih nastavnika bežii u SAD, gde je u *Illinoisu* osnovan *Design New Bauhaus*. Posle rata osniva se u Ulmu fakultet (*Hochschule für Gestaltung*) iz kojeg su proizašla mnoga velika imena nemačkog dizajna. Tokom 1968. godine fakultet se zatvara, jer uprava fakulteta nije želela da se uklopi u reformu visokog školstva u Nemačkoj.



Slika 10.12. *Predmeti i arhitektura Bauhausa*

10.1.6. Američki industrijski dizajn

Za razliku od Evrope, gde su industrijski dizajneri bili arhitekte i inženjeri, u Sjedinjenim američkim državama su prvi industrijski dizajneri bili dizajneri u pozorištima i umetnici ilustratori. Industrijski dizajn je često bio u službi prodaje i oglašavanja, gde je jedino bio bitan spoljašnji izgled proizvoda, a ne i unutrašnji. Pioniri američkog dizajna, poput *W. D. Teaguea*, *N. B. Geddesa* i *R. Loewya* su naglašavali aerodinamičnost dizajna, bez obzira što dodaci u obliku krilaca nisu imali nikakve funkcije i predstavljali su čistu kulisu.

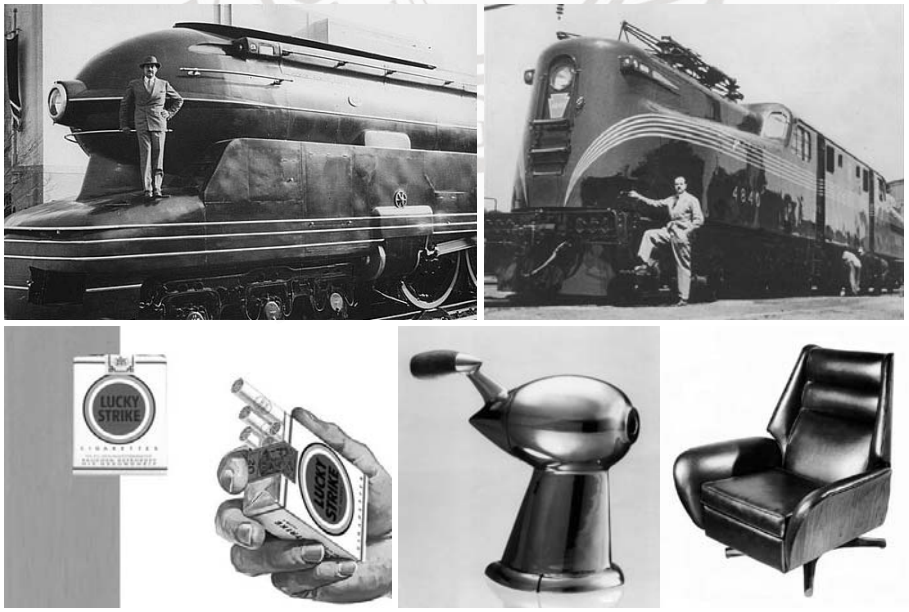


Slika 10.13. *Radovi W. D. Teaguea*

Ovo je karakteristika za tridesete godine dvadesetog veka. Uporedi li se dizajn automobila iz pedesetih godina prošlog veka sa evropskim automobilima, kod kojih je bila karakteristična jednostavnost linija, američki su automobili obilovali mnoštvom detalja.

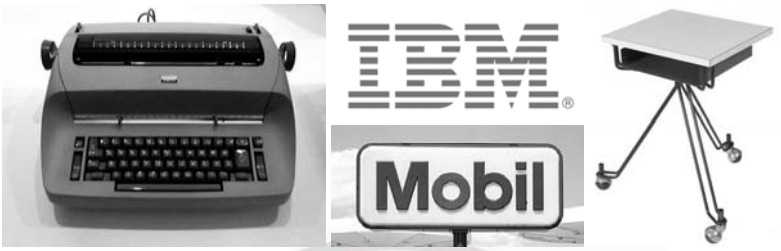


Slika 10.14. *Radovi N. B. Geddesa*

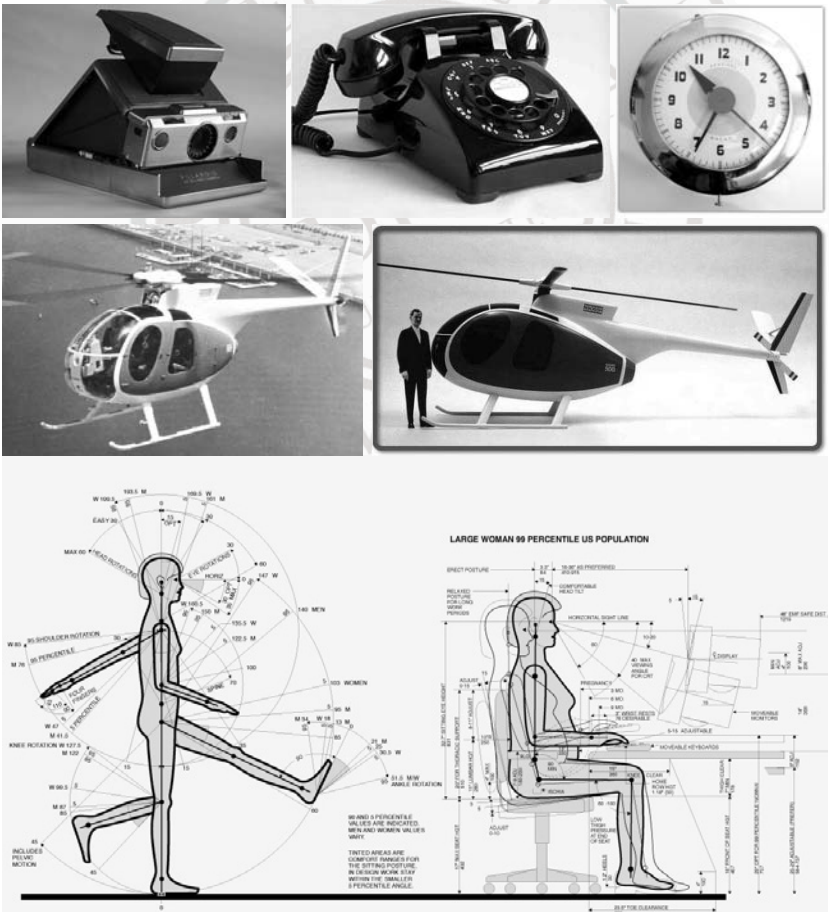


Slika 10.15. *Radovi R. Loewya*

Sedamdesetih godina je na američki dizajn izvršio veliki uticaj europski dizajn i tu u američkom dizajnu prednjače *Henry Dreyfuss* i *Eliot Noyes*, gde je konkurencija na tržištu prisilila kompanije *Bell*, *Deer*, *Ford* i *IBM* da rade na diferenciranju proizvoda, te su dizajnere integrisali u razvojni proces proizvoda, što je donelo veliki uspeh.



Slika 10.16. *Radovi Eliota Noyesa*



Slika 10.17. *Radovi Henry Dreyfussa*

10.1.7. Francuski industrijski dizajn

Tridesetih godina dvadesetog veka osnovan je *L'Union des Artistes Modernes* koji je okupljao imena poput *Robert Mallet-Stevensa*, *Le Corbusiera* i *J. Dumonda*, koji ostvaruju značajan doprinos u arhitekturi i dizajnu nameštaja. Pedesetih godina na inicijativu *J. Vienota*, osnivaju se časopisi *Art Présent* i *L'Institut Francaise d'Esthétique Industrielle* koji promovišu ideju o industrijskoj estetici, te smatraju bitnim da deluju na, po njihovom mišljenju, brojnim ružnim proizvoda koji su bili posledica lošeg koncepta, odnosno dizajna. *J. Vienot* osniva jednu od prvih agencija za dizajn, osniva Komoru sindikata industrijskih estetičara, te pokrećce 1953. godine prvi internacionalni kongres dizajna.



Slika 10.18. *Radovi Robert Mallet-Stevensa*



Slika 10.19. *Radovi Le Corbusiera*



Slika 10.20. *Radovi Flaminia Bertonia*

10.1.8. Italijanski industrijski dizajn

Početak industrijskog dizajna u Italiji vezuje se uz arhitektu, slikara i dizajnera *Gio Pontija*, koji 1928. godine pokreće časopis *Domus*, gde se već dugi niz godina objavljuju radovi iz arhitekture i dizajna.



Slika 10.21. *Radovi Gio Pontija*

Kasniji italijanski dizajn karakteriše neprestano traženje novih oblika i formi poput radova arhitekta i dizajnera *Ettore Sottsassa*.



Slika 10.22. *Radovi Ettore Sottsassa*

Veliki je bio angažman arhitekata i dizajnera u dizajniranju nameštaja poput *Vica Magistrettia* i *Giancarla Piretta*. Značajan je doprinos dizajnera u automobilskoj industriji, gde prednjači dizajnerski studio *Pininfarina*, te dizajneri *Nuccio Bertone* i *Giorgetto Giugiaro*.



Slika 10.23. *Radovi Vica Magistrettia*



Slika 10.24. *Radovi Giancarla Piretta*



Slika 10.25. *Radovi iz studija Pininfarina*



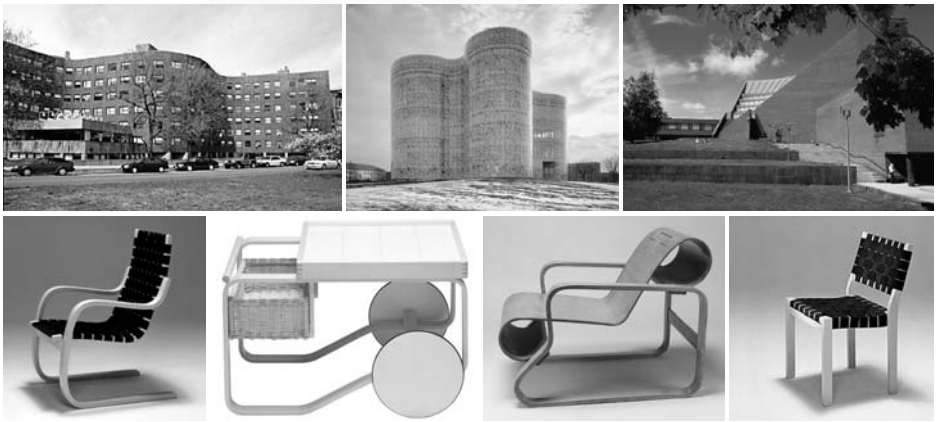
Slika 10.26. *Radovi Nuccio Bertonea*



Slika 10.27. *Radovi Giorgetto Giugiaroa*

10.1.9. Skandinavski industrijski dizajn

Značajni doprinos skandinavskom dizajnu dao je tridesetih godina dvadesetog veka finski arhitekt i dizajner laminiranog nameštaja *Alvar Aalto*, da bi sedamdesetih godina finski dizajn doživeo pravi procvat sa imenima poput *Timo Sarpaneva* i *Antti Nurmesniemi*.



Slika 10.28. *Radovi Alvara Aaltoa*



Slika 10.29. *Radovi Timo Sarpaneva*



Slika 10.30. *Radovi Antti Nurmesniemia*

Danski dizajn odlikuje se kvalitetnim upotrebnim predmetima jednostavnog oblika i jasnih linija. Imena koja su znatno doprinela danskom dizajnu su *Jakob Jensen* (dizajnira za "Bang & Olufsen" te je i danas još aktivan), Henning Koppel i Paul Henningsen.



Slika 10.31. *Radovi Jakoba Jensena*



Slika 10.32. *Radovi Henninga Koppela*



Slika 10.33. *Radovi Paula Henningsena*

Švedski dizajn, uz poznate dizajnere nameštaja poput *Karl Erik Ekseliusa* i *Bruna Mathssona*, ističe se po industrijskom dizajnu koji je prouzrokovao jak industrijski razvoj. Kod švedskog dizajna poznato je da se dosta polaže na primenu ergonomije u dizajnu proizvoda.



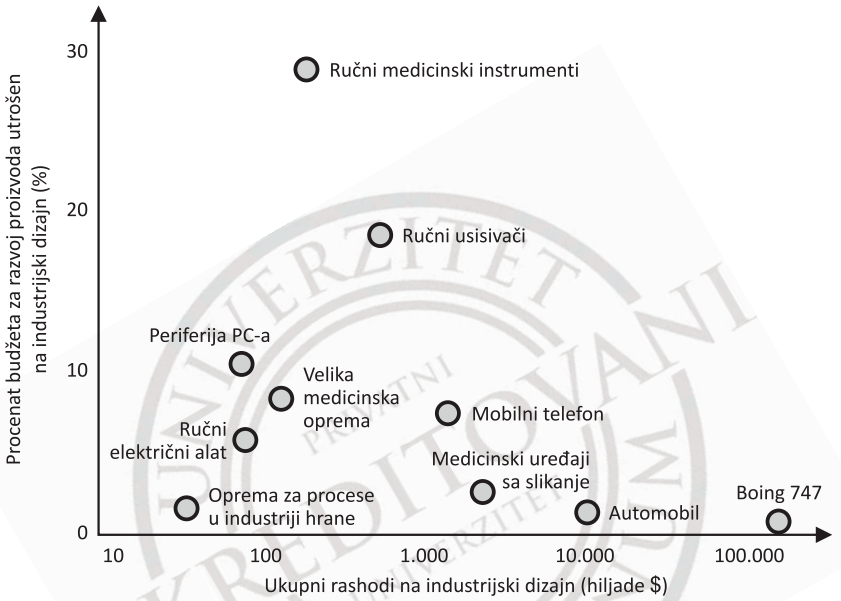
Slika 10.34. *Radovi Bruna Mathssona*

10.2. Procena potreba za industrijskim dizajnom

Da bi se procenio značaj industrijskog dizajna za određeni proizvod, prvo bi trebalo pregledati neke statistike investicija, a zatim definisati dimenzije proizvoda koje zavise od dobrog ID-a..

10.2.1. Troškovi "vezani" za industrijski dizajn

Slika 10.35 prikazuje približne vrednosti ulaganja u ID za razne proizvode. I ukupni rashodi u ID i procenat budžeta za razvoja proizvoda uložen u ID prikazani su za potrošačke i industrijske proizvode unutar različitih industrija. Ove statistike treba da daju timovima za dizajn grubu procenu kolike će investicije u ID biti potrebne za novi proizvod.



Slika 10.35. *Rashodi industrijskog dizajna za neke potrošačke i industrijske proizvode*

Prikazani dijagram pokazuje da je raspon troškova industrijskog dizajna ogroman. Za proizvode sa relativno malo interakcije korisnika, kao što su neke vrste industrijske opreme, cena ID je samo u nekoliko desetina hiljada dolara. Sa druge strane, razvoj intenzivno vizuelnih i interaktivnih proizvoda kao što su automobili, zahteva milione dolara. Relativna cena ID, kao deo ukupnog budžeta razvoja, takođe, pokazuje širok spektar. Za tehnički sofisticirane proizvode, kao što su nove letelice, troškovi ID mogu biti beznačajni u odnosu na troškove inženjeringa i druge razvojne troškove. To ne sugeriše, međutim, da je ID nevažan za takve proizvode, to samo ukazuje na to da su druge razvojne funkcije skuplje.

10.2.2. Koliko je važan industrijski dizajn za proizvod?

Većina proizvoda na tržištu se mogu poboljšati na neki jedan ili drugi način primenom dobrog industrijskog dizajna. Svi proizvodi koji se koriste, rade ili se vide od strane ljudi, zavise kritički od ID-a po pitanju komercijalnog uspeha.

Imajući ovo u vidu, pogodno sredstvo za procenu važnosti ID za određeni proizvod je okarakterisano kroz značaj dve dimenzije – `ergonomije` i `estetike`. (Treba imati na umu da se ovde koristi termin ergonomije da obuhvati sve aspekte proizvoda koji se odnose na stanje ljudskih interfejsa.) Važnija je svaka od ovih dimenzija za uspeh proizvoda, nego

što proizvod zavisi od ID. Dakle, odgovarajući na niz pitanja "vezanih" za svaku dimenziju može se kvalitativno proceni važnost industrijskog dizajna.

10.2.3. Ergonomske potrebe

- Koliko je važna jednostavnost upotrebe? Jednostavnost upotrebe može biti izuzetno važna i za proizvode koji se često koriste, kao što je kancelarijski fotokopir aparat, a i proizvode koji se često ne koriste, kao što je protivpožarni aparat. Jednostavnost upotrebe predstavlja veći izazov ako proizvod ima više funkcija i/ili načina poslovanja, koji mogu zbuniti ili osujetiti korisnika. Kada je jednostavnost upotrebe važan kriterijum, industrijski dizajneri će morati da obezbede da karakteristike proizvoda efikasno komuniciraju preko svojih funkcija.

- Koliko je važna lakoća održavanja? Ako proizvod mora da se servisira ili popravlja često, onda je lako održavanje od suštinskog značaja. Na primer, korisnik bi trebalo da bude u mogućnosti da lako "odglavi" papir iz štampača ili fotokopir aparata. Opet, veoma je važno da karakteristike održavanja proizvoda i postupci popravke budu dostpuni korisnicima. Međutim, u mnogim slučajevima, sve više je poželjno rešenje da se u potpunosti eliminiše potreba za održavanjem.

- Koliko je korisničkih interakcija neophodno za funkcionisanje proizvoda? U principu, više interakcije korisnika sa proizvodom znači da proizvod više zavisi od ID-a. Na primer, kvaka, obično, zahteva samo jednu interakciju, dok laptop računar može da zahteva desetak ili više, i to sve industrijski dizajner mora da razume "u dubinu". Osim toga, svaka interakcija može da zahteva drugačiji pristup dizajnu i/ili dodatna istraživanja.

- Kakva poboljšanja interakcije korisnika zahtevaju? Korisnički interfejs koji zahteva dodatna poboljšanja postojećeg dizajna će biti relativno jednostavan za dizajn, kao što su tasteri za novi miš desktop računara. Zahtevnije poboljšanje korisničkog interfejsa može da zahteva značajna istraživanja i studije izvodljivosti, kao što je *Click Wheel* na `iPod` muzičkom plejeru.

- Koja su pitanja bezbednosti? Svi proizvodi moraju da imaju razamtranja po pitanju bezbednosti. Za neke proizvode, oni mogu da predstavljaju značajne izazove za dizajnerski tim. Na primer, zabrinutost za bezbednost u dizajnu dečijih igračaka je mnogo uočljivija, od one za novi kompjuterski miš.

10.2.4. Estetske potrebe

- Da li je vizuelno diferenciranje proizvoda potrebno? Proizvodi sa stabilnim tržištima i tehnologijama su veoma zavisni od industrijskog dizajna stvori estetski dopadljiv izgled i, samim tim, vizuelnu diferencijaciju. Nasuprot tome, proizvod kao što je interni disk računara, koji se razlikuje po svojim tehnološkim performansama, manje zavisi od ID-a.

- Koliko su važni vlasništvo, slike i moda? Kupčeva percepcija proizvoda je delom zasnovana na njegovom estetskom izgledu. Atraktivan proizvod može biti povezan sa visokom "modom" i verovatno će stvoriti snažan osećaj ponosa kod svojih vlasnika. To može da bude slično i za proizvod koji izgleda izdržljiv ili konzervativan. Kada se takve karakteristike važne, ID će igrati ključnu ulogu u određivanju krajnjeg uspeha proizvoda.

- Da li će estetski proizvod motivisati tim? Proizvod koji je estetski privlačan može da stvori osećaj ponosa kod dizajnerskog tima i proizvodnih kadrova. Timski ponos pomaže pri motivisanju i ujedinjenju svih u vezi sa projektom. Početni ID koncept daje timu konkretnu viziju krajnjeg rezultata uložnih napora u razvoj.

Da bi se demonstrirala ova metoda, mogu se koristiti gore navedena pitanja da se proceni značaj industrijskog dizajna u razvoju RAZR telefona. Slika 10.36 prikazuje rezultate tih analiza. Očigledno je da su i ergonomija i estetika bili izuzetno važni za RAZR. Shodno tome, ID zaista igra veliku ulogu u određivanju mnogih kritičnih faktora uspeha proizvoda.

10.3. Uticaj indus|rijskog dizajna

Prethodi odeljak usmeren je, pre svega, na važnost industrijskog dizajna u zadovoljavanju potreba korisnika. Sledeće što će se istraživati je direktni ekonomski uticaj ulaganja u ID, kao i njegov uticaj na korporativni identitet.

10.3.1. Da li je industrijski dizajn vredan ulaganja (investiranja)?

Menadžeri će često želeti da znaju za određeni proizvod ili poslovanje u celini, koliko bi trebalo truda (napora) uložiti u industrijski dizajn. Iako je teško precizno odgovoriti na ovo pitanje, može da se ponudi nekoliko uvida, uzimajući u obzir troškove i dobit. Troškovi uključuju direktne troškove, troškove proizvodnje i troškove vremena, opisane u nastavku:

- Direktni troškovi su troškovi ID usluga. Ova količina je određena brojem i strukturom potrebnih dizajnera, trajanjem projekta, brojem potrebnih modela, kao i materijalnim troškovima i drugim troškovima. Dodatni troškovi uključuju troškove za modele, fotografije i druge troškove.

- Proizvodni trošak je trošak nastao za sprovođenje proizvodnje detalja, stvorene kroz ID. Površine, stilizovani oblici, bogate boje, kao i mnogi drugi detalji dizajna mogu da povećaju cene alata i/ili troškove proizvodnje. Trebalo bi imati na umu, međutim, da mnoge ID detalji mogu da se implementiraju praktično bez ikakvih troškova, posebno ako je ID uključen dovoljno rano u proces. U stvari, neke ID ulazi mogu zapravo smanjiti troškove proizvodnje, posebno kada industrijski dizajner blisko sarađuje sa proizvodnim inženjerimaa.

- Troškovi vremena predstavljaju kazne povezane sa prekoračenjem projektovanog vremena. Kako industrijski dizajneri stalno pokušavaju da se preciziraju ergonomske

i estetske karakterisitike proizvoda, više iteracija dizajna i/ili prototipova će biti neophodno. To može dovesti do kašnjenja u uvođenju proizvoda, što će, verovatno, imati ekonomskoj uticaja, tj. dovešće do povećanja cene.

Potrebe	Nivo važnosti	Objašnjenje ocene (procene)
	Nizak Srednji Visok	
Ergonomija		
Jednostavnost upotrebe		Od ključne važnosti za mobilnu telefoniju je da li može da se često koristi, da li može da se iskoristi u vanrednim situacijama i da li može da se koristi u toku vožnje. Funkcije proizvoda moraju da se saopšte kroz dizajn.
Lako održavanje		Kao i kod mnogih integrisanih elektronskih proizvoda, potrebno je malo održavanje.
Količina interakcije sa korisnikom		Postoji mnogo važnih interakcija sa korisnikom, kao što su unos teksta, biranje i memorisanje brojeva, primanje poziva, fotografisanje, pristupanje Internetu.
Novitet za interakciju sa korisnikom		Dizajnirana rešenja pridružena nekim interakcijama sa korisnikom su jednostavna, kao što je to numerička tastatura. Međutim, drugi interfejsi, kao što je rad jednom rukom sa tankim telefonima, su sasvim drugačiji od ranijih modela i samim tim zahtevaju pažljivo istraživanje.
Bezbednost		Bilo je pitanja o bezbednosti industrijskog dizajna (ID) da se razmotre na samom modelu RAZR. Pošto mnogo korisnika koristi mobilni telefon u automobilu, trebalo bi dizajnirati bežični *Bluetooth* za bezbedan i podesan rad, bez upotrebe ruku.
Estetika		
Diferencijacija proizvoda		Bilo je na stotine mobilnih telefona na tržištu, kada se "pojavio" RAZR. Njegova pojava je od suštinske važnosti za diferencijaciju.
Vlasništvo, moda ili slika		Predviđeno je bilo da RAZR bude vidljiv proizvod koji se koristi od strane poslovnih ljudi i za lične komunikacije na javnim mestima. Morao je da bude neverovatno privlačan za svakodnevnu upotrebu.
Motivacija tima		Ispostavilo se da je RAZR telefon postao važna inspiracija razvojnom timu, kao i bitna tačka za osoblje koje ga prodaje.

Slika 10.36. *Određivanje važnosti industrijskog dizajna za RAZR telefon*

Prednosti korišćenja ID uključuje povećanje proizvoda koji su po ukusu potrošača i veće zadovoljstvo korisnika kroz dodatne ili bolje funkcije, jak brendirani identitet, kao i diferenciranje proizvoda. Samim tim dolazi se i do veće dobiti za kompaniju ili firmu.

10.3.2. Kako industrijski dizajn uspostavlja korporativni identitet?

Korporativni identitet je izveden iz "vizuelnog stila organizacije", i to je faktor koji utiče na pozicioniranje firme na tržištu. Identitet kompanije pojavljuje se, pre svega, kroz ono što ljudi vide. Oglašavanje, logotipi, signali, uniforme, zgrade, pakovanja i dizajna proizvoda doprinose stvaranju korporativnog identiteta.

U proizvodnim preduzećima, ID igra važnu ulogu u određivanju identiteta kompanije. Industrijski dizajn određuje stil proizvod, što je u direktnoj vezi sa javnom percepcijom firme. Kada proizvodne kompanije održavaju dosledan i prepoznatljiv izgled, vizuelni kapital je uspostavljen. Konzistentan izgled i osećaj mogu biti u vezi sa bojom proizvoda, formom, stilom, pa čak i njegovim karakteristikama. Kada firma ima formiran pozitivan ugled, pošto je vizuelni kapital izuzetno dragocen, to je dobro, jer ona može da stvori pozitivnu vezu sa kvalitetom za buduće proizvode. U neke kompanije koje su uspešno koristile ID u cilju uspostavljanja vizuelnog kapitala i korporativnog identiteta kroz svoje linije proizvoda, spadaju i:

- `Apple Computer, Inc.` Originalni `Macintosh` laptop je mali, uspravnog oblika i pristupačnih boja (slika 10.37). Ovaj dizajn je namerno tako urađen, jer boje nisu napadne i odaju prijateljski odnos prema korisniku, što se dovodi u vezi i sa ostalim `Apple` proizvodima. I noviji proizvodi ove kompanije su zadržali upečatljive linije i inovativne stajlinge kroz sredrbnu, crnu i belu završnu boju.



Slika 10.37. *Klasičan izgled Macintosh laptopova*

- `Rolex Watch Co.` Linije `Rolex` satova održavaju klasičan izgled i osećaj čvrstine, koji označava kvalitet i prestiž (slika 10.38).



Slika 10.38. *Klasičan izgled Rolex satova*

- `Braun GmbH`. `Braun` kuhinjski aparati i brijači su čistih linija i osnovnih boja, i ovo ime je odavno povezano sa jednostavnošću i kvalitetom (slika 10.39).



Slika 10.39. *Klasičan izgled Braun brijača*

- Bang & Olufsen. B&O visoko kvalitetni sistemi potrošačke elektronike projektovani su da imaju elegantne linije i impresivan vizuelni prikaz, obezbeđujući sliku tehnoloških inovacija (slika 10.40).



Slika 10.40. *Visoko kvalitetni elektronski uređaji*

- BMW AG. Automobili BMW, poznati po luksuznim karakteristikama i performansama koje su orijetisane vozaču, prikazuju karakteristične spoljne izglede, koji su evoluirali polako, zadržavajući kvalitet u vezi sa brendom (slika 10.41).



Slika 10.41. *Neki modeli BMW automobila*

- Motorola, Inc. Originalni MicroTAC i StarTac mobilni telefoni su prepoznati kao Motorolini vodeći telefoni na preklop. Noviji RAZR modeli, takođe, koriste koncept

preklopa u mnogo tanjoj formi, ističući Motorolinu vodeću ulogu u grani industrije koja se brzo razvija (slika 10.42).



Slika 10.42. *Neki RAZR modeli mobionih telefona*

10.4. Proces industrijskog dizajna

Mnoge velike kompanije imaju interna odeljenja za industrijski dizajn. Mala preduzeća imaju tendenciju da koriste usluge industrijskog dizajna koje pružaju konsultantske firme. U svakom slučaju, industrijski dizajneri treba u potpunosti da učestvuje u unakrsno-funkcionalnim timovima za razvoj proizvoda. U okviru ovih timova, inženjeri će generalno pratiti proces za generisanje i evaluaciju koncepata, po pitanju tehničkih karakteristika proizvoda. Na sličan način, većina industrijskih dizajnera prati proces projektovanja po pitanju estetike i ergonomije proizvoda. Iako ovaj pristup može da varira u zavisnosti od firme i prirode projekta, industrijski dizajneri mogu da generišu i više koncepata, a zatim u radu sa inženjerima da suze ove opcije kroz niz koraka evaluacije.

Konkretno, ID proces može da se posmatra kao da se sastoji iz sledećih faza:

1. ispitivanje potreba korisnika (potrošača);
2. definisanje inicijalnog konceptualnog rešenja;
3. preliminarno preciziranje;
4. dalje preciziranje i izbor krajnjeg konceptualnog rešenja;
5. kontrola crteža ili modela; i
6. koordinacija sa inženjerima, proizvodnim osobljem i eksternim prodavcima.

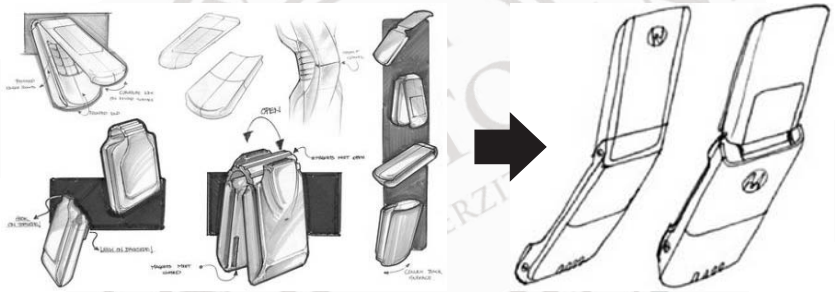
10.4.1. Ispitivanje potreba korisnika (potrošača)

Tim za razvoj proizvoda počinje sa dokumentovanjem potreba kupaca. Industrijski dizajneri su vešti u prepoznavanju pitanja koja se tiču interakcije korisnika, dok je uključenost ID-a od ključnog značaja u procesu određivanja potreba. Na primer, u istraživanju potreba

kupca za novi medicinski instrument, tim mora da prostudira operativnu salu, intervjuiše lekare i ispita fokus grupe. Iako učešće marketinga, inženjeringa i ID-a svakako dovodi do zajedničkog, sveobuhvatnog razumevanja potreba potrošača od strane celokupnog tima, trebalo bi posebno omogućiti industrijskim dizajnerima da steknu predstavu o intimnim razumevanjima interakcije između korisnika i proizvoda.

10.4.2. Definisanje inicijalnog konceptualnog rešenja

Kada su potrebe kupaca i ograničenja shvaćeni, industrijski dizajneri pomažu timu da konceptualizuju proizvod. Tokom faze generisanja koncepta, inženjer, prirodno, fokusira svoju pažnju na pronalaženje rešenja za tehničke podfunkcije proizvoda. U ovom trenutku, industrijski dizajneri se koncentrišu na stvaranje obrasca proizvoda i korisničkog interfejsa. Industrijski dizajneri će napraviti jednostavne skice svakog koncepta. Ove skice su brz i jeftin medijum za izražavanje ideja i ocenjivanje mogućnosti. Slika 10.43 pokazuje skice iz RAZR projekta.



Slika 10.43. *Skice za definisanje inicijalnog konceptualnog rešenja*

Predloženi koncepti tada mogu biti upareni u kombinaciji sa tehničkim rešenjima u okviru istraživanja. Koncepti su grupisani i ocenjuje ih tim u skladu sa potrebama kupaca, tehničkom izvodljivošću, troškovima i proizvodnim ograničenjima.

"Nesreća je" što u nekim preduzećima, industrijski dizajneri rade sasvim nezavisno od inženjeringa. Kada se to desi, dosta je verovatno da će ID predložiti koncepte koji uključuju striktno oblik i stil, i tada, obično, postoje brojne iteracija kada inženjering pronađe koncepte koji su tehnički neizvodljivi. Firme su, zbog toga, našle da je korisno da čvrsto koordiniraju napore industrijskih dizajnera i inženjera još tokom faze razvoja koncepta.

10.4.3. Preliminarno preciziranje

U fazi preliminarnog preciziranja, industrijski dizajneri će izgraditi modele od najperspektivnijih koncepata. `Meki modeli` su obično napravljeni u punoj veličini i od pene. Ovo je druga najbrža metoda – samo malo sporija od skiciranja – korišćena za procenu koncepata.

Iako su, generalno gledano, prilično grubi, ovi modeli su od neprocenjive vrednosti, jer

omogućavaju da razvojni tim izrazi i vizuelizuje koncepte proizvoda u tri dimenzije. Koncepte procenjuju industrijski dizajneri, inženjeri, marketinško osoblje i (ponekad) potencijalni kupci kroz proces dodirivanja, osećanja i menjanja modela. Tipično, dizajneri će izgraditi što je više modela moguće, u zavisnosti od vremena i finansijskih ograničenja. Koncepti koji su naročito teški da se vizueliziju, zahtevaju više modela nego oni jednostavniji.

10.4.4. Dalje preciziranje i izbor krajnjeg konceptualnog rešenja

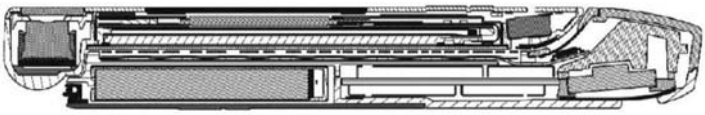
U ovoj fazi, industrijski dizajneri se često prebacuju sa "mekih modela" i skica na `čvrste modele` i "crteže" sa informacijama poznatim kao `renderi`. Renderovani modeli prikazuju detalje dizajna i često opisuju proizvod koji se koristi. Sastavljeni u dva ili tri dimenzije, oni prenose veliki deo informacija o proizvodu. Renderovani modeli se često koriste za studije o bojama i za testiranje kupaca po pitanju prijema karakteristika proizvoda i predložene funkcionalnost.

Zadatak završnog preciziranja, pre izbora koncepta, je da stvori "čvrste modele". Ovi modeli su još uvek tehnički nefunkcionalni, iako zatvaraju replike konačnog dizajna sa izuzetno realnim izgledom i osećajem. Oni su napravljeni od drveta, guste pene, plastike ili metala; obojeni su i prikazane su teksture; imaju i neke "radne" funkcije kao što su dugmad koju treba pritisnuti ili klizni mehanizmi koje treba pomeriti. Zato što izrada "čvrstog modela" može da košta hiljade dolara, razvojni tim proizvoda, obično, ima budžet da napravi samo nekoliko.

Za mnoge vrste proizvoda, čvrsti modeli su napravljeni da bi imali ciljne veličine, gustine, distribucije težine, površina i boju. Čvrsti modeli se, zatim, mogu koristiti od strane industrijskih dizajnera i inženjera za dodatno preciziranje konačnih specifikacija koncept. Osim toga, ovi modeli se, takođe, mogu koristiti za dobijanje dodatnih povratnih informacija od kupaca u fokus grupama, da se reklamiraju i promovišu proizvodi na sajmovima i da "prodaju" koncept višem menadžmentu u okviru organizacije.

10.4.5. Kontrola crteža ili modela

Industrijski dizajneri završavaju svoj proces razvoja tako što kontrolišu crteže ili kontrolišu modele konačnog koncepta. Kontrolišu crteže ili dokumente o funkcionalnosti modela, karakteristike, veličine, boje, završne površine i ključne dimenzije. Iako oni nisu detaljni crteži delova (poznati kao inšenjerski ili radionički crteži), mogu se koristiti za izradu konačnih modela dizajna i drugih prototipa. Tipično, ovi crteži i modeli se predaju inženjerskom timu za dizajniranje detalja svi delova. Slika 10.44 prikazuje presek kontrolnog modela jednog konačnog RAZR dizajna.



Slika 10.44. *Crtež preseka jednog modela RAZR telefona*

10.4.6. Koordinacija sa inženjerima, proizvodnim osobljem i eksternim prodavcima

Industrijski dizajneri moraju da nastave da blisko sarađuju sa inženjerskim i proizvodnnim kadrovima, tokom narednih procesa razvoja proizvoda. Neke konsultantske firme za industrijski dizajn nude prilično sveobuhvatne usluge za razvoj proizvoda, uključujući i detaljno projektovanje, izbor i upravljanje eksternim dobavljačima materijala, alatima, komponentama i uslugama po pitanju montaže.

10.4.7. Uticaj računarskih alata na proces industrijskog dizajna

Od devedestih godina dvadesetog veka, projektovanje pomoću računara (CAD) imali je značajan uticaj na industrijske dizajnere i njihov rad. Koristeći moderne 3D CAD alate, industrijski dizajner može da generiše, prikaže i brzo izmeni trodimenzionalni dizajn, na monitorima računara sa visokom rezolucijom. Na ovaj način, ID može, potencijalno, da generiše veći broj detaljnih koncepata brže, što može dovesti do više inovativnih dizajnerskih rešenja. Vizuelni realizam 3D CAD slika može poboljšati komunikaciju unutar tima za razvoj proizvoda i eliminisati velike netačnosti ručno generisanih skica od strane "klasičnih" industrijskih dizajnera. Osim toga, 3D CAD sistemi mogu da se koriste za generisanje kontrola modela ili crteža, i ovi podaci mogu direktno da se prenesu na sisteme inženjerskog dizajna, što omogućava čitavom razvojnom procesu da se lakše integriše.

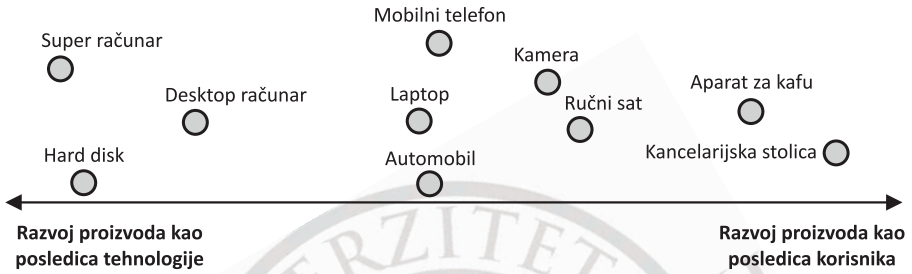
10.5. Upravljanje procesom industrijskog dizajna

Industrijski dizajn je obično uključen u ukupan proces razvoja proizvoda tokom nekoliko različitih faza. Tajming ID napora zavisi od prirode proizvoda koji treba dizajnirati. Da bi objasnio tajming ID napora pogodno je klasifikovati proizvode kao proizvode koji su posledica tehnologije i proizvode koji su posledica potreba korisnika proizvoda.

- Proizvodi koji su posledica tehnologije. Primarna karakteristika ovakvog proizvoda je da svoje prednosti zasniva na tehnologiji, odnosno na njegovoj sposobnosti da ostvari određeni tehnički zadatak. Dok takav proizvod može da ima (zadovoljava) važne estetske ili ergonomske zahteve, potrošači će, najverovatnije, kupiti proizvod, pre svega, zbog njegovih tehničkih performansi. Na primer, hard (čvrsti) disk za računar je, uglavnom, proizvod zasnovan na tehnologiji. U takvim slučajevima, uloga ID-a je često ograničena na pakovanje *core* tehnologija. Ovo podrazumeva određivanje spoljašnjeg izgleda proizvoda i obezbeđivanje proizvodu da saopštava svoje tehnološke mogućnosti i načini interakcije sa korisnikom.

- Proizvodi koji su posledica potreba korisnika proizvoda. Glavna korist od ovih proizvoda potiče od funkcionalnosti interfejsa i/ili estetskih apela. Obično postoji visok stepen interakcije korisnika sa ovim proizvodima. Shodno tome, korisnički interfejs mora da bude bezbedan, jednostavan za korišćenje i lak za održavanje. Spoljni izgled proizvoda je često važan kako bi se razlikovao proizvod i da stvorio osećaj ponosa vlasnika. Na primer, kancelarijske stolice su, u velikoj meri, proizvodi

zasnovani na potreba korisnika. Iako ovi proizvodi mogu biti tehnički sofisticiran, tehnologija ne diferencira proizvode, dakle, za tim za razvoj proizvoda će razmatranja ID-a biti važnije od tehničkih zahteva. Uloga inženjera može još uvek da bude važna, kako bi se utvrdile sve tehničke karakteristike proizvoda, međutim, pošto je tehnologija, često vec uspostavljena, razvojni tim se fokusira na korisničke aspekte po pitanju proizvoda.

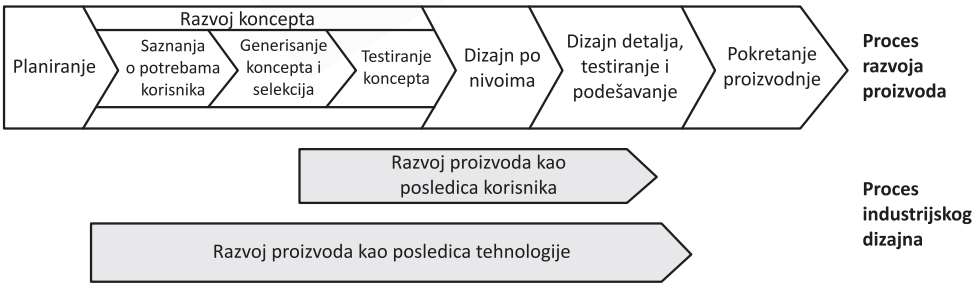


Slika 10.45. *Klasifikacija nekih zajedničkih proizvoda u odnosu na gore pomenute proizvode koji su posledica tehnologije i/ili potreba korisnika*

Slika 10.45 klasifikuje različite poznate proizvode. Retki su proizvodi koji se nalaze u jednoj od ove dve krajnosti. Umesto toga, većina proizvoda "pada" negde u sredinu. Ove klasifikacije mogu biti dinamične. Na primer, kada kompanija razvija proizvod baziran na novoj tehnologiji, kompanija je zainteresovana za dovođenje proizvoda na tržište što je brže moguće. Pošto je stavljen mali akcenat na to kako proizvod izgleda ili kako se koristi, početna uloga ID-a je mala. Međutim, kako i konkurenti ulaze na tržište, proizvod će "morati više da se takmiči" za korisnika ili po pitanju estetike. Vrši se smena originalnih klasifikacija proizvoda i ID dobija izuzetno važnu ulogu u procesu razvoja.

10.5.1. Vreme uključenosti industrijskog dizajna

Tipično, ID je inkorporiran u proces razvoja proizvoda tokom kasnijih faza razvoja proizvoda zasnovanih na tehnologiji i tokom celog procesa razvoja proizvoda zasnovanih na potrebama korisnika. Slika 10.46 ilustruje tajming ovih razlika.



Slika 10.46. *Realtivni tajming ID-a za gore pomenute klasifikacije proizvoda*

Treba imati na umu da je proces ID podproces procesa razvoja proizvoda, i to je paralelan proces, a ne odvojen. Kao što je prikazano na slici, ID proces, opisan gore, može biti brži

u odnosu na ukupan proces razvoja. Tehnička priroda problema kojima se suprotstavljaju inžeenjeri u njihov dizajnerskim aktivnostima obično zahteva znatno više napora i vremena, nego pitanja koja razmatra ID.

Slika 10.46 pokazuje da za proizvode zasnovane na tehnologiji, aktivnosti ID-a mogu da počnu relativno kasno u programu. To je zato što ID za takve proizvode je prvenstveno usmeren na pitanja pakovanja (ambalaže). Za proizvode bazirane na potrebama korisnika, ID je uključen mnogo više. U stvari, proces ID-a može da dominira ukupnim procesom razvoja mnogih proizvoda koji su bazirani na potrebama korisnika.

Aktivnosti pri razvoju proizvoda	Tip proizvoda	
	"Posledica" tehnologija	"Posledica" potrošača
Identifikacija potreba potrošača	Industrijski dizajn (ID) obično ne učestvuje.	ID je u bliskoj saradnji sa marketingom kako bi se identifikovale potrebe kupaca. Industrijski dizajneri učestvuju u radu fokus grupa ili u intervjuima jedan na jedan.
Generisanje koncepta i selekcija	ID radi sa marketingom i inženjeringom kako bi se osiguralo da su u proces uključeni ljudski faktori i korisnički interfejsi. Bezbednost i održavanje su često od primarnog značaja.	ID generiše više koncepata u skladu sa ranije opisanim tokom procesa industrijskog dizajna.
Testiranje koncepta	ID pomaže inženjerima pri kreiranju prototipa, koji se pokazuju korisnicima radi dobijanja povratnih informacija.	ID vodi ka stvaranju modela koji se testira sa klijentima putem marketinga.
Dizajniranje po sistemskim nivoima	ID obično ima malo učešće.	ID smanjuje broj koncpetualnih rešenja i prečišćava najviše obećavajući pristup.
Glavni projekat, testiranje i podešavanje	ID je odgovoran za pakovanje proizvoda više nego inženjerski detalji. ID prima specifikacije proizvoda i ograničenja od strane inženjeringa i marketinga.	ID bira konačno koncpetualno rešenje i onda koordinira sa inženjeringom, proizvodnjom i marketingom kako bi se finalizovao dizajn.

Slika 10.47. *Uloga industrijskog dizajna u odnosu na vrstu proizvoda*

Slika 10.47 opisuje odgovornosti ID-a u svakoj fazi procesa razvoja proizvoda i kako se odnose 10 drugih aktivnosti razvojnog tima. Kao i kod vremenskog tajminga angažovanja ID-a, i ovde odgovornosti industrijskog dizajna mogu da se promeni u skladu sa vrstom (tipom) proizvoda.

10.6. Procena kvaliteta industrijskog dizajna

Procena kvaliteta industrijskog dizajna za gotov proizvod je subjektivan zadatak. Međutim, može kvalitativno da se odredi da li je ID postigao svoje ciljeve, uzimajući u obzir svaki aspekt proizvoda koji je pod uticajem industrijskog dizajna. Ispod sledi spisak pet kategorija za ocenjivanje proizvoda. Ove kategorije se grubo podudaraju sa pet ključnih ciljeva industrijskog dizajna, koje je uveo *Henry Dreyfuss*. Ovde će se iskoristiti ove kategorije da se razviju specifična pitanja, što omogućava da se proizvod oceni sa "pet strana". Slika 10.48 prikazuje ovu metodu pokazujući rezultate za RAZR telefon.

Procena kategorije	Nivo važnosti	Objašnjenje ocene (procene)
	Nizak Srednji Visok	
1. Kvalitet korisničkog interfejsa		U principu, RAZR je udoban i jednostavan za upotrebu. Na poziv se može odgovoriti jedonostavnim otvaranjem telefona, tekst i brojevi se lako unose preko tastature, a funkcije su lako dostupne pomoću tastera za navigaciju. Nedostatak je tastatura koja se malo teže koristi ako korisnik ima velike prste ili dugačke nokte. Na nekim tržištima vlada uverenje da je Motorola prilagodila softverski interfejs na način koji negativno utiče na upotrebljivost.
2. "Emotivni apeli" (emocionalne žalbe i/ili pritužbe)		Postoje pritužbe da je forma telefona preterano tanka, da je "nezgodan" po pitanju nošenja u džepu i na završnu obradu.
3. Mogućnosti za održavanja i popravke proizvoda		lako održavanje i popravke nisu od primarne važnosti za kupca, RAZR se visoko rangira u ovoj kategoriji. Baterija se puni veoma brzo i može lako da se ukloni ili zameni.
4. Odgovarajuće korišćenje resursa		Glavni projekat (finalni dizajn) sadrži samo one funkcije koje zadovoljavaju stvarne potrebe korisnika. Izabrani materijali su izdržljivi i lako se obrađuju, izdržavaju ekstremne uslove, ispunjavaju ekološke propise i stvaraju atraktivan izgled.
5. Diferencijacija proizvoda		Izgled RAZR telefona je jedinstven. Lako se identifikuje kada se posmatra u javnom prostoru ili pored konkurentskog proizvoda.

Slika 10.48. *Pet ključnih ciljeva ID-a projektovanih na RAZR telefon*

10.6.1. Kvalitet korisničkog interfejsa

Ovo je procena kako je lako je da se koristi proizvod. Kvalitet interfejsa se odnosi na izgled proizvoda, osećaje i načine interakcije.

- Da li karakteristike proizvoda efikasno komuniciraju pomoću svojih operacija sa korisnikom?
- Da li je proizvod korisnički intuitivan?
- Da li su sve funkcije bezbedne?
- Da li su razmatrani svi potencijalni korisnici i sve vrste upotrebe proizvoda?

Primeri specifičnih pitanja po pitanju proizvoda obuhvataju:

- Da li je udobno držanje?

- Da li se kontrolno dugme okreće lako i glatko?
- Da li dugme za napajanje može lako da se pronađe?
- Da li je ekran jednostavan za čitanje i razumevanje?

10.6.2. "Emotivni apeli"

Ovo je ocena ukupnih potrošačkih apela (sugestija, žalbi) po pitanju proizvoda. Apeli (sugestije) se, delom, odnose na izgled, osećaj, zvuk i miris.

- Da li je proizvod atraktivan? Da li je uzbudljiv?
- Da li proizvod pokazuje kvalitet?
- Koje slike padaju na pamet kada se pregleda?
- Da li proizvod potencira (izaziva) ponos vlasnika što ga ima?
- Da li proizvod evocira osećanje ponosa među članovima razvojnog tima i prodajnog osoblja?

Primeri specifičnih pitanja po pitanju proizvoda obuhvataju:

- Kako vrata automobila zvuče kada se zalupe?
- Da li se "oseća" da je ručni alat solidan i čvrst?
- Da li aparat izgleda dobro na kuhinjskom elementu?

10.6.3. Mogućnost održavanja i popravki proizvoda

Ovo je ocena koliko lako može proizvod da se održava i popravlja. Održavanje i popravku trebalo bi uzeti u obzir zajedno sa drugim korisničkim interakcijama.

- Da li je održavanje proizvoda očigledno? Da li je to lako?
- Da li karakteristike proizvoda efikasno komuniciraju po pitanju procedura za demontažu i montažu?

Primeri specifičnih pitanja po pitanju proizvoda obuhvataju:

- Koliko se lako shvata i koliko je očigledno da je kaseta za papir štampača prazna?
- Koliko je teško da se demontira i očisti mašina za mlevenje mesa?
- Koliko vremena je potrebno da se promene baterije u daljinskom upravljaču?

10.6.4. Odgovarajuće korišćenje sredstava

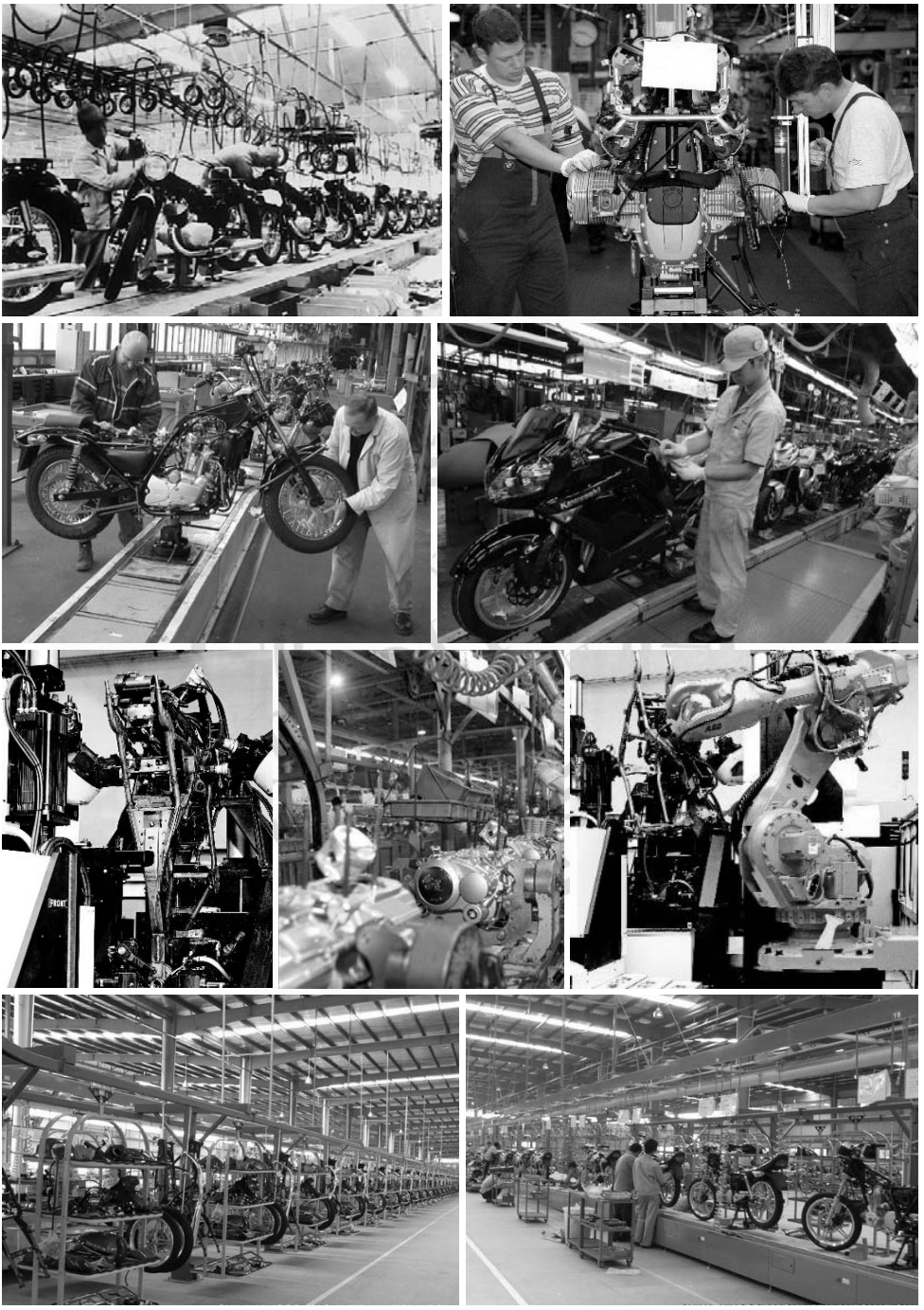
Ovo je ocena koliko dobro su sredstva upotrebljena u zadovoljavanju potreba korisnika. Resursi se, obično, odnose na novčanu jedinicu rashoda za ID i druge funkcije. Ovi faktori imaju tendenciju da se bave troškovima, kao što su troškovi proizvodnje. Loše dizajniran proizvod, jedan sa nepotrebnim funkcijama ili proizvod napravljen od egzotičnih materijala će uticati na alate i izradu, na procese proizvodnje, na procese montaže i slično. Ova kategorija pita da li su ta ulaganja dobro sprovedena.

- Koliko su iskorišćena sredstva da bi zadovoljili zahteve kupaca?
- Da li je izbor materijala odgovarajući (u smislu cene i kvaliteta)?
- Da li je proizvod predizajniran ili poddizajniran (da li ima funkcije koje su nepotrebne ili zanemarene)?
- Da li su uzeti u obzir ekološki faktori i faktori zaštite životne sredine?

10.6.5. Diferencijacija proizvoda

Ovo je ocena proizvoda po pitanju jedinstvenosti i doslednosti sa korporativnim identitetom. Ovo razlikovanje proizilazi, prvenstveno, iz izgleda.

- Da li će kupac koji vidi proizvod u prodavnici moći da ga identifikuje, na osnovu njegovog izgleda?
- Da li će biti upamćen od strane korisnika koji su ga videli u reklami?
- Da li ce ga prepoznati kada ga vide na ulici?
- Da li proizvod odgovara ili poboljšava korporativni identitet?



Slika 10.49. *Proizvodni pogoni industrije motocikala*

Glava 11

Dizajn za proizvodnju – DzP

Kompanija General Motors svaki dan proizvodi oko $3\,500$ motora $V6$ od $3,8\,\mathrm{l}$ (slika 11.1). Suočena sa tako visokim obimom proizvodnje, firma ima snažan interes da smanji troškove motora, a, istovremeno, da poboljša njegov kvalitet.



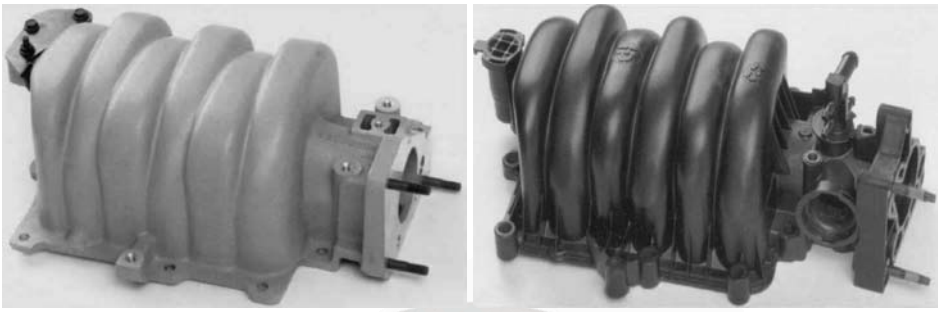
Slika 11.1. *V6 motori različitih kubikaža*

Tim je formiran da se poboljša jedan od najskupljih podsklopova motora – glavna usisna grana za vazduh. (Primarna funkcija usisne grane je da usmerava vazduh iz okoline do usisnih ventila u cilindrima.) Originalni i redizajnirani sklop usisne grane prikazani su na slici 11.2. U ovom poglavlju će biti predstavljena metoda dizajna za proizvodnju usisne grane koju koristi gore pomenuti motor, kao primer.

11.1. Određivanje DzP

Potrebe kupaca i specifikacije proizvoda su korisni za usmeravanje faze razvoja koncepta proizvoda, međutim, tokom kasnijih razvoja aktivnosti timovi, često, imaju problema sa povezivanjem potreba i specifikacija na konkretnim pitanjima dizajn, na kojima se suočavaju. Iz tog razloga, mnogi timovi praktikuju "Dizajn za X" (DzX) metodologije, gde X može da odgovara jednom od desetine kriterijuma kvaliteta kao što su pouzdanost, robusnost, opsluživanje, uticaj na životnu sredinu ili proizvodljivost. Najčešća od ovih

metodologija je dizajn za proizvodnju (DzP), što je od univerzalnog značaja, jer se direktno bavi troškovima proizvodnje.



Slika 11.2. *Glavna usisna grana – original i redizajnirani element*

Ovo poglavlje je pre svega o DzM, ali su tu i ilustracije radi, na primer, ovi opšti principi koje primenjuju metodologije za postizanje bilo kog X u DzX:

- Odluke u glavnom projektu (pri dizajnu detalja) mogu imati značajan uticaj na kvalitet proizvoda i cenu.
- Razvojni timovi se sreću sa višestrukim, i često konfliktnim, ciljevima.
- Važno je da postoje pokazatelji pomoću kojih se vrši poređenje alternativnih dizajna.
- Dramatična poboljšanja često zahtevaju značajne kreativne napore rano u procesu.
- Dobro definisana metoda pomaže u procesu donošenja odluka.

Troškovi proizvodnje su ključna determinanta privrednog uspeha proizvoda. Jednostavno rečeno, ekonomski uspeh zavisi od profita zarađenog na svakoj prodaji proizvoda i koliko jedinica proizvoda može da proda firmu. Profitna marža je razlika između prodajne cene proizvođača i troškova izrade proizvoda. Broj prodatih proizvoda i prodajne cene su, u velikoj meri određeni ukupnim kvalitetom proizvoda. Ekonomski uspešan dizajn obezbeđuje visoki kvalitet proizvoda, a smanjuje proizvodne troškove. DzP je jedna od metoda za postizanje ovog cilja; efikasan DzP praktišno dovodi do niskih troškova proizvodnje, bez žrtvovanja kvaliteta proizvoda.

11.1.1. Unakrsno funkcionalan tim za DzP

Dizajn za proizvodnju je jedna od najvažnijih integrativnih praksi koje su uključene u razvoj proizvoda. DzP koristi nekoliko tipova informacija, uključujući i

1. skice, crteže, specifikacije proizvoda, dizajn i alternative,
2. detaljno razumevanje procesa proizvodnje i montaže, i
3. procene troškova proizvodnje, obim proizvodnje, kao i pokretanje proizvodnje.

Zbog toga, DzP zahteva doprinose većine članova razvojnog tima, kao i eksternih stručnjaka. DzP se, najčešće, oslanja na ekspertize proizvodnih inženjera, osoblja u računovodsvu i osoblja u proizvodnji, pored dizajnera proizvoda. Mnoge kompanije koriste organizovane, timski bazirane radionice, da bi se olakšala integracija i razmena mišljenja, što je neophodno za DzP.

11.1.2. DzP se obavlja tokom procesa razvoja

DzP počinje u fazi razvoja koncepta, kada se funkcije proizvoda i specifikacije utvrđuju. Kada se bira koncept proizvoda, cena je skoro uvek jedan od kriterijuma na kojima je bazirana doneta odluka, iako su procene troškova u ovoj fazi veoma subjektivne i približne. Kada su završene specifikacije proizvoda, tim pravi kompromise između željenih karakteristika. Na primer, smanjenje težine može povećati troškove proizvodnje. U ovom trenutku, tim može imati približni spisak delova sa procenama troškova. Tokom faze razvoja dizajna po sistemskim nivoima, tim donosi odluke o tome kako da "razbije" proizvod na pojedinačne komponente, baziraju ci se u velikoj meri na očekivanim troškovima i implikacijama kompleksnosti proizvodnje. Tačna procene troškova konačno će postati dostupna tokom faze razvoja detalja projekta, kada se mnogo više odluka pokreće uzimajući u obzir zahteve proizvodnje.

11.1.3. Pregled procesa DzP

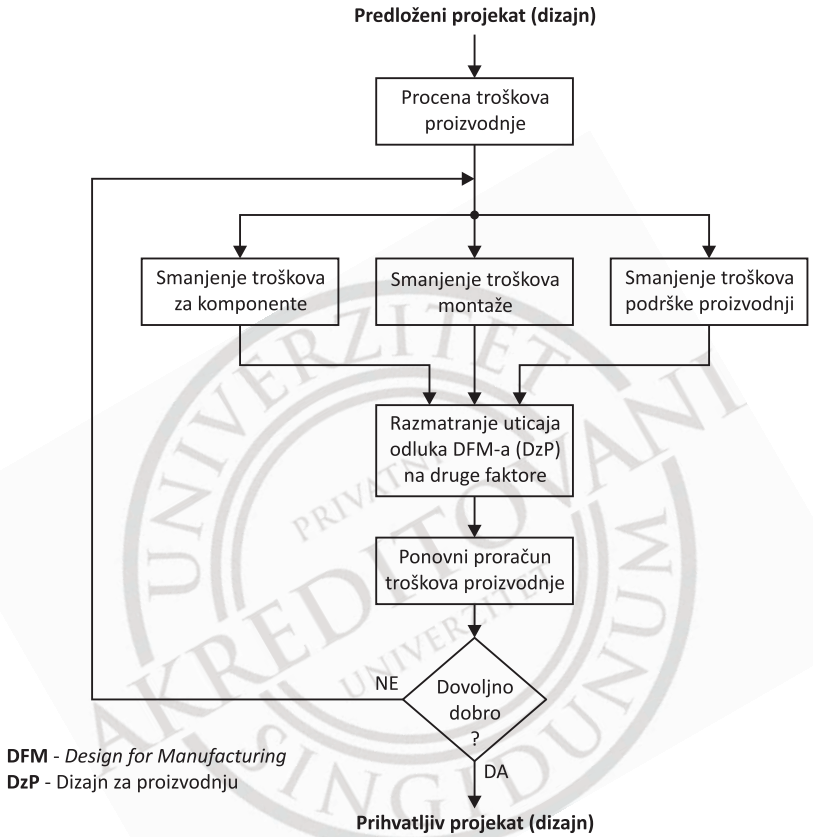
Pomenuta metoda DzP je ilustrovana na slici 11.3. Sastoji se od pet koraka, plus iteracija:

1. procena proizvodnih troškova;
2. smanjenje troškova komponenti;
3. smanjenje troškova montaže;
4. smanjenje troškova po pitanju podrške proizvodnje; i
5. razmatranje uticaj DzP na druge faktore.

Kao što je prikazano na slici 11.3, DzP metoda počinje procenom cene proizvodnje predloženog dizajna. Ovo pomaže timu da odredi, na opštem nivou, koji su aspekti dizajna najskuplji, tj. da li je reč o komponentama, montaži i podršci proizvodnji. Tim, zatim, usmerava pažnju na odgovarajuće oblasti u narednim koracima. Ovaj proces ima iterativan karakter. Nije neobično da se ponovo procenjuju proizvodni troškovi i da se poboljšava dizajn proizvoda na desetine puta, pre nego što dizajn postane dovoljno dobar. Dokle god se dizajn proizvoda popravlja, te iteracije DzP mogu, čak, da se nastavljaju sve dok probna proizvodnja ne počne. U nekom trenutku, dizajn se "zamrzava" (ili "pušta"), a svaka dalja modifikacija se smatra ili formalnom "inženjerskom promenom" ili postaje deo sledeće generacije proizvoda.

U sledećem odeljku, koristiće se originalna usisna grana motora V6 od $3\,800$ kubika, kao primer i da se objasni kako se određuju troškovi proizvodnje. Zatim, priznajući da je teško da se troškovi tačno procene (ako ne i nemoguće), biće predstavljeno nekoliko korisnih

metoda za smanjenje troškova komponenti, montaže i podrške proizvodnji. Ovde će se koristiti primeri i redizajnirane usisne grane i drugih proizvoda, kao primeri kako bi se ilustrovali ovi DzP principi.



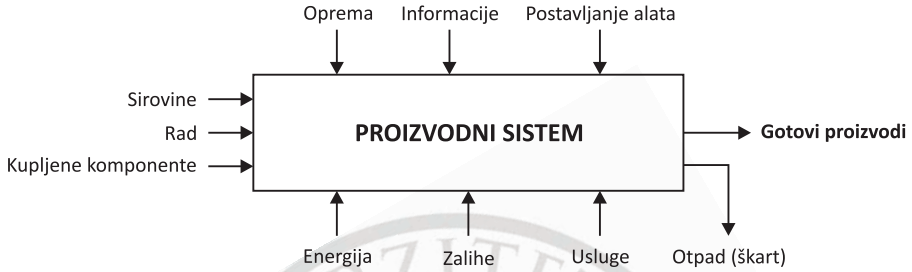
Slika 11.3. *Glavna usisna grana – original i redizajnirani element*

11.2. Procena proizvodnih troškova – I_j faza

Slika 11.4 pokazuje jednostavan model proizvodnog sistema sa odgovarajućim ulazima i izlazima. Ulazi su sirovine, kupljene komponente, rad zaposlenih, energija i opreme. Rezultati su gotovi proizvodi i otpad. Proizvodna cena je zbir svih rashoda sa ulaza sistema i odlaganja otpada, koje proizvodi sistem. Kao pokazatelj troškova proizvodnje, firme generalno koriste `jedinične proizvodne troškove`, što se računa tako što se ukupni proizvodni troškovi za neki period (obično kvartal ili godina) podele sa brojem jedinica proizvoda proizvedenih u tom periodu. Ovaj jednostavan koncept je komplikovano primeniti u praksi zbog nekoliko pitanja:

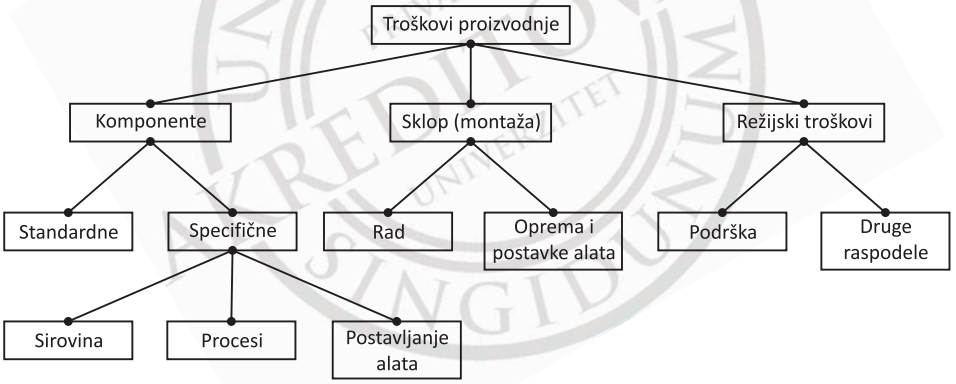
- Koje su granice proizvodnih sistema? Da li će opracije na terenu biti uključene? Šta je sa aktivnostima po pitanju razvoja proizvoda?

- Kako se "opravdava" proizvod koji koristi skupu opremu opšte namene dugi niz godina?
- Kako se troškovi raspodeljuju između više proizvodnih linija u velikim višenamenskim proizvodnim sistemima?



Slika 11.4. *Jednostavan model proizvodnog sistema sa ulazima i izlazima*

Slika 11.5 pokazuje jedan od načina kategorizacije elemenata proizvodnih troškova. Po ovoj šemi, jedinična proizvodna cena proizvoda sastoji se od troškova u tri kategorije.



Slika 11.5. *Jednostavan model proizvodnog sistema sa ulazima i izlazima*

To su sledeće kategorije:

1. Troškovi komponenti. Komponente proizvoda (nazivaju se i delovi proizvoda) mogu da sadrže `standardne delove` kupljene od dobavljača. Primeri standardnih komponenti su motori, prekidači, elektronski čipovi i šrafovi. Ostale komponente su `prilagođeni delovi`, napravljeni po dizajnu proizvođača od sirovina, kao što su čelični lim, plastične kuglice ili aluminijumske šipke. Neke komponente su prilagođene u sopstvenom pogonu proizvođača, dok druge mogu biti proizvedene od strane dobavljača u skladu sa dizajnerskim specifikacijama proizvođača.

2. Troškovi montaže. Diskretna robe je, uglavnom, sastavljena iz delova. Proces montaže skoro uvek uključuje troškove rada, a mogu da se uključuju i troškovi opreme i alata.

3. Režijski troškovi. Režijski troškovi su kategorija koja se koristi da obuhvati sve ostale troškove. Korisno bi bilo napraviti razliku između dva tipa režijskih troškova: troškovi podrške i druga indirektna sredstva. Troškovi podrške su troškovi u vezi sa materijalima za rukovanje, osiguranje kvaliteta, nabavku, isporuku, prijem, postrojenja i opreme/alate za održavanje (između ostalih). To su sistemi podrške potrebni za proizvodnju proizvoda, i ovi troškovi će u velikoj meri zavisiti od dizajna proizvoda. Indirektna sredstva su troškovi proizvodnje koji ne mogu biti direktno povezani sa određenim proizvodom, ali koji moraju da se plate kako bi se poslovalo ili kako bi se ostalo u poslu. Na primer, plata čuvara i troškovi održavanja zgrade su indirektni troškovi, jer su ove aktivnosti podeljene između nekoliko različitih proizvoda i teško da mogu direktno da se dodele određenom proizvodu. Pošto indirektni troškovi nisu posebno vezani za dizajn proizvoda, nisu relevantni za DzP, iako oni doprinose ceni proizvoda.

11.2.1. Fiksni i varijabilni troškovi

Drugi način da se podele troškovi proizvodnje je podela na fiksne troškove i varijabilne troškove. Fiksni troškovi su oni koji su nastali u unapred utvrđenom iznosu, bez obzira na to koliko je jediničnih proizvoda proizvedeno. Primer za ove troškove može da bude kupovina injekcijonog kalupa potrebnog za novu usisnu granu. Da li je proizvedeno $1\,000$ ili $1\,000\,000$ jedinica, nije bitno, jer fiksni troškovi su nastali kupovinom kalupa, i to se ne menja.

Varijabilni troškovi su oni troškovi koju su nastali u direktnoj srazmeri sa brojem proizvedenih jedinica. Na primer, cena sirovina je direktno proporcionalna broju proizvedenih usisnih grana, a samim tim i koliko V6 motora napravljeno. Rad na montaži se, ponekad, smatra varijabilnim troškovima, jer mnoge firme podešavaju operacije montaže (sklapanja) prebacivanjem radnika u druge oblasti, u veoma kratkom roku.

11.2.2. Dokument o sirovinama (materijalima)

Pošto je procena proizvodnih troškova fundamentalna za DzP, korisno je da ove informacije budu dobro organizovani. Informacioni sistem za procenu očekivanih troškova se, u osnovi, sastoji od dokumenata o sirovinama (*Bill of Materials* – BoM, a reč je o sastavnicama), koji su prošeireni informacijama o troškovima. BoM je spisak svake pojedinačne komponente u proizvodu.

Kolone sastavnice pokazuju procene troškova podeljene na fiksne i varijabilne troškove. Varijabilni troškovi mogu da obuhvate materijale, vremena mažina i rada. Fiksni troškovi se sastoje od troškova alata i drugih troškova koji se ne ponavljaju, kao što su troškovi specijalizovane opreme i jednokratni troškovi podešavanja. Vek alata se koristi za izračunavanje jediničnih fiksnih troškova (osim ako očekivani životni vek alata prevazilazi obim proizvodnje, u slučaju da se koristi manji obim proizvodnje). Za izračunavanje ukupne cene, režijski trov skovi se dodaju u skladu sa prihvaćenom računovodstvenom šemom u firmi. Treba imati na umu da su i dodatni fiksni troškovi, kao što su amortizacija kapitalne opreme koja se koristi za nekoliko proizvoda, često uključeni u režijske troškove.

11.2.3. Procena troškova standardnih komponenti

Troškovi standardnih komponenti se procenjuju bilo (1) u odnosu na svaki deo koji je bitno sličan proizvodima koje firma već pravi ili kupuje po sličnom sistemu ili (2) u odnosu na traženu cenu prodavaca ili dobavljača. TroŽkovi manjih komponenata (na primer, zavrtnjeva, opruga i podloški) obično su dobijeni iz iskustva firme sa sličnim komponentama, a troškovi glavnih komponenti su, obično, dobijeni od prodavaca.

Da bi se dobila procena cene, procena količine proizvodnje je izuzetno važna. Na primer, jedinična cena za kupovinu desetak vijaka ili podloški može biti 10 puta veća od jedinične cene koja se plaća prilikom kupovine $100\,000$ delova za V6 motor svakog meseca. Ako su predviđene količine proizvodnje dovoljno visoke, inženjer ili prodavac su, obično, spremni da rade sa razvojnim timom u cilju specificiranja navedene komponente. Za interno izmišljene standardne komponente, ako su potrebne količine visoke i ako ne mogu te kvote da ispune proizvodni kapaciteti, onda mora da se odobri upotreba dodatne opreme ili upotreba opreme eksternih dobavljača.

Neki dobavljači će dizajnirati i izraditi prilagođenu varijaciju standardne komponente, ako količine proizvodnje budu dovoljno visoke. Na primer, mali električni motori, koji služe za pogon ručnog alata, često su projektovani i izgrađeni specijalno za proizvodnu aplikaciju. Ako su količine proizvodnje dovoljno visoke (na primer, $100\,000$ godišnje u ovom slučaju), onda su ovi motori vrlo ekonomični (jedinična cena je od 1 do $5\$$, u zavisnosti od karakteristika).

11.2.4. Procena troškova specifičnih komponenti

Prilagođene (specifične) komponente predstavljaju delove posebno dizajnirane za proizvod, izrađene su od strane proizvođača ili dobavljača. Većina prilagođenih komponenti je proizvedena korišćenjem iste vrste proizvodnih procesa kao kod standardnih komponenti (na primer, brizganje, štancovanje, mašinska obrada), ali prilagođeni delovi su obično delovi posebne namene, korisni samo u proizvodima određenog proizvođača.

Kada je specifična komponenta jedan jedini deo, njena cena se procenjuje sabiranjem troškova sirovina, prerade i alata. U slučajevima kada je prilagođena (specifična) komponenta, zapravo, sklop od više delova, onda se smatra da je i to "proizvod" sam po sebi; da bi se procenila cena ovog "proizvoda" trebalo bi procenjivati cenu svake podkomponente, a zatim bi trebalo dodati troškove (cenu) montaže i režijske troškove.

Cena mašinskog livenja originalne usisne grane je procenjena kao što je prikazano na slici 11.6. Treba imati na umu da procena pokazuje da troškovima dominira cena aluminijuma. Primena kompozitnih materijala, prilikom redizajna usisne grane, će, ne samo smanjiti materijalne troškove, nego će eliminisati i mašinske i mnoge druge funkcije koje prouzrokuje telo kalupa.

11.2.5. Procena troškova montaže

Proizvodi koji se sastoje od više od jednog dela zahtevaju montažu (sklopove). Za proizvode koji se izrađuju u količinama manjim od nekoliko stotina hiljada jedinica godišnje, ova

montaža se gotovo uvek obavlja ručno. Jedan izuzetak od ove generalizacije je montaža ploča sa elektronskim kolima, koja se sada skoro uvek radi automatski, čak i pri relativno niskim obimima proizvodnje.

Varijabilni troškovi		
Materijali	5.7kg aluminijuma po ceni od 2.25$/kg	12.83$
Obrada (livenje)	150 komada/h sa cenom od 530$/h	3.53$
Obrada (mašinska)	200 komada/h sa cenom od 340$/h	1.70$
Fiksna cena		
Alati za livenje	160.000$ za seriju od 500.000 komada	0.32$
Alatne mašine i uređaji	1.800.000$ za seriju od 10.000.000 komada	0.18$
Ukupni direktni troškovi		**18.56**$
Režijski troškovi		12.09$
Ukupna jedinična cena		**30.65**$

Slika 11.6. *Očekivana cena za originalnu usisnu granu*

Troškovi ručne montaže mogu se proceniti sumiranjem procenjenog vremena svake operacije montaže i množenjem sa cenom rada. Operacije montaže zahtevaju od oko 4 sekunde do oko 60 sekundi svaki, u zavisnosti od veličine delova, težine operacije, kao i količine proizvodnje. Pri velikim količinama, radnici mogu da se specijalizuju za određeni skup operacija, a mogu da pomognu i posebne instalacije i alati. Cena radne snage pri ručnoj montaži može da bude manja od $1$$ po satu u zemljama sa niskim platama, a može da bude viŽa od $40$$ po satu u nekim industrijalizovanim zemljama. U SAD, cena rada pri ručnoj montaži je između 10 i $20$$ po satu. Svaka firma ima različite strukture cena rada, a neke industrije, kao što su automobilske i avio industrije, imaju znatno veće strukture cena.

Komponenta	Količina	Vreme rukovanja	Vreme ubacivanja	Ukupno vreme
Ventil	1	1.50	1.50	3.00
O-prsten	2	2.25	4.00	12.50
Opruga	1	2.25	6.00	8.25
Poklopac	1	1.95	6.00	7.95
Ukupno vreme (u sekundama)				**31.70**
Troškovi montaže po 45$/h				**0.40$**

Slika 11.7. *Očekivana cena za sklop ventila redizajnirane usisne grane*

Što se više razmišlja o ovim elementima, očigledno je da bi dobro došlo redizajniranje usisne grane. Na slici 11.7 prikazana je procena sklopa ventila koji se ugrađuje u redizajniranu usisnu granu.

11.3. Smanjenje troškova komponenti – $\mathrm{II_j}$ faza

Za većinu visoko projektovane diskretne robe, cena kupljene komponente će biti najvažniji element proizvodnih troškova. Ovaj deo će, ukratko, predstaviti nekoliko strategija za smanjenje tih troškova. Mnoge od ovih strategija mogu se pratiti i bez precizne procene

troškova. U ovom slučaju, ove strategije postaju dizajnerksa pravila koja vode DzP ka odlukama o smanjenju troškova.

11.3.1. Razumevanje procesa ograničenja i tekućih troškova

Neke komponente mogu da budu skupe samo zato što dizajneri nisu razumeli mogućnosti, troškove u pogonu i ograničenja u procesu proizvodnje. Često je moguće redizajnirati deo da se postigne isti učinak, uz izbegavanje skupih proizvodnih koraka, međutim, da se to uradi projektant treba da zna koje vrste operacija je teško obaviti u proizvodnji i šta pokreće njihove troškove. U nekim slučajevima, ograničenja procesa se mogu precizno saopštiti dizajneru u vidu dizajnerskih pravila.

Za neke procese, troškovi proizvodnje dela su jednostavna matematička funkcija nekih atributa dela, koji će uticati na troškove procesa. Na primer, proces zavarivanja mogao bi da ima cenu koja je direktno proporcionalna sledećim atributimaa proizvoda – broju varova i ukupnoj dužini varova koje stvara mašina.

Za procese čije sposobnosti nije lako opisati, najbolja strategija je da se blisko sarađuje sa ljudima koji duboko razumeju proizvodni proces dela. Ovi stručnjaci za proizvodnju, generalno, imaju mnogo ideja o tome kako da se redizajniraju komponente u cilju smanjenja troškova proizvodnje.

11.3.2. Redizajniranje komponenti kako bi se eliminisali određeni koraci u procesu

Pažljivo preispitivanje predloženog projekta može da dovede do predloga za redizajn, koji može dovesti do pojednostavljenja procesa proizvodnje. Smanjenje broja koraka u procesu izrade dela generalno rezultira smanjenjeme troškova, što je dobro. Neki koraci u procesu jednostavno neće biti potrebni.

Varijabilni troškovi		
Materijali (kućište)	1.4kg kompozita po ceni od 2.75$/kg	3.85$
Materijali (usisna grana)	0.3kg kompozita po ceni od 2.75$/kg	0.83$
Kalup (kućište)	80 komada/h sa cenom od 125$/h	1.56$
Kalup (usisna grana)	100 komada/h sa cenom od 110$/h	1.10$
Fiksna cena		
Alat za kalup (kućište)	350.000$ za seriju od 1.500.000 komada/po alatu	0.23$
Alat za kalup (usisna grana)	150.000$ za seriju od 1.500.000 komada/po alatu	0.10$
Ukupni direktni troškovi		**7.67$**
Režijski troškovi		5.99$
Ukupna jedinična cena		**13.66$**

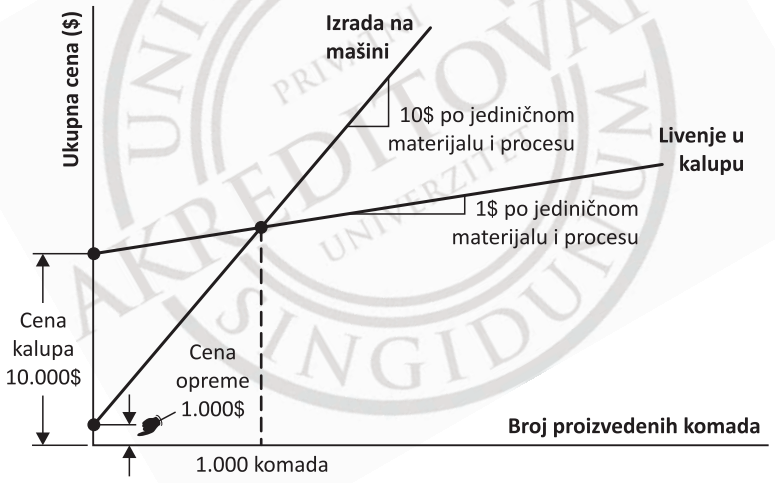
Slika 11.8. *Očekivana cena redizajnirane usisne grane*

Originalna usisna grana zahteva skupo livenje, koje prati nekoliko mašinskih operacije. Redizajnirana usisna grana je oblikovana u dvodelnom kalupu, do osnovnog oblika. Pro-

cena troškova za ova dva kalupa prikazana je na slici 11.8. (Uporediti rezultate sa rezultatima na slici 11.6).

11.3.3. Izbor određenih ekonomskih skala za delove procesa

Troškovi proizvodnje i proizvoda obično padaju kako se povećava obim proizvodnje. Ovaj fenomen dolazi iz dva osnovna razloga: (1) fiksni troškovi su podeljeni između više jedinica i (2) varijabilni troškovi postaju manji, jer firma može da opravda korišćenje većih i efikasnijih procesa i opremu. Na primer, treba razmisliti o injekcionom livenju dela od plastike. Deo može zahtevati kalup koji košta $50\,000\$$. Ako firma proizvodi $50\,000$ delova tokom životnog veka proizvoda, svaki deo će morati da preuzme $1\$$ troškova za kalup. Ako je, međutim, proizvedeno $100\,000$ delova, svaki deo će preuzeti samo $0,50\$$ troškova za kalup. Kako se obim proizvodnje povećava dalje, firma može da bude u stanju da opravda i četiri kalupa, gde se pri svakom ciklusu livenja proizvodi četiri dela, umesto jednog. Kao što je prikazano na slici 11.9, troškovi alata redizajnirane usisne grane su prilično visoki, međutim, proširenjem troškova na životni vek alata, jedinični fiksni troškovi su mali.



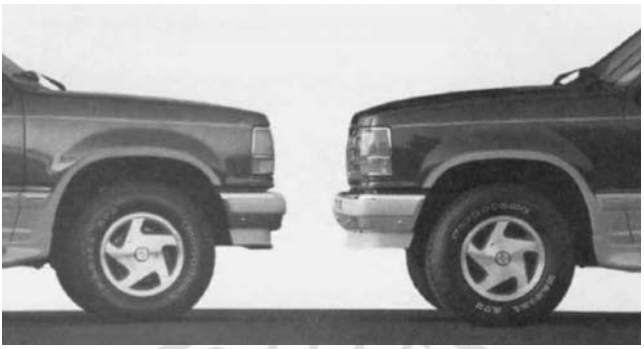
Slika 11.9. *Ukupna cena hipotetičkog dela kao funkcija broja proizvedenih delova u dva različita proizvodna procesa*

11.3.4. Standardizovanje komponenti i procesa

Princip obima ekonomije (opisan u prethodnom koraku) odnosi se i na izbor komponenti i procesa. Kako se obim proizvodnje komponenti povećava, jedinični troškovi komponente se smanjuju. Kvalitet i performanse se često povećavaju sa povećanjem količine proizvodnje, jer proizvođač komponenti može da investira u obrazovanje i usavršavanje dizajna komponente i proizvodnog procesa. Za dati očekivani obim proizvodnje, koristi su znatno veće kroz potrebu standardnih komponenti.

Komponente mogu biti standardizovane u okviru istog modela. Na primer, većina proiz-

vođača automobila koristi istu vrstu felne na desnoj i levoj strani svojih automobila, iako to izaziva "osećaj" da imaju različite orijentacije na različitim stranama (slika 11.10).



Slika 11.10. *Standardizacija felni*

11.4. Smanjenje troškova montaže – III_j faza

Dizajn za montažu (DzM) je prilično dobro uspostavljen podskup DzP, koji podrazumeva smanjenje troškova montaže. Za većinu proizvoda, montaža doprinosi relativno mali deo ukupnim troškovima. Ipak, fokusirajući se na troškove montaže, može se doći do indirektnih koristi (dobiti). Često kao posledica naglaska na DzM, ukupan broj delova, složenost proizvodnje i podrška troškovima su smanjeni zajedno sa smanjenim troškovima montaže.

11.4.1. Održavanje propisanog

Boothroyd and Dewhurst (1989) advocate maintaining an ongoing estimate of the cost of assembly. In addition to this absolute score, they propose the concept of assembly efficiency. This is measured as an index which is the ratio of the theoretical minimum assembly time to an estimate of the actual assembly time for the product. This concept is useful in developing an intuition for what drives the cost of assembly. The expression for the DFA index is

Pored održavanja procenjenih troškova montaže, postoje predlozi da se obrati pažnja i na koncept efikasnosti sklopa. Ovo se meri kao indeks koji predstavlja odnos teorijskog minimalnog vremena montaže i stvarnog vremena montaže za proizvod. Ovaj koncept je koristan u razvoju intuicije za ono što pokreće cenu montaže. Izraz za $\mathrm{DzM}_{\mathrm{indeks}}$ je

$$\mathrm{DzM}_{\mathrm{indeks}} = \frac{(\text{Teoretski minimalni broj delova}) \times (\text{3 sekunde})}{\text{Očekivano ukupno vreme montaže}}$$

Da bi se utvrdio teoretski minimalan broj delova, treba postaviti sledeća tri pitanja za svaki deo u predloženom sklopu. Samo delovi koji zadovoljavaju jedan ili više od ovih uslova, moraju da "teoretski" biti odvojeni.

1. Da li deo treba da se pokrene u odnosu na ostatak sklopa? Mala pomeranja koja se mogu postići korišćenjem usklađenosti (na primer, elastične opruge ili šarke) se ne računaju.

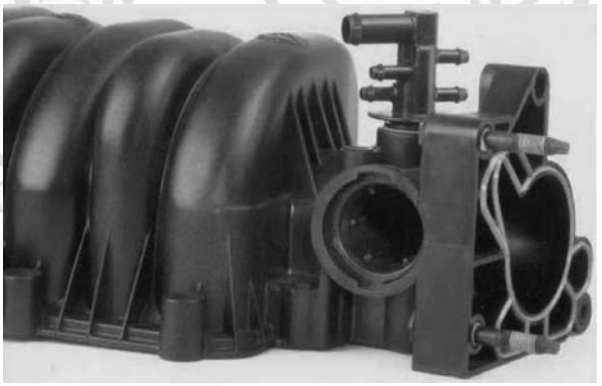
2. Mora li deo da bude izrađen od različitih materijala u odnosu na ostatak sklopa, zbog osnovnih fizičkih razloga?

3. Da li deo mora da bude odvojen od sklopa kako bi se pristupilo sklopu ili kako bi se deo zamenio ili popravio?

Član "3 sekunde" u brojiocu odražava teoretsko minimalno vreme potrebno za rukovanje i postavljanje dela na savršen položaj unutar sklopa.

11.4.2. Integrisanje delova

Ako se deo ne kvalifikuje kao jedan od onih koji su teoretski potrebni, onda je kandidat za fizičku integraciju sa jednim ili više drugih delova. Rezultujuća multifunkcionalna komponenta je često veoma složena kao rezultat integracije nekoliko različitih geometrijskih entiteta, koji bi inače bili zasebni delovi. Ipak, izliveni ili zalepljeni delovi često mogu uključiti dodatne funkcije uz male ili nikakve dodatne troškove. Slika 11.11 prikazuje ventil na kraju tela redizajnirane usisne grane.



Slika 11.11. *Integrisan ventil na kraju redizajnirane usisne grane*

Integracija dela pruža nekoliko prednosti:

- Integrisani delovi ne moraju da se sklapaju. U stvari, "sklop" geometrijskih entiteta dela se postiže procesom proizvodnje dela.

- Integrisani delovi su često jeftiniji da se naprave, nego da se izmišljaju odvojeni delovi koji su potrebni za zamene.

- Integrisani delovi omogućavaju da odnosi između kritičnih geometrijskih entiteta budu pod kontrolom procesa proizvodnje dela (na primer, livenje), a ne procesa montaže. To obično znači da ove dimenzije mogu preciznije da se kontrolišu.

Trebalo bi imati na umu, međutim, da integracija dela nije uvek mudra strategija i može biti u sukobu sa drugim pristupima po pitanju minimiziranja troškova. Na primer, sklop glavne usisne grane po starom dizajnu je bio jedan komad i zahtevao je opsežnu obradu. Razvojni tim je zamenio ovaj deo sa dva jeftinija, injekciono livena komada. Ovo je primer dezintegrisanja delova u cilju postizanja prednosti u odnosu na troškove proizvodnje kada se vrši integracija delova.

11.4.3. Maksimalno pojednostavljenje montaže

Dva proizvoda sa identičnim brojem delova mogu, ipak, da se razlikuju u zahtevima po pitanju montaže, i to u dva ili tri faktora. To je zato što je potrebno određeno vreme da se shvati situacija, da se deo orijentiše i ubaci i to vreme zavisi od geometrije dela i zadate trajektorije umetanja dela. Idealne karakteristike dela za montažu su:

- Deo se ubacuje sa vrha sklopa. Ovaj atribut dela i montaže naziva se `montaža po Z osi`. Korišćenjem montaže po Z osi za sve delove, sklop nikada ne mora da bude obrnut, gravitacija pomaže da se stabilizuju parcijalni sklopovi, a radnik koji radi na montiranju može, generalno, da vidi lokaciju sklopa.

- Deo se samousklađuje. Delovi koji zahtevaju dobro pozicioniranje u cilju dobre montaže, zahtevaju spore, precizne pokrete od strane radnika koji radi na montiranju (sklapanju). Delovi i sklopovi mogu biti dizajnirani tako da se samousklađuju, tako da fina kontrola motorike radnika nije potrebna. Najčešća osobina samousklađivanja (samoporavnavanja) se definše preko obaranja ivica i to se, na primer, implementira kao suženje na vodećem klinu ili kao proširenje na izlaznoj rupi.

- Deo ne mora da bude orijentisan. Delovi koji zahtevaju ispravnu orijentaciju, kao što je zavrtanj, zahtevaju više vremena za montažu nego delovi koji ne zahtevaju orijentaciju, kao što je lopta. U najgorem slučaju, deo mora biti pravilno orijentisan u tri dimenzije.

- Deo zahteva upotrebu samo jedne ruke za montažu. Ova osobina se odnosi pre svega na veličinu dela i napor potreban za manipulaciju deloo. Ako su sve ostale stvari jednake, delovi koji zahtevaju primenu samo jedne ruke pri montaži, troše manje vremena od delova koji zahtevaju obe ruke, što zauzvrat zahteva manje napora od delova koji zahtevaju primenu dizalice ili podizanje kako bi se montirali.

- Deo ne zahteva upotrebu alata. Operacije koje, pri montaži zahtevaju upotrebu alata, kao što su priključivanje odgovarajućih elemenata, opruga ili rascepki u obliku igle, obično zahtevaju više vremena od onih koji to ne čine.

- Deo je montiran "kroz" jedno, linearno kretanje. Guranje čipa u ležište zahteva manje vremena nego zavrtanje šrafa. Iz tog razloga, brojni pričvršćivači su komercijalno dostupni koji zahtevaju samo jedno, linearno kretanje za umetanje.

- Deo je odmah obezbeđen nakon ubacivanja. Neki delovi zahtevaju naknadno obezbeđenje operacije, kao što su zatezanje ili dodavanje drugog dela. Iako je deo

obezbeđen, sklop može da bude nestabilan, jer zahteva dodatnu pažnju, inventar ili sporije sklapanje.

11.4.4. Mogućnost montaže od strane samog korisnika (potrošača)

Klijenti mogu montiraju proizvode sami, naročito ako se, pri tome, nude i druge pogodnosti, kao što su lakša kupovina i lakše rukovanje upakovanim proizvodom. Ipak, dizajniranje proizvoda koji mogu lako i pravilno da se sastave od većine "nesposobnih" kupaca, od kojih će mnogi ignorisati uputstva, je veliki izazov, sâm za sebe.

11.5. Smanjenje troškova po pitanju podrške proizvodnji – $\mathrm{IV_j}$ faza

U radu na tome da se smanje troškovi komponenti i troškovi montaže, tim može da ostvari redukcije u zahtevima stavljenim pred funkcije za podršku proizvodnji. Na primer, smanjenje broja delova smanjuje zahteve za upravljanje zalihama. Smanjivanje sadržaja sklopa smanjuje broj radnika potrebnih za proizvodnju i, samim tim, smanjuje troškove nadzora i upravljanja ljudskim resursima. Standardizovane komponente smanjuju zahteve za podršku inženjeringa i kontrolu kvaliteta. Pored ovoga, postoje i neke direktne akcije tima koje mogu da se preduzmu, kako bi smanjili troškovi podrške proizvodnji.

Važno je zapamtiti da su procene proizvodnih cena često neosetljive na mnoge od faktora koji, u stvari, utiču na režijske troškove. Cilj dizajnerskog tima, u ovom pogledu, trebalo bi da bude smanjenje stvarnih troškova po pitanju podrške proizvodnji, čak i ako se opšti ili režijski troškovi ne menjaju.

11.5.1. Minimiziranje sistemske složenosti (kompleksnosti)

Krajnje jednostavan proizvodni sistem će koristiti jedan proces da se transformiše jedna sirovina u jedan deo, možda ekstrudiranjem plastične šipke. Nažalost, malo takvih sistema postoji. Složenost proizilazi iz različitith ulaza, izlaza i procesa transformacija. Mnogi realni proizvodni sistemi uključuju stotine dobavljača, hiljade različitih delova, stotine ljudi, desetine vrsta proizvoda, kao i desetine vrsta procesa proizvodnje. Svaka varijanta dobavljača, delova, ljudi, proizvoda i procesa doprinosi kompleksnosti sistema. Ove varijante obično moraju da se prate, da se nadziru, da se upravlja njima, da se kontrolišu da se njima manipuliše, a sve to vodi ka ogromnim troškovima preduzeća. Veći deo ove složenosti je posledica dizajna proizvoda i zbog toga, ta složenost, može biti minimizirana kroz pametne dizajnerske odluke.

Slika 11.12 prikazuje jednostavne "kartice" za ocenjivanje složenosti proizvodnje, korisne za dizajnere jer ih podsećaju kako dizajn proizvoda utiče na kompleksnost (složenost) proizvodnih sistema. Tim uspostavlja ocenu za početni dizajn i, zatim, koristi promene kao merilo uspeha u smanjenju kompleksnosti. U praksi, tim razvija ovu listu na osnovu realnosti i ograničenja proizvodnog okruženja preduzeća. Firme koje koriste obračun

troškova po aktivnostima obično znaju vrlo dobro svoje primarne pokretače složenosti, jer su to glavni elementi koji učestvuju u glavnim ili režijskim troškovima. Kao jednostavna zamena za tačan model troškova, ova kartica omogućava timu da donose odluke bez zvanične procene indirektnih troškova proizvodnje.

Stepen kompleksnosti	1. revizija	2. revizija
Broj novih delova predviđenih u proizvodnom sistemu	6	5
Broj novih dobavljača predviđenih u proizvodnom sistemu	3	2
Broj prilagođenih delova predviđenih u proizvodnom sistemu	2	3
Broj novih "velikih alata" (na primer, kalupi) predviđenih u proizvodnom sistemu	2	2
Broj novih proizvodnih procesa predviđenih u proizvodnom sistemu	0	0
Ukupno	**13**	**12**

Slika 11.12. *Kartica za ocenjivanje složenosti (kompleksnosti) proizvoda*

11.5.2. Provera grešaka

Važan aspekt DzP je da predvidi moguće načine neuspeha sistema proizvodnje i da preduzme odgovarajuće korektivne mere, rano u procesu razvoja. Ova strategija je poznat kao `provera grešaka`. Jedna vrsta nepravilnosti (kvara) nastaje iz režima koji imaju neznatno različitih delova i koji mogu lako da zbune korisnike. Primeri neznatno različitih delova su šrafovi koji se razlikuju samo u dužini navoja (na primer, $4 \times 0.70\,\mathrm{mm}$ i $4 \times 0.75\,\mathrm{mm}$ šrafovi) ili u smeru okretanja (levi i desni navoj), delovi koji su slike u ogledalu jedni drugih i delovi koji se razlikuju samo u sastavu materijala.

Preporuka je da se te suptilne razlike eliminišu ili da se male razlike posebno naglase ili obeleže. Možda je najbolje da se "problematični delovi" oboje različitim bojama, jer kodiranje pomoću boja omogućava da se svi delovi lako identifikuju i razlikuju u materijalima za rukovanje i montažu.

11.6. Uticaj DzP na druge faktore – V_j faza

Minimiziranje cene proizvodnje nije jedini cilj procesa razvoja proizvoda. Ekonomski uspeh proizvoda, takođe zavisi od kvaliteta proizvoda, blagovremenosti "lansiranja" proizvoda i troškova razvoja proizvoda. Takođe, mogu postojati situacije u kojima je napravljen kompromis po pitanju ekonomskog uspeha projekta, kako bi se povećao ekonomski uspeh celog poduhvata. U razmišljanju o odlukama DzP, ova pitanja bi trebalo eksplicitno uzeti u obzir.

11.6.1. Uticaj DzP na vreme potrebno za razvoj

Vreme potrebno za razvoja može biti dragoceno. Za projekat razvoja automobila, vreme može da vredi nekoliko stotina hiljada dolara dnevno. Iz tog razloga, odluke DzP moraju da se procene u odnosu na njihov uticaj na vreme potrebno za razvoj, kao i na njihov uticaj na proizvodne troškove. Na primer, ušteda od $1\$$ na svakoj usisnoj grani može da dovede od uštede od $1\,000\,000\$$ na godišnjem nivuo, ali je sigurno da to ne vredi odlaganje

od šest meseci u automobilskom programu, tj. ne vredi odlaganje "lansiranja" određenog motora, određenog automobila ili neke novije verzije.

Odnos između DzP i vremena potrebnog za razvoj je složen. Ovde se primećuje nekoliko aspekata odnosa. Primena nekih smernica DzM može dovesti do veoma složenih delova. Ovi delovi mogu biti toliko složeni da njihov dizajn ili nabavka alata postaju aktivnosti koji određuju trajanje ukupnog razvoja. Uštede, na osnovu odluka DzP, ne smeju i ne mogu biti vredne kašnjenja u trajanja projekta. Ovo posebno važi za proizvode koji se prave za dinamična tržišta.

11.6.2. Uticaj DzP na troškove razvoja

Cene razvoja je usko povezana sa vremenom potrebnim za razvoj. Dakle, isti oprez o odnosu između kompleksnosti dela i vremena potrebnog za razvoj i cene razvoja. Generalno gledano, timovi koji slede agresivno niske troškove proizvodnje, kao integralnog dela razvojnog procesa, čini se da su u stanju da razvijaju proizvode za približno isto vreme i sa približno istim budžetom, kao i ekipe koje to ne mogu. Deo ovog fenomena svakako proističe iz korelacija između dobre prakse upravljanja projektima i primene DzP metoda.

11.6.3. Uticaj DzP na kvalitet proizvoda

Pre nego što se nastavi sa odlukama DzP, tim treba da proceni uticaj odluke na kvalitet proizvoda. Pod idealnim uslovima, akcije za smanjenje troškova proizvodnje, takođe, bi poboljšale kvalitet proizvoda. Na primer, primena nove usisne grane može da rezultira smanjenjem troškova, smanjenjem telesne težine i poboljšanjem performansi motora. Nije neuobičajeno da napori DzP usmereni, pre svega, na smanjenje troškova proizvodnje, daju i poboljšanje rezultate servisiranja, lakog rastavljanja i recikliranja. Međutim, u nekim slučajevima akcije za smanjenje troškova proizvodnje mogu da imaju negativan uticaj na kvalitet proizvoda (kao što su pouzdanost ili robusnost), tako da je preporučljivo za ekipu da bi trebalo da imaju u vidu brojne apsekte po pitanju kvaliteta, koji su važni za proizvod.

11.6.4. Uticaj spoljnih faktora na DzP

Odluke o dizajnu mogu da imaju implikacije izvan odgovornosti jednog razvojnog tima. U ekonomskom smislu, ove posledice se mogu posmatrati kao rezultat delovanja spolja, i dve takve posledice su `ponovna upotreba komponenti` i `troškovi životnog ciklusa`.

- Ponovna upotreba komponenti. Trošenje vremena i novca za kreiranje jeftinih komponenti može biti vredno za druge timove koji projektuju slične proizvode. U principu, ova vrednost nije eksplicitno obračunata u procenama cene proizvodnje.
- Troškovi životnog ciklusa. Tokom njihovog životnog ciklusa, neki proizvodi mogu napraviti neke proizvodne ili društvene troškove koji se ne (ili retko), obračunavaju u proizvodne troškove. Na primer, proizvodi mogu sadržati toksične materije koje zahtevaju posebno rukovanje. Proizvodi, možda, moraju da se servisiraju i možda imaju troškove u garantnom roku. Iako ovi troškovi ne mogu da se pojave u analizi troškova proizvodnje, treba ih razmotriti pre donošenja odluke DzP.

11.7. Rad i programiranje numerički upravljanih mašina

Kada se "prođe" sadržaj ovog odeljka korisnici će biti u stanju da:

- razumeju principe tehnologije numeričke kontrole (NC) i definišu dijapazon mašina na koje se primenjuje;
- definišu konture različitih ruta za deo programa u NC;
- razumeju različite elemente mašina za kontrolu programa i podataka pomoću kojih mogu da interpretiraju jednostavne programe;
- opišu prirodu i strukturu APT programskog jezika i da razumeju ulogu CLDATA i postprocesiranja u delovima programiranih zadataka;
- razumeju primenu CAD/CAM sistema u stvaranju dela programa, posebno za složene površine modela;
- definišu prirodu i obim brzih tehnika za kreiranje prototipova;
- razumeju elemente robotike, i da definišu njihovu primenu u montaži i u proizvodnim jedinicama.

Predmet ovog odeljka je interfejs između CAD sistema i proizvodnih procesa koji se zaista koriste za pravljenje delova. Ovaj deo se bavi kompjuterski kontrolisanim mašinama koje se koriste u proizvodnji, i ekstrakcijom podataka iz CAD modela za svrhu kontrole ovih mašina.

Dobijanja geometrijskih informacija iz CAD modela je od posebnog značaja za proizvodnju delova direktnom obradom (uklanjanjem materijala), kao i za izradu alata za oblikovanje i modelovanje procesa, ponovo direktnom obradom. Korišćenje numeričkih informacija za kontrolu tih procesa obrade je pretežno kroz numeričku kontrolu (NC) mašina. Prvi deo ovog poglavlja će se koncentrisati na NC mašine alatke, a zatim će se opisati različiti pristupi odredbama CNC programiranja NC mašina. Na kraju će se pomenuti tehnike za direktnu proizvodnju proizvoljnih 3D oblika iz CAD modela u **brzom izradom prototipova**.

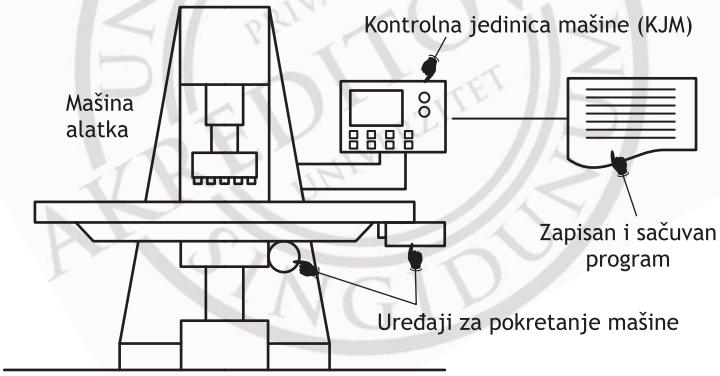
11.7.1. Osnove numeričke kontrole

U kasnim četrdesetim godina dvadesetog veka amerikanac Džon Parsons je osmislio metodu za proizvodnju glatkih oblika (kao što su šabloni za delove krila aviona) snimanjem na bušene kartice lokacija centara velikog broja rupa aproksimirajući na taj način oblik, i pohranjivanjem ovih kartica u mašine alatke kako bi se definisalo kretanje sečiva. oblik koji proističe iz mnogih rupa može biti izgrađen kao željeni profil. Američke vazduhoplovne snage (*US Air Force*) bile su dovoljno impresionirane ovom idejom, tako da je usledilo potpisivanje ugovora sa MIT-om u cilju razvoja koncepta obradnog sistema. U pomenuto vreme je počeo rad na sličnim poslovima u Velikoj Britaniji, a napredak je išao brzo na obe

strane Atlantika, tako da su numerički kontrolisana sredstva koja se koriste u proizvodnji postala prilično rutinska u periodu od sredine do kraja pedesetih godina dvadesetog veka.

U godinama koje su sledile bilo je veoma velikog razvoja, a danas numerički upravljani uređaji se koriste u svim granama industrije. Generalno gledano, glodalice se koriste za proizvodnje kalupa – od kalupa za proizvode od polimera do komponenti velikih aviona, kao što su ramenjače i oplata krila. Mašine za rezanje plamenom ili lukom od plazme mogu iseći oblike za železničke lokomotive i brodove od velikih čeličnih ploča. Laserima mogu da se isecaju male rupe na hladnjacima gasnih turbina. Elektronske komponente se ubacuju u štampane elektronske ploče pomo cu NC mašine za umetanje delova. Teško je ne reći da aspekt proizvodnje diskretnih delova nije snažno uticao na proizvodnju, čak može da se smatra da je reč o revolucionarnom doprinosu, i to su donele NC mašine. To doprinosi tvrdnji da su mnogi industrijski roboti u suštini numerički upravljani uređaji, i da je reč o proizvodnom mašinama čije kretanje određuje uskladišteni program.

Osnovne osobine numerički kontrolisane mašine su razvijane dugi niz godina. One obuhvataju **kontroler**, poznat kao **upravljačka jedinica mašine** – **UJM** ili **kontrolna jedinica mašine** – **KJM** (*Machine Control Unit* – MCU), koji je sposoban za čitanje i tumačenje **uskladištenog programa** i korišćenje uputstva u cilju kontrolisanja mašine preko **pokretačkih uređaja**. Ovaj "aranžman" je prikazan na slici 11.13.



Slika 11.13. *Uređenje alata numerički kontrolisane mašine*

Sačuvan (uskladišten) program prvobitno je (obično) zabeležen na papirne trake koje je u stanju da čita MKJ, ali danas se program normalno nalazi unutar kontrolera, i često komunicira sa kontrolerom sa udaljenog računara pomoću komunikacionih linija. Pokretački uređaji su, uglavnom, neke vrste servo sistema. Kontroler daje uputstva ovom sistemu, i prati i položaj i brzinu sistema, koristeći ove **povratne** podatke kako bi se izvršilo kompenzovanje grešaka između programske komande i odgovora sistema. Povratne informacije obično se obezbeđuju kroz senzore, kao što su pozicija ili osovina **enkodera**.

Uređenje sistema u kome se daju uputstva servo motoriima po meri odziva sistema naziva se **kontrolisanje pomoću zatvorene petlje**, a to je daleko najčešći tip NC. Jeftiniji i rano korišćeni sistemi su koristili konceptualno jednostavnije **otvorene petlje** u kojima kontroler prolazi definiše uputstva za pokretanje sistema, ali ne nadgleda odgovor.

Kod alatnih mašina noževi mogu obično da se kreću u različitim pravcima u odnosu na

radni predmet, ili obrnuto, pa normalno kontroler mora da kontroliše više od jedne ose mašine. Primeri primene mašina i broj osa su sledeći:

- kretanje po **dve ose**, obično u dva ortogonalna pravca u ravni, koja se odnose na većinu strugova (slika 11.14), kao i na udarne prese, rezače plamenom i plazmom, mašine za sečenje, na mašine za ubacivanje elektronskih komponenti i na neke bušilice;



Slika 11.14. *CNC strugovi*

- kretanje po **tri ose**, obično duš tri glavna pravca (x, y i z) Dekartovog koordinatnog sistema, i odnosi se na glodalice (slika 11.15), bušenje, mašine za šablonsko bušenje i merenje koordinata, između ostalih;



Slika 11.15. *CNC glodalice*

- kretanje po **četiri ose**, koje obično podrazumeva tri linearne ose i jednu osu rotacije, odnosno možda dva $x - y$ kretanja, kao na primer za neke dopunski opremljene strugove glavom za glodanje;
- **petoosne** mašine, koje obično uključuju tri linearne (x, y i z) ose, sa rotacijom oko dve od ovih osa – obično su to normalne x i y – i tu je, uglavnom, reč o glodalicama (slika 11.16).



Slika 11.16. *CNC petoosne glodalice*

Kod većine pomenutih mašina zastupljen je desni koordinatni sistem, a pozitivan ugao rotacije se dobija primenom pravila desne ruke.

11.7.2. Vrste kretanja mašine

Najjednostavniji tip mašinskog kretanja je poznat kao kretanje **od tačke do tačke**, i obuhvata kretanje alata između određenih mesta na kojima se odvija neka operacija. Stvarni put između ovih pozicije nije bitan. Bušilica je primer mašine gde je jedino bitna kontrola tipa od tačke do tačke.

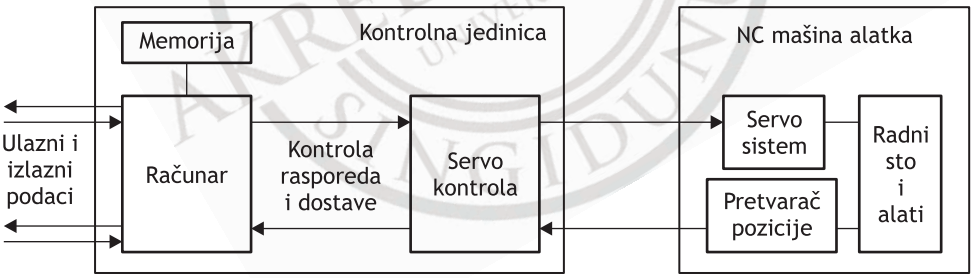
Druga vrsta kretanja je poznata kao kretanje **ravnog reza**, i kod ovih mašina rezni alat je u stanju da se kreće paralelno sa jednom jedinom osom mašine u kontrolisanim koracima. Ova vrsta kretanja je veoma restriktivna, i mnogo manje se primenjuje u odnosu na **praćenje konture** pomoću NC mašine. Kretanje koje prati konturu(e) je omogućeno primenom kretanja tačka po tačka i ravnog reza, kao i pokretima koji uključuju istovremenu preciznu kontrolu nad više od jedne ose mašine. Tipično kretanje koje prati konturu predstavlja pravolinijsko kretanje između proizvoljnih pozicija (poznato i kao **linearna interpolacija**), a lučno ili kružno kretanja, uglavnom u ravni, definisano je bilo kojim od dve ose mašine ose (poznato i kao **kružna interpolacija**). Naravno, primenom velikog broja kratkih linearnih poteza, svaka putanja može da se aproksimira. Ovaj metod se koristi za složenije krive (na primer, konusni delovi mašina ili oblici definisani splajn krivama).

Kretanje alata duž putanje kontroliše se programiranom količinom materijala koja se skida (odseca) i, obično se izražava jediničnom dužinom skinutog materijala po obrtaju vretena mašine (na primer, mm po obrtaju ili količina materijala po jedinici vremena). Prva opcija se obično koristi za strugove, a druga je tipična za glodalice.

Osim kretanja sečiva (noža) u odnosu na radni predmet, kontroler će komandovati i radom pogonskog vretena, a i funkcijama kao što su snabdevanje tečnošću za hlađenje, promenom alat (sekača ili noža), podešavanjem stega itd. Sofisticiraniji moderniji kontrolori predstavljaju vezu sa ostalom proizvodnom opremom, kao što su trake, automatski vođena vozila ili robota zaduženog za menjanje delova.

11.7.3. Kompjuterska numerička kontrola

Rani kontroleri su konstruisani korišćenjem termoelektronskih ventila i elektro-mehaničkih releja. Tokom vremena zamenjeni su diskretnim poluprovodnicima, ali do 1970. godine kontroleri su bili veoma ograničenih mogućnosti. Nisu imali mogućnosti da se skladište programi unutar upravljačke jedinice. Kontrolor je mogao da procesuira samo jednu komandu odjednom, dok je broj i obim dostupnih komandi bio veoma ograničen. Razvoj modernih kontrolera omogućila je posle 1970. godine primena računara u okviru same kontrole, takozvana **kompjuterska numerička kontrola** (CNC) i kontroleri su neminovno, u današnje vreme, ovog tipa. Oni omogućavaju lokalno skladištenje programa i uređivanje i uključivanje mnogo više sofisticiranih operacija – u smislu kontrolnih funkcija, komandi programskog jezik koji koristi kontrolor, kao i mogućnosti unosa i definisanja izlaznih objekata, i usaglašeni su sa konvencionalnim računarima. Blok dijagram za CNC sistema je prikazan na slici 11.17. Ranije CNC mašine su imale, najmanje, alfanumeričke tastature i ekrane, a sofisticiranije novije mašine imaju ekrane sa grafičkom verifikacijom putanje alata, kao što je prikazano na slici 11.18.



Slika 11.17. *Blok dijagram CNC sistema*

Direktna i distribuirana numerička kontrola

Kao što je pomenuto, tradicionalni način za čuvanje programa i njegovo prenošenje da mašine alatke je putem papirne trake. Ovo je pouzdana metoda, u prisustvu od strugotina, maziva i buke električnih mašina buku u radionici, ali papirne trake su veoma glomazne i relativno lako se oštećuju (iako metalizirane trake prevazilaze to u određenoj meri).

U nekim slučajevima magnetni mediji - posebno priložene kertridž trake i više modernih hard diskova - korišćeni su kao medijumi za skladištenje, ali željeni način je da sada program direktno komunicira sa mašinom alatkom sa drugog računara.

Postoje dva glavna načina na koji deo programa može da komunicira sa mašinom sa

udaljenog računara. **Direktna numerička kontrola**, deo programa se kroz **blokove instrukcija** saopštava mašini alatki kao što se zahteva od strane udaljenog računara. Ova tehnika se oslanja na to da je računar uvek na raspolaganju po pitanju servisiranja mašine alatke, a kod modernih CNC mašina ovakav pristup je zamenjen **distribuiranom numeričkom kontrolom**, u kojima centralni računara preuzima potpune programe za CNC mašine po potrebi. Ove mašine mogu da sačuvaju jedan ili više programe u svojim lokalnim skladištima, tako da su oni nezavisni od centralnog računara, ali distribuirani aranžman omogućava fleksibilnost u određivanju mašina za obavljanje određenog posla. U oba sistema, distribuirana i direktna numerička kontrola, akronim DNC se koristi, mada termini DNC/CNC mogu da se koriste za distribuirani NC zbog zavisnosti od CNC kontrolera. Pored mogućnosti za skladištenje i distribuciju dela programa, DNC sistemi često pružaju sve vrste podataka i na taj način poboljšavaju komunikaciju mašine sa centralnim računarom u cilju pružanja informacija o upravljanju radionicom, kao i za integrisanje mašine alatke i ostale proizvodne opreme u integrisani veći sistem – na primer, za koordinaciju CNC mašina i robota zaduženog za utovar i istovar unutar proizvodnog pogona itd. Ova integracija se "sreće" i pod nazivom **integrisana numerička kontrola – INC**.



Slika 11.18. *Grafički interfejs CNC mašine*

Za programe koji su zahtevni po pitanju kapaciteta memorije kontrolera DNC pristup je u redu, ali za veoma velike programe (na primer, za glodanje složenih površina) može biti potrebno da program "prođe" do mašine u "blokovima", i da obezbedi da mašina ne pravi pauze tokom rada, zbog prenosa podataka. DNC/CNC način rada ima prednosti u tome što CNC može, ako je neophodno, nezavisno da radi od DNC sistema.

11.7.4. Obradni centri

Pored dešavanja u po pitanju ekspanzije kontrolera mašine alatke i njihove računarske snage i obezbeđivanje spoljašnjih interfejsa, alatne mašine su nastavile da se razvijaju. Ovo je bitno u cilju proširivanja sposobnosti pojedinačnih mašina da preduzmu širok spektar operacija obrade uz minimalno vreme podešavanja i minimalne promene, ili da se omogući da što više operacija obrade može da se sprovede na istoj mašini. Dostupne mogućnosti u savremenim mašinama alatkama za ove namene su:

- Magacini alata i sistemi držača alata koji omogućavaju veliki broj alata – možda desetak na strugu ili više od 50 na glodalici – da se čuvaju i "učitavaju" na zahtev.

- Paleta sistema za učitavanje u koju se deo i prateći elementi ucitavaju i kompletan sklop paleta/deo se učitava u mašinu alatku za obradu. Dok se jedan deo mašinski obrađuje, drugi deo može da se priprema za obradu na postolju (paleti), a radni deo može da se promeni samo u slučaju da to zahteva promena palete. Veći integrisani sistemi imaju palete u kojima može biti smešteno više radnih delova, a te palete mogu da se iskoriste za transport radnih delova po proizvodnom sistemu.

- Višestruka vretena za obrade. Na primer, strug može biti obezbeđen vretenom za glodanje, tako da se operacije i struganjem i glodanjem mogu sprovesti na istoj mašini. Ovim se izbegava promena mašina za mnoge delove koji suštinski mogu da se odrade jednostavnim struganjem ili glodanjem. Druge mašine kombinuju vretena za glodanje i brušenje da bi ove dve operacije bile uključene u mašinsku obradu bez promena odgovarajućih delova i elemenata.

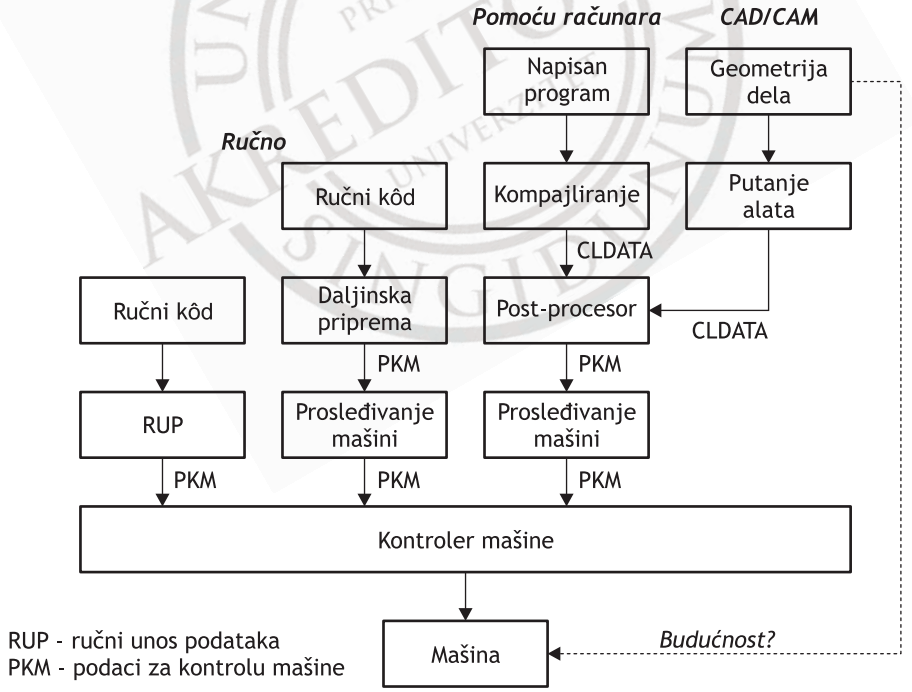
11.7.5. Priprema podataka za numeričku kontrolu

Drugo ime za sačuvani NC program je **program dela**, i proces pisanja ovakvih programa je poznat kao **programiranje dela**. Zadatak programiranja dela je da prevede predstavljenu geometriju komponente – verovatno crtež – prvo u specifikacije za rad koji se sprovodi na mašini alatki, a zatim u programske instrukcije za kontroler. Tradicionalno, to će biti urađeno tako što će programer da gleda inženjerski crtež komponenti, da na osnovu toga skicira putanje alata i da izvršava aritmetičke i trigonometrijske proračune "vezane" za program. Onda sledi kodiranje u odgovarajućoj formi pre nego što se prenese na papirne trake. Ceo proces je dugotrajan, podložan greškama i prilično dosadan.

Mnoge NC mašine se još uvek ručno programiraju, posebno gde su delovi relativno jednostavni. Programiranje kompleksnih oblika je uvek bilo teško, međutim, i od ranih dana NC bili su prisutni alternativni pristupi programiranju delova pomoću računara. Ovakav pristup je od izuzetne pomoći za određivanje pomeraja (*offset*) putanje noža za različite delove, i ima dodatnu zasluga za smanjivanja programskih grešaka. Prva od ovih metoda uključuje programske jezike za definisanje geometrije dela i kretanja noža, kako bi se usaglasila putanja noža u odnosu na radni predmet. Drugi pristup uključuje direktno "vađenje" podataka obrade (ponovo u formi putanje noža) iz CAD modela. Ove alternativne rute su prikazane, zajedno sa ručnim programiranjem dela, na slici 11.19. U svakoj računarski potpomognutoj ruti ili putanji, očigledno je da su putanje noža proizvedene u generičkom (mašinski nezavisnom) formatu, a onda se konvertuju programom pod imenom **post-procesor** u oblik pogodan za mašine alatke (ti podaci su poznati kao **podaci za kontrolu mašine** – **PKM**).

Program dela uglavnom sledi prilično dobro definisanu sintaksu (mada uz neke varijacije zbog razlike između mašina i kontrolera). Nažalost, ova sintaksa je prilično stara. Suštinski gledano, mašina prima instrukcije kao niz blokova koji sadrže skup komandi za operacije i parametre mašine, kao i podatke o dimenzijama i brzini. Svaka komanda je u vezi sa identifikacionim slovom, pa se ona, generalnom gledano, identifikuje brojem. Oni su klasifikovani kao što sledi:

- **Redni broj** (identifikator N) je jednostavni identifikacioni broj za blok, u rastućem numeričkom redosledu (ali ne nužno u kontinuiranom nizu).
- **Pripremna funkcija** (identifikator G), priprema upravljačku jedinicu mašine za datu operaciju, i obično uključuje kretanje noža.
- **Dimenzioni podaci** (identifikatori X, Y, Z, A ili B) sadrže podatke o lokacijama i rotacijama prilikom kretanja noža.
- **"Dotok" materijala** (identifikator F) se koristi da bi se odredila količina materijala koju "skida" nož prilikom kretanja.
- **Funkcija brzine** (identifikator U) se koristi da bi se odredila brzina vretena, ili da bi se podesili parametri za rad stalnom površinskom brzinom.
- **Funkcije alata** (identifikator T) se koriste da bi odredio nož koji će se koristiti, gde postoji više izbora, a takođe da navede određene pomeraje (*offsets*) noža.
- **Ostale funkcije** (identifikator P) se koriste da označe određene režime rada, obično da uključi određenu funkciju mašine (kao što je snabdevanje tešnošću za hlađenje) ili da isključi.



Slika 11.19. *Alternativne putanje za programiranje dela*

Kraj bloka je označen sa eob (*end of block – eob*). Ove funkcije se mogu dalje podeliti na **modalne** komande, što postavljaju parametre (na primer, brzine vretena) sve dok ne

budu promenjeni drugom komandom istog tipa, i **jednokratne** komande, koje rade samo u vreme kada je to određeno.

Postoji više načina predstavljanja komandi. Po konvenciji, podataci u okviru bloka se definišu u nizu:

N G XYZAB F S T M eob

i ovaj redosled je korišćen u formatima poznatim kao **fiksni sekvencijalni** i **pomereni sekvencijalni** koji se koriste da bi identifikovali određene stavke podataka. Daleko najčešći format podataka je **slovno adresiranje**, koji koristi slovni identifikator za svaku komandu u cilju identifikovanja tipova podataka koji slede. Nema potrebe da unose podaci dok to nije neophodno, a samim tim format je kompaktan.

Postoji više varijacija po pitanju formata podataka u okviru bloka, a posebno za numeričke podatke. To je zato što različite mašine obično imaju različit broj karaktera pre decimalne tačke u dimenzionalnim podacima (anglosaksonski podaci će obično imati četiri znaka posle decimalne tačke, dok metrički podaci će imati tri). Neke mašine će, takođe, omogućiti prikazivanje nula i pre i posle decimalne tačke, kao i mogućnost da decimalna tačka nestane.

Tako, na primer, iste komande mogu biti zastupljene na sasvim različite načine na različitim mašinama. Sledeće sekvence daju identična uputstva:

```
N001 G01 X45. Y75.125 Z150. F.75 S3000 eob
```

ili

```
N001 G01 X045000 Y075125 Z150000 F075 S3000 eob
```

Pripremne i druge funkcije mogu biti različite u zavisnosti od operacije do operacije koje treba programirati. Slede liste tipičnih operacija u svakoj kategoriji i njima pridruženi brojevi. Čitalac treba da ima na umu da liste nisu kompletne i da mnogi kontroleri nisu u skladu sa ovim vrednostima.

Ovo su uopštene liste i zadovoljavaju najveći mogući broj kontrolera, bar po pitanju osnovnih funkcija. Sledi lista pripremnih komandi (**G kôd**):

- G00 – pozicioniranje po sistemu tačka po tačka;
- G01 – linearna interpolacija;
- G02 – kružna interpolacija u smeru kretanja koji se poklapa sa kretanjem kazaljke na satu;
- G03 – kružna interpolacija u suprotnom smeru kretanja od kretanja kazaljke na satu;
- G04 – vreme zastanka (kontakta);
- G05 – držati ili zadržavati;
- G33 – rezanje, stalno vođenje;

- G40 – otkazivanje kompenzacije za nosni poluprečnik alata;
- G41 – leva kompenzacija nosnog radijusa (poluprečnika) alata;
- G42 – desna kompenzacija nosnog radijusa (poluprečnika) alata;
- G43 – kompenzacija dužine noža (rezača);
- G44 – odustajanje od kompenzacije dužine noža (rezača);
- G70 – dimenzije u inčima;
- G71 – metričke dimenzije;
- G90 – apsolutne dimenzije;
- G91 – porast dimenzija;
- G92 – vrednost pomeraja (*offset*).

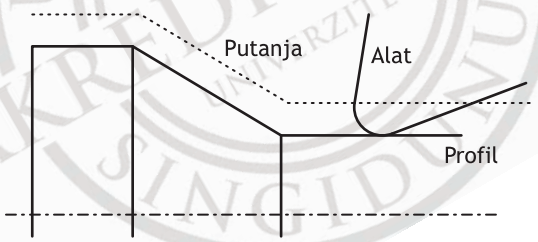
Sledi lista raznih ostalih komandi (**M kôd**):

- M00 – zaustavljanje programa;
- M01 – opciono zaustavljanje;
- M02 – kraj programa;
- M03 – vreteno počinje da se vrti u smeru kretanja kazaljke na satu;
- M04 – vreteno počinje da se vrti u smeru koji je suprotan smeru kretanja kazaljke na satu;
- M05 – zaustavljanje vretena;
- M06 – promena alata;
- M07 – aktivna rashladna tečnost u obliku magle (pare);
- M08 – aktivna rashladna tečnost u izvornom obliku;
- M09 – isključivanje rashladne tečnosti;
- M10 – uspostavljanje spoja (spona);
- M11 – "raskidanje" spoja (spone);
- M13 – vreteno se vrti u smeru kretanja kazaljke na satu, tečnost za hlađenje je uključena;
- M14 – vreteno se vrti u smeru suprotnom od kretanja kazaljke na satu, tečnost za hlađenje uključena;
- M30 – kraj trake, premotavanje.

Naići će se na objašnjenja za mnoge od termina koji se koriste u dogledno vreme, ali treba imati na umu da posebno:

- **Apsolutno** programiranje podrazumeva da su koordinate lokacije date kao apsolutne vrednosti unutar koordinatnog prostora mašine, dok **inkrementalno** programiranje implicira da svaki navedeni pomeraj predstavlja inkrementalni pomeraj iz prethodne pozicije. Uopšteno, mašine će raditi i u apsolutnom ili u inkrementalnom režimu, prema tipu povratnog pretvarača sa kojima su opremljene. Treba napomenuti i da je u apsolutnom režimu dozvoljena promena koordinatnog početka. Na primer, kod struganja, koordinatni početak može da bude na kraju obratka.

- **Kompenzacija noža** se koristi zato što većina alata – čak i za struganje – ne reže u jednoj tački, nego ima zakrivljenu oštricu. Bez kompenzacija potrebno je da programer stalno vodi računa o kretanju noža i njegovoj orijentaciji unutar radnog prostora mašine. Na primer, za struganje profila prikazanog na slici 11.20, put centra noža treba da prati isprekidanu liniju – put noža je definisan definisanjem pomeraja u funkciji od poluprečnika noža, a promena pravca zavisi od konture profila. Iako je izračunavanje ovih pomeraja relativno jednostavno, to je zamorno i predstavlja izvor grešaka. Ovo omogućava programeru da programu prosledi željeni profil, i da pokaže sa koje strane se nalazi nož. Odgovarajuća kontrola onda čini odgovarajuće proračune da bi se definisala putanja sečiva. Treba dodati da ovakav pristup ima i svoju prednost, jer poluprečnik nosa alata može da se menja bez promene programa.



Slika 11.20. *Putanja noža i kompenzacija nosnog poluprečnika alata*

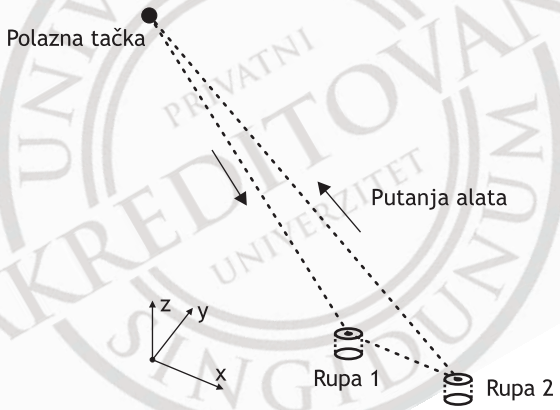
- **Konstantna brzina** obrade obuhvata podešavanje brzine vretena u cilju održavanja konstantne brzine noža u odnosu na radni predmet. Postoji, generalno, optimalna brzina rezanja za uklanjanje metala u bilo kojoj mašinskoj operaciji (u zavisnosti od tipa noža i materijala koji treba da se obrađuje). Varijacija poluprečnika nosa noža pretvara određivanje optimalne brzine u teško ostvariv posao.

Primer programa

Za kraj sledi jednostavan program za bušenje dve rupe na ploči, kao što je prikazano na slici 11.21. Sledi sintaksa programa, s tim što je svaki red programa označen rednim brojem i ispod sintakse sledi objašnjenje svakog reda, pod tim istim rednim brojevima.

```
1. N010  G90
2. N020  G71
```

```
 3. N030  G00   X0    Y0    Z300   T01   M06
 4. N040  G00   X100  Y100  Z25
 5. N050  G01   Z17   F400  S3000  M03
 6. N060  G00   Z25   M05
 7. N070  G00   X150
 8. N080  G01   Z17   F400  S3000  M03
 9. N090  G00   Z25   M05
10. N100  G00   X0    Y0    Z300   T02   M06
11. N110  G00   X100  Y100  Z25    M08
12. N120  G01   Z3    F350  S2000  M03
13. N130  G00   Z25   M05
14. N140  G00   X150
15. N150  G01   Z3    F350  S2000  M03
16. N160  G00   Z25   M05   M09
17. N170  M00
18. N180  M30
```



Slika 11.21. *Putanja alata za bušenje dve rupe na ploči*

Sledi objašnjenje sintakse, red po red:

1. Biraju se apsolutne jedinice i dimenzije.
2. Biraju se metričke jedinice.
3. Učitavanje tačke centra bušenja.
4. Dovođenje alata iznad prve rupe.
5. Bušenje prve rupe za vođenje alata.
6. Izvlačenje male burgije.
7. Dovođenje alata iznad druge rupe.
8. Bušenje druge rupe za vođenje alata.

9. Izvlačenje male burgije.
10. Nameštanje burgije prečnika $10\,\mathrm{mm}$ za bušenje.
11. Dovođenje alata iznad prve rupe.
12. Bušenje.
13. Izvlačenje burgije.
14. Dovođenje alata iznad druge rupe.
15. Bušenje.
16. Izvlačenje burgije.
17. Zaustavljanje programa.
18. Vraćanje na početak.

11.7.6. Ručno programiranje

Ručno programiranje dela podrazumeva da jedna osoba (koja radi na mašini) radi programiranje – programer dela – radi bez pomagala i određuje program direktno. Ovo je, prvobitno, često bio zamoran proces, a posebno za one delove gde je veliki broj zahteva za uklanjanje materijala, jer proračun putanja alata zahteva mnogo detaljnija trigonometrijska izračunavanja. Ovaj način je i potencijalno podložan greškama, zbog rizika da naprave greške prilikom unosa podataka. Neki problemi ručnog programiranja dela nastaju kao posledica onoga što odgovarajući proizvođač zove "pomagala za produktivnost programiranja". Ove karakteristike su uzete iz "viših" jezika i obuhvataju:

- Specijalne pripremne komande za zajedničke operacije obrade koje podrazumevaju ponavljanje poteza. Ove komande su ekvivalentne bibliotekama standardnih podprogramima ili procedurama u konvencionalnim programskim jezicima, i primenjuju se za operacije kao što su gruba rezanja tipičnih oblika, bušenja, rezanja navoja itd.
- Sekvence komandi koje je korisnik kreirao, poznatije kao **podprogrami** ili **makroi** mogu biti pozvane u više navrata u delu programa, eventualno sa promenljivim parametrima da obezbedi promenljivost numeričkih podataka u programu.

Ova druga osobina je ponekad dovoljno moćna da promenljivi parametri mogu da se koriste za definisanje dimenzija za obradu kompletne porodice jednostavnih delova.

11.7.7. Računarom podržano programiranje za izradu dela

Prvi alternativni put ručnog programiranja dela je da se koristi računarski jezik u kome se definiše geometrija dela i putanja alata, i da se pusti računarski sistem da sâm izvršava proračune pomeraja (*offset*). Iako računar oslobađa programera delova od mnogih opterećujućih zadataka programiranja, ipak je neophodno da on definiše redosled operacija, "dotok" materijala i brzine, alate za korišćenje i opšta kretanja tokom rezanja. Faze programiranja potpomognute od strane računara mogu da se rezimiraju kao što sledi:

1. Identifikovanje geometrije dela, opšta kretanja noža, parametre "vezane" za materijal, brzine i alat.

2. Kodiranje geometrija, putanja alata i opštih instrukcija za mašinu kroz dostupni programski jezik. Ovaj kôd je poznat kao **izvorni kôd**. U širokoj upotrebi za ovakve zadatke je jezik za automatsko programiranje alata – APT (*Automatically Programmed Tools – APT*) i njegovi derivati, kao što je COMPACT II.

3. Kompajliranje ili **procesuiranje** izvornog koda za proizvodnju mašinski nezavisne liste kretanja alata i informacija za pomoćna kretanja mašina, poznat kao **fajl sa podacima o lokacijama alata – CLDATA** (*Cutter Location Data File – CLDATA*).

4. **Postprocesiranje** (tako se zove jer se održava nakon faza 3) CLDATA omogućava proizvodnju datoteke za kontrolu mašine (*Machine Control Data – MCD*) za određene ciljne mašine. Format datoteke CLDATA za APT programski jezik je definisan u ISO standardima.

5. Prenošenje MCD na mašinu i testiranje.

APT jezik

Jezik za **automatsko programiranje alata** (APT) je u početku razvijen na MIT-u i na Institutu za tehnologiju u Ilinoisu krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina prošlog veka. Jezik predstavlja trodimenzionalni sistem koji može da kontroliše mašine do pet osa kretanja. Takođe je izazvao razvoj mnogo derivata i, iako ima oko 30 godina, i danas je u upotrebi.

APT jezik uključuje naredbe koje su smeštene u sledeće četiri klase:

- **geometrijske komande**, koje obuhvataju definicije onih aspekata geometrije dela relevantnih za mašinske operacije;
- **komande kretanja** koje definišu kretanje reznog alata u odnosu na geometriju dela;
- **post-procesorske komande** koje sadrše uputstva za mašinu koja su ostala nepromenjena u CLDATA fajlu i koje može da tertira post-procesor;
- **pomoćne komande** koje pružaju dodatne informacije APT procesoru dodeljujući delu naziv, tolerancije koje treba da se primene itd.

Redosled kojim se pojavljuju ove komande je važan. Sekvence normalnog programa su:

- **pomoćne komande**: da odrede naziv dela i post-procesor;
- **komande koje se "bave" geometrijom**;
- **pomoćne i post-procesorske komande**: da definišu rezni alat i tolerancije, kao i uslove obrade;
- **komande kretanja**;

- **pomoćne i post-procesorske komande**: da isključe vreteno i hlađenje, kao i da zaustave program.

Opšti oblik "geometrijske komande" je:

```
symbol = geometry_word/descriptive data
```

gde je `symbol` naziv za geometrijsk element (korišćenje do 6 znakova, počevši od slova) i ima istu ulogu kao ime promenljive unutar "višeg" programskog jezika, a `geometry_word` je **glavni naziv** geometrijskog tipa. Ovi elementi obuhvataju, između ostalog, tačke, linije, ravni, kružnice, kupe, lopte, obrtne površine i razvučene valjke. Simbol pod nazivom `descriptive data` sadrži numeričke podatke potrebne za definisanje entiteta, referenci ka imenima drugih entiteta korišćenih u svojoj definiciji, kvalifikacija **manje bitnih reči** koje ukazuju na vrstu geometrijske definiciju koja se koristi (na primer, INTOF ukazuje na to da presek entiteta treba da se koristi). Sledi primer gde sledeća sintaksa

```
CIR = CIRCLE/CENTER, PT, TANTO, LN
```

definiše kružnicu, CIR, koju tangira linija LN i sa centrom u tački PT.

Kada se jednom definiše geometrija dela, onda APT programer može odrediti kako će rezni alat da se kreće, ili u apsolutnom ili u inkrementalnom smislu, pomoću komande GOTO/(apsolutna pozicija) ili GODLTA/(inkrementalni pomeraj) respektivno, ili odnosu na deo. Poslednje se postiže definisanjem putanje alata u odnosu na geometrijske entitete duž putanje ograničene drugim entitetima, koristeći reči za kretanje kao što su GOFWD (napred), GOBACK (nazad), GORGT (idi desno) itd.

Post-procesorske komande kontrolišu rad vretena, napajanje i druge karakteristike mašine alatke. Neke uobičajene post-procesorske komande su (gde / ukazuje na to da je potrebno dodati opisne podatke):

- COOLNT/ za kontrolisanje hlađenja – na primer, ON ili OFF;
- RAPID da izabere brzo kretanje reznog alata;
- SPINDL/ da uključi ili isključi vreteno (ON/OFF), brzinu i smer rotacije;
- FEDRAT/ da odabere brzinu dotura;
- TURRET/ da odabere broj reznog alata.

Pomoćne komande se koriste za pružanje informacija koje zahteva APT procesor u obradi izvora. Ovo uključuje na primer, ime dela koji se obrađuje i detalje potrebne za izračunavanja pomeraja, uključujući veličinu alata i tačnost aproksimacije kada se iscrtava kriva linija odgovarajućim brojem pravolinijskih segmeneta.

APT, takođe. uključuje mogućnosti za aritmetičke manipulacije (koristeći istu notaciju kao programski jezik FORTRAN) kao i za petlje, i mogućnosti primene podprograma poznatih pod nazivom **makro**. Ovo omogućava programeru da operacije koje se ponavljaju kreira kao jednu grupu komandi i može ovu grupu komandi da poziva više puta u okviru programa. On, takođe, omogućava da simbolični parametri (promenljive) mogu da

se koriste umesto stvarnih vrednosti. U trenutku kada makro pozove ove simbole njima se dodeljuju stvarne vrednosti koje će se dalje koristiti. Na primer, treba pretpostaviti da je potrebno izbušiti niz rupa. Pretpostavlja se i da su dubina bušenja (DPTH), brzina vretena (SPED), brzina "odvođenja" materijala (DRFR) i klirens bušilice iznad dela (CLRNC) promenljive. Makro pod nazivom DRILL može da se definiše na sledeći način:

```
DRILL = MACRO/DFTH, SPED, DRFR, CLRNC
        DX1 = CLRNC*0.9
        DX2 = DPTH + CLRNC - DX1
        RAPID
        GODLTA/0, 0, -DX1
        SPINDL/SPED, CLW
        FEDRAT/DRFR, MMPM
        GODLTA/0, 0, -DX2
        GODLTA/0, 0, DX2
        RAPID
        GODLTA/0, 0, DX1
        SPINDL/OFF
        TERMAC
```

Svaki put kada je potrebna operacija bušenja, programer umeće u program:

```
CALL/DRILL, DPTH = depth, SPED = spindle speed, DRFR = feedrate,
        CLRNC = clearance
```

zamenjujući na taj način nekoliko komandi koje će biti potrebne. Primer za tipične vrednosti može biti:

```
CALL/DRILL, DPTH = 100, SPED = 2000, DRFR = 150, CLRNC = 20
```

Iako je ovde iskorišćen primer makora za bušenje, u mnogim APT sistemima je moguće koristiti ovu karakteristiku kako bi se obezbedila **ciklična** primena. Ova funkcija se koristi za standardne operacije. Komande cilusa ili ciklične komande su post-procesorske komande, koje prolaze direktno do post-procesora u cilju konverzije u odgovarajuće komande mašine. Na primer, ciklus bušenja može biti:

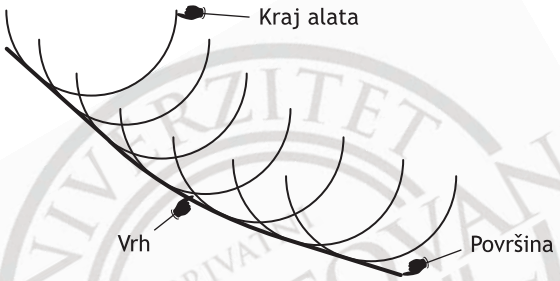
```
CYCLE/DRILL, R, point, F, depth, IPM, feedrate
```

gde manje važna reč DRILL određuje tip ciklus, i ostale manje bitne reči R, F i IPM ukazuju na tačku prekida brzog pristupa, brzine radnog dela i odvođenja materijala, respektivno.

11.7.8. Izrada iz 3D modela

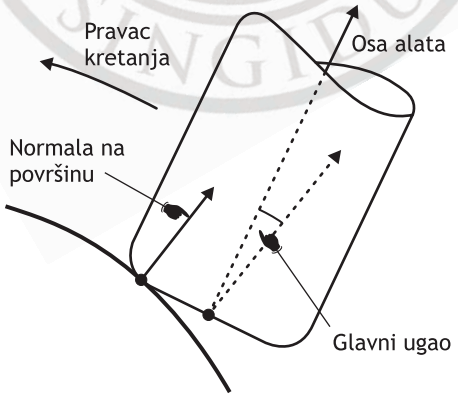
Suštinski problem pri obradi površina mogu biti dvostruko zakrivljene površine, uz velika odstupanja u zakrivljenosti. Softver mora da sadrži različite strategije za različite vrste površina, i mora da obezbedi da u procesu obrade rezni alat ne dolazi u interferenciju sa delovima koji se obrađuju, osim one koje ima za cilj da smanji.

Tokom glodanja površine dve glavne kategorije: mašine sa tri i pet osa. U radu sa starijim mašinama rezni alat je uvek bio sa fiksnim uglom u odnosu na obradak – normalno usklađen sa z osom – i rezni alati sa zaobljenom glavom se uglavnom koriste za konkavne površine. Ovo omogućava korišćenje relativno jeftinih mašina, softvera i kontrola, ali ima manu u obliku vrhova koji ostaju između prolaza alata, kao što je prikazano na slici 11.22. Očigledno je da postoji veza između veličine vrha i broj upotrebljenih putanja za rezni alat (programi su često u stanju da odrede broj putanja za datu visinu vrha ili obrnuto). U aktuelnoj praksi, današnje mašine imaju memorije velikog kapaciteta i dozvoljavaju primenu izuzetno malih koraka između susednih putanja (staza), a samim tim i ostaje materijal sa malim vrhom, ali bez obzira na sve još uvek je potrebno ručno dorađivanje.



Slika 11.22. *Vrhovi koji se pojavljuju između prolaza reznog alata*

U radu sa petoosnom mašinom osa reznog alata varira tako da odgovara orijentaciji površine. U principu rezni alat bi mogao biti usklađen sa normalom na površinu, ali u praksi je čest slučaj da se rezni deo ne nalazi na dnu alata, nego sa strane kao što je prikazano na slici 11.23.

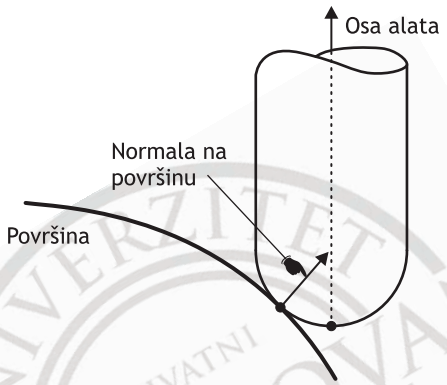


Slika 11.23. *Nagib glave reznog alata kod petoosne mašine*

Na ovaj način se obezbeđuje veća efikasnost reznog alata kada radi sa najvećim mogućim poluprečnikom glave. Takođe je normalno da petoosne mašine upotrebljavaju rezne alata sa pravougaonim (četvrtastim) glavama, koje praktično eliminišu proizvodnju vrha, ali ovi rezni alatu su primenljivi jedino na konveksnim površinama.

Određivanje lokacija sečenja

U radu sa troosnim ili petoosnim glodalicama, jedan od problema je i definisanje lokacije alata, jer treba odrediti gde alat dodiruje površinu i treba voditi računa o tome da centar alata prati putanju. Ovo je najlakše definisati za rezni alat sa zaobljenom glavom, gde je centar glave udaljen udaljen za vrednost poluprečnika u pravcu normale na površinu od tačke dodira (slika 11.24).



Slika 11.24. *Lokacija dodirne tačke reznog alata sa zaobljenom glavom*

Ova normala površine može se izračunati kao vektorski proizvod parcijalnih razlika u dva parametarska pravca:

$$\vec{n} = \frac{\partial \vec{p}}{\partial u} \times \frac{\partial \vec{p}}{\partial v}$$

Redosled koraka za generisanje putanje na troosnoj glodalici sa reznim alatom koji ima zaobljenu glavu bi mogao da bude:

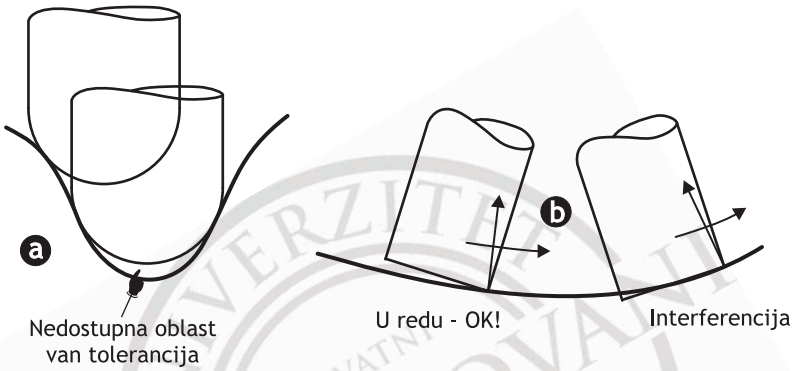
- Za svaku vrednost parametra v (uvećan jednakim koracima koji su izabrani da daju potrebnu visinu vrha), treba obezbediti priraštaj u parametra u jednakim koracima (izabranim da daju potrebne tolerancije), i za svaki priraštaj trebalo bi:
  - izračunavati poziciju, $\vec{p}$, na površini sa datim vrednostima u i v;
  - izračunavati normalu površine normalne $\vec{n}$ u $\vec{p}$;
  - izračunavati pomeraj centra nosa reznog alata za vrednost poluprečnika r, duž $\vec{n}$ od $\vec{p}$.

Isti osnovni principi, iako sa dosta više algebarske i računarske složenosti, mogu se primeniti na petoosnoj glodalici, mada se u tom slučaju osa reznog alata (sečiva) usklađuje sa normalom na površinu, ili je malo nagnuta, kao što je prikazano na slici 11.23.

Detekcija glodala

Kada se obrađuje konkavna površina, poluprečnik završnog dela reznog alata bi, u idealnim slučajevima, bi treba da bude manji ili jedank najmanjem poluprečniku (radijusu) na delu,

tako da je moguće obraditi sve površine. Međutim, to nije uvek moguće i u takvim slučajevima postoji rizik da rezni alat ne može da dopre do određenih mesta ili da dođe do interferencije sa površinom. To, takođe, može da se javi i kod petoosnim glodalica kada rezni alat ne može da dopre do svih površina zahvaljujući svojoj orijentaciji. Kod petoosnih glodalica izbor glodala je komplikovaniji, jer mora da se uzme u obzir cela geometrija reznog alata, posebno ako se mašinki obrađuju konkavne površine. Primeri potencijalnih uslova za glodala prikazani su na slici 11.25.



Slika 11.25. *Primeri potencijalnih uslova za glodala*

11.7.9. Generisanje putanje alata iz solida (krutog modela)

Dugi niz godina, glavna aktivnost CAM-a je obrada površina i profila omeđenih krivama. Softverski CAM sistemi zahtevaju i značajnu stručnost korisnik u obradi dela - sistem će generisati putanje alata potrebne za izradu mašinskog dela, ali ukupan redosled operacija i uslovi rezanja, brzine i odvođenje strugotina su odgovornost korisnika programa. Evolucija mogućnosti CAM-a se značajno menja u oba pravca, posebno kroz sledeći razvoj:

- Automatsko određivanje z **slojeva** prilikom obrade čvrstog modela, u kojoj se putanja alata za obradu generiše po slojevima na određenim visinima (dubinama), a onda se upotrebom određenih algoritama definiše zazor materijala na svakoj dubini.
- Generisanje putanje alata u kontekstu **okruženja obradnog centra**. Generisanje putanje alata ne vodi samo računa o "sudarima" između alata i obratka, i neusaglašenosti radnog dela i alata, nego vodi računa i o interakciji između alata i radnog dela, o međuproizvodima, o sponama i stezaljkama, kao i o rasporedu samih mašina alatki.
- **Osenčen prikaz** i okruženja mašine alatke i mašinskih operacija. Provera putanja alata je veoma olakšano generisanjem osenčenih prikaza svih elemenata, kao i dinamičnog prikazivanja stanja dela u svakoj fazi procesa obrade, kako bi se pokazao efekat uklanjanja materijala.
- **Obrade zasnovana na alatu**, u kojima opis radnog dela, pomoću kolekcije alata, može da se koristi za pozivanje sekvenci za izradu prototipa uz primenu pojedinih alata, uz izbor parametara obrade direktno iz podataka o alatima ili alatu.

- Inkorporiranje **mašinskih pravila** kako bi softver mogao da napravi inteligentne odluke o dubini rezanja, brzini i otklanjanju materijala u skladu sa geometrijom, materijalom alata i obratka.
- **Biblioteke alata i pribora**, koje mogu biti kombinovane sa alatom i ostalim komponentama, na osnovu pravila obrade.
- **Pridružene obrade**, u kojima mašinske operacije moraju biti povezane sa geometrijom obratka i drugim parametrima koji utiču na promene atrubuta dela, kako bi mogao da se uradi automatski proračun putanje alata. Na primer, promena materijala obratka može da izazove promenu dubine glodanja, ili promena u geometriji bi mogla da izazove brzu reviziju putanje alata.



Slika 11.26. *Primeri solida (krutih tela)*

Glava 12

Izrada prototipa

`iRobot PackBot` linija taktičkih mobilnih robota je dizajnirana od strane korporacije `iRobot` da pomogne u sprovođenju zakona i da pomogne vojnim licima za obavljanje poslova u opasnom okruženju. Na primer, `PackBot` roboti su korišćeni u potrazi za preživelima u ruševinama Svetskog trgovinskog centra u septembru 2001. Oni su pomogli u vojnim operacijama širom sveta i koriste se od strane policije za pronalaženje i uklanjanje bombe. Mobilna šasija robota prihvata širok spektar tovara, uključujući i robotsku ruku koja može biti opremljena sa hvataljkama, video kamerom, reflektorom, akustičnim senzorima, hemijskim detektorima, detektorima radijacije ili specijalizovanom opremom koja je potrebna za neutralisanje bombi. Slika 12.1 prikazuje specifičnu konfiguraciju ovog robota. Slika 12.2 prikazuje mogućnosti robota u operativnoj upotrebi.

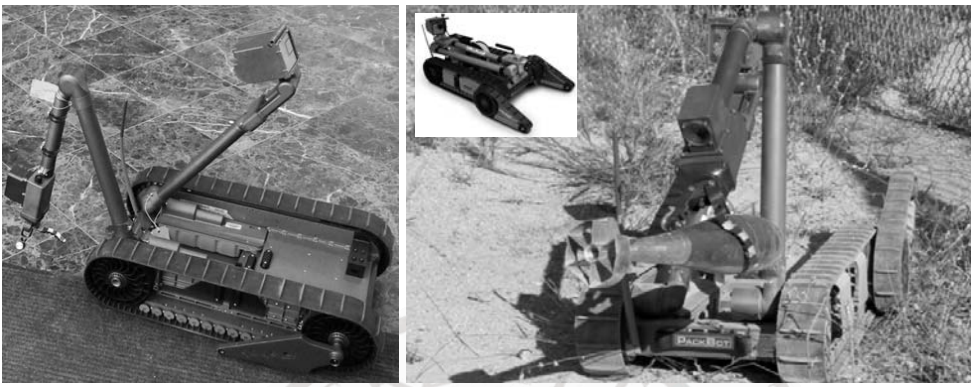


Slika 12.1. *Mobilni robot*

`PackBot` robota mogu da nose vojne trupe, može da bude bačen kroz prozor ili može da bude ispušten iz vatrogasnog vozila u širok spektar izazovnih i nepredvidivih situacija. U razvoju ovog robota, razvojni tim proizvoda je koristio razne oblike prototipova tokom procesa razvoja proizvoda. Prototipovi ne samo da su pomogli u brzom razvoju uspešnog proizvoda, nego su pomogli i u obezbeđivanju pouzdanosti `PackBot` robota na terenu.

Ovo poglavlje definiše `prototip`, objašnjava zašto se prototipovi prave, a onda predstavlja nekoliko praktičnih principa po pitanju prototipova. Poglavlje, takođe, opisuje metodu za

planiranje prototipa pre nego što se izgrade. PackBot robot se koristi kao ilustrativan primer kroz celokupno poglavlje.



Slika 12.2. *Mobilni robot na terenu*

12.1. Razumevanje prototipova

Iako rečnici definišu prototip kao imenicu, samo u praksi razvoja proizvoda ova reč se koristi kao imenica, glagol i pridev. U ovom slučaju, prototip se definiše kao "aproksimacija proizvoda duž jedne ili više dimenzija od interesa". Prema ovoj definiciji, bilo koji entitet izlaže bar jedan aspekt proizvoda koji je od interesa za razvojni tim, može se posmatrati kao prototip. Ova definicija odstupa od standardne upotrebe po tome što uključuje različite oblike prototipova kao skice koncepta, matematičke modele, simulacije, testiranje komponenti i potpuno funkcionalne probne verzije proizvoda. Prototip je proces razvoja kao aproksimacija proizvoda.

12.1.1. Vrste prototipova

Prototip može biti korisno klasifikovan u dva pravca. Prvi pravac je određivanje odnosa između fizičkog i analitičkog pristupa isgradnji prototipa. Fizički prototipovi su opipljivi predmeti napravljeni da budu približni proizvodu. Aspekti proizvoda od interesa za razvojni tim su zapravo ugrađeni elementi za testiranje i eksperimentisanje. Primeri uključuju fizičke prototipove modela koji izgledaju kao proizvod, prototipove koji se tretiraju kao dokaz-o-konceptu i koji se koriste za brzo testiranje ideja i eksperimentalne hardver koji se koristi za potvrdu funkcionalnosti proizvoda. Analitički prototipovi predstavljaju neopipljive proizvode, obično kroz matematičke ili vizuelne prikaze. Zanimljivi aspekti proizvoda se analiziraju, a ne grade. Primeri analitičkih prototipova su kompjuterske simulacije, sistemi jednačina kodirani unutar tabele i kompjuterski modeli trodimenzionalne geometrije.

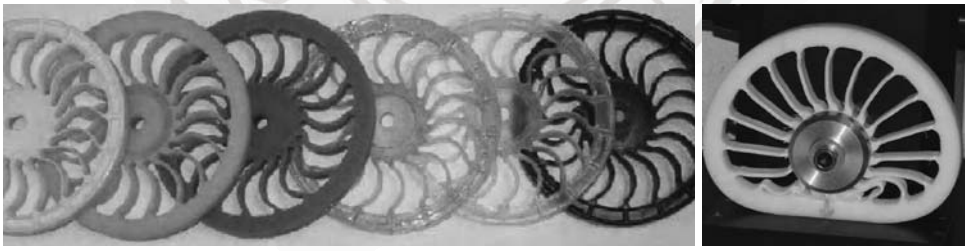
Drugi pravac predstavlja odnos između sveobuhvatnosti i fokusiranosti prototipa. Sveobuhvatni prototipovi implementiraju većinu, ako ne i sve, od atributa proizvoda. Sveobuhvatan prototip odgovara svakodnevnom korišćenju reči prototip, zato što je to potpuno operativna verzija proizvoda. Primer sveobuhvatnog prototipa se daje korisnicima u cilju

identifikacije preostalih nedostataka dizajna, pre nego što se krene u proizvodnju. Za razliku od sveobuhvatnog prototipa, fokusirani (usmereni) prototip implementira jedan ili nekoliko, od atributa proizvoda. Primeri fokusiranih prototipova uključuju modele od pene za istraživanje oblika proizvoda i ručno napravljene ploče kako bi se ispitale elektronske performanse dizajniranog proizvoda. Uobičajena praksa je da se koriste dva ili više fokusiranih prototipova zajedno da bi se ispitale ukupne performanse proizvoda. Jedan od ovih prototipa je često "izgleda-kao" prototip, a drugi je "radi-kao" prototip. Izgradnjom dva odvojena fokusirana prototipa, tim može biti u stanju da odgovori na postavljena pitanja mnogo ranije nego što bi to mogao da je stvorio jedan integrisani, sveobuhvatni prototip.

12.1.2. Čemu služe prototipovi?

U okviru projekta razvoja proizvoda, prototipovi se koriste u četiri svrhe – za učenje, komunikaciju, integraciju i prekretnice.

Učenje. Prototipovi se često koriste da odgovore na dve vrste pitanja: "Hoće li raditi?" i "Koliko zadovoljava potrebe kupca?" Kada se koriste da odgovore na takva pitanja, prototipovi služe kao alat za učenje. U razvoju točkova za `PackBot` robot, tim je izgradio fokusirane-fizičke prototipove za spiralne geometrije točkova. Točkovi su montirani na ponderisanu platformu i bacani su sa različitih visina kako bi se testirale osobine po pitanju apsorpcije udara i snage točkova. Slika 12.3 prikazuje nekoliko prototipova točka i rezultat jednog udarnog testa. Takođe, u razvoju dizajna točka, matematički modeli žica su analizirani kako bi se procenila krutost i snaga točkova. Ovo je primer fokusiranog-analitičkog prototipa koji se koristi kao alat za učenje.

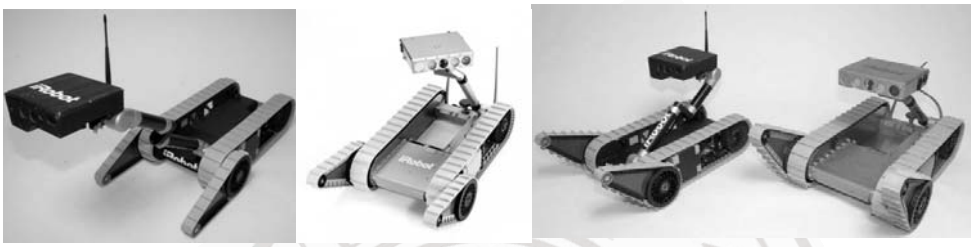


Slika 12.3. *Prototipovi točka robota i rezultat udarnog testa*

Komunikacija. Prototipovi obogaćuju komunikaciju sa top menadžmentom, prodavcima, partnerima, članovima proširenog tima, kupcima i investitorima. Ovo se posebno odnosi na fizičke prototipove: vizuelne, taktilne, trodimenzionalne prikaze proizvoda je mnogo lakše razumeti nego verbalni opis ili čak skicu proizvoda. Kada su se razvijale nove mogućnosti po pitanju nosivosti robota, komunikacija između inženjera, menadžera, dobavljača i klijenata je poboljšana kroz upotrebu "pogledati i osetiti" prototipa. Novi korisnici često ne mogu da procene male veličine "zone sloma" u koju nosivost robota mora da stane, ali fizički model jasno ilustruje ova prostorna ograničenja.

Integracije. Prototipovi se koriste kako bi se obezbedilo da komponente i podsistemi

proizvoda rada zajedno kao što se očekuje. Sveobuhvatni fizički prototipovi su najefikasniji kao alat integracija u projektima razvoja proizvoda, jer oni zahtevaju montažu i fizičku povezanost svih delova i podsklopova koji čine proizvod. Pri tome, prototip insistira na koordinaciji između različitih članova tima za razvoj proizvoda. Ako kombinacija bilo koje od komponenti proizvoda ometa ukupnu funkciju proizvoda, problem može da bude otkriven kroz fizičku integraciju u sveobuhvatan prototip. Uobičajeni nazivi za ove sveobuhvatne fizičke prototipove su `alfa`, `beta` ili `predproizvodni prototipovi`. Dva takva prototipa robota prikazana su na slici 12.4.



Slika 12.4. *Alfa i beta prototipovi robota*

Prototipovi, takođe, pomažu integraciju perspektiva različitih funkcija zastupljenih od strane tima za razvoj proizvoda. Jednostavan fizički model oblika proizvoda može da se koristi kao medijum kroz koji se marketing, dizajn i proizvodne funkcije dogovoraju o osnovnim dizajnerskim odlukama.

Prekretnice. Posebno u kasnijim fazama razvoja proizvoda, prototipovi se koriste da pokažu da je proizvod postigao željeni nivo funkcionalnosti. Prekretnice prototipova pružaju opipljive ciljeve, pokazuju napredak i služe da sprovedu plan. Više rukovodstvo (a ponekad i kupac) često zahteva prototip koji pokazuje određene funkcije, pre nego što se projekat nastavi. Prekretnica za razvoj `PackBot` robota bilo je testiranje sprovedeno od strane vojske, tokom koga je prototip robota izbačen iz vozila u pokretu i kontrolisan od strane vojnika sa minimalnom obukom u nepoznatom okruženju.

	Učenje	Komunikacija	Integracija	Prekretnica
Fokusirano na analitički prototip	DA	NE	NE	NE
Fokusirano na fizički prototip	DA	DA	NE	NE
Sveobuhvatno fizički prototip	DA	DA	DA	DA

Slika 12.5. *Prikladnost različitih prototipova za različite namene*

Iako se sve vrste prototipova koriste za sve četiri ove svrhe, neke vrste prototipova su prikladnije od drugih za neke svrhe. Rezime relativne prikladnosti različitih prototipova za različite namene prikazan je na slici 12.5.

12.2. Principi izrade prototipa

Nekoliko principa je korisno u sprovođenju odluka o prototipovima tokom razvoja proizvoda. Ovi principi "obaveštavaju" odluke o tome koju vrstu prototipa treba izgraditi i o tome kako inkorporirati prototipove u plan razvoja projekta.

12.2.1. Analitički prototipovi su fleksibilniji od fizičkih prototipova

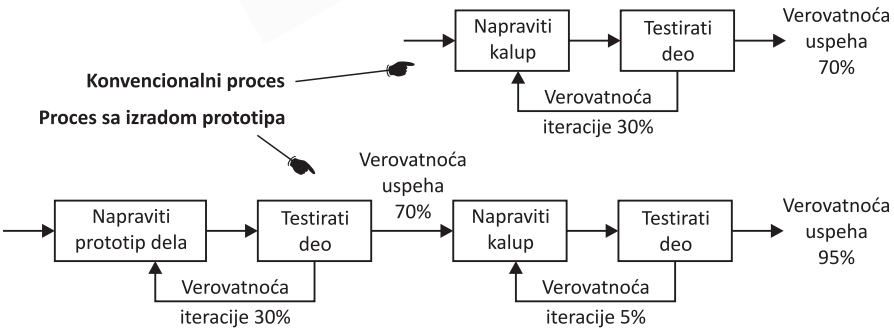
Pošto je analitički prototip matematička aproksimacija proizvoda, uglavnom će sadržati parametre koji mogu da se prilagode kako bi se predstavili nizovi alternativnih dizajna. U većini slučajeva, promena parametra u analitičkom prototipu je lakše nego menjanje atributa fizičkog prototipa. Većinom, analitički prototip ne samo da je lakše promeniti nego fizički prototip, već omogućava veće promene nego što bi to bilo moguće u fizičkom prototipu. Iz tog razloga, analitički prototip često prethodi fizičkom prototipu. Analitički prototip se koristi za uzak opseg mogućih parametara, a zatim se fizički prototip koristi za fino podešavanje ili potvrđivanje dizajna.

12.2.2. Fizički prototipovi su neophodni za otkrivanje nepredviđenih pojava

Fizički prototip često ispoljava nepredvidive pojave potpuno nepovezane sa originalnim ciljem prototipa. Jedan od razloga za ova iznenađenja je da svi zakoni fizike rade kada tim eksperimentiše sa fizičkim prototipovima. Kod fizičkih prototipova koji imaju za cilj da istraže čisto geometrijske probleme, pojavi]' ce se, takođe, i termalne i optičke osobine. Neke od incidentnih osobina fizičkih prototipova su irelevantne do finalnog proizvoda i deluju kao neprijatnosti tokom testiranja. Međutim, neke incidentne osobine fizičkih prototipova će se manifestovati u finalnom proizvodu. U ovim slučajevima, fizički prototip može da posluži kao sredstvo za detekciju nepredvidivih štetnih pojava koje se mogu pojaviti u finalnom proizvodu. Analitički prototipovi, nasuprot tome, nikada ne mogu da otkriju pojave koje nisu deo osnovnog analitičkog modela na kome se zasniva prototip. Iz tog razloga, bar jedan fizički prototip se gotovo uvek gradi tokom rada na razvoju proizvoda.

12.2.3. Prototip može da smanji rizik od skupog ponavljanja

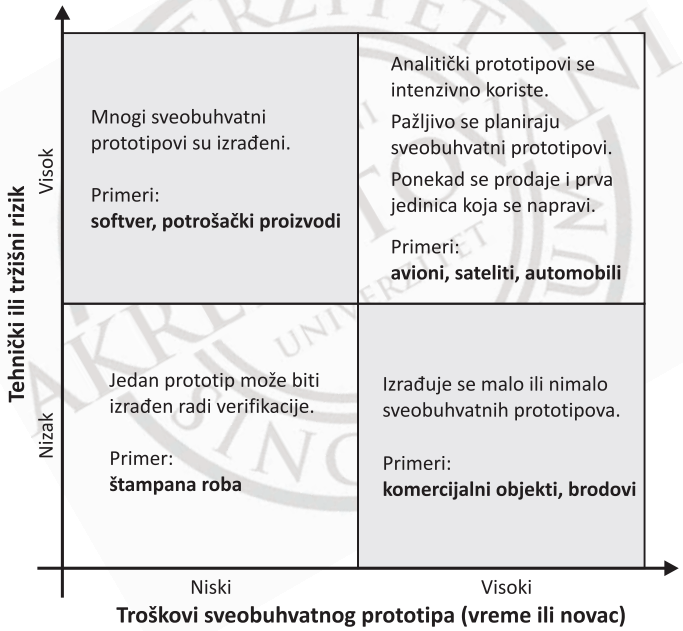
Slika 12.6 ilustruje ulogu rizika i iteracija u razvoju proizvoda. U mnogim situacijama, ishod testa može da diktira da li će trebati da se razvojni zadatak se ponovi.



Slika 12.6. *Prototip može da smanji rizik od skupog ponavljanja*

Na primer, ako se izliven deo u kalupu uklapa loše sa svojim pratećim delovima, kalup alata će možda morati da bude obnovljen. Na slici 12.6 vidi se da je rizik od 30% da se ponovo ide na izgradnju kalupa zastupljen sa strelicom označenom sa verovatnoćom od 30% $(0, 30)$. Ako je izgrađen i testiran prototip, onda se znatno povećava verovatnoća da će se naredne aktivnosti nastaviti bez ponavljanja (na primer, vidi se porast sa 70% na 95%, kao što se vidi na slici 12.6).

Predviđena korist od prototipa u smanjenju rizika mora biti odmerena u odnosu potrebno vreme i novac koji sy potrebni za izgradnju i procenu prototipa. Ovo je posebno važno za sveobuhvatne prototipove. Proizvodi koji su visokog rizika ili koji su neizvesni, zbog visokih troškova neuspeha, nove tehnologije ili revolucionarne prirode proizvoda, će imati koristi od takvih prototipova. Sa druge strane, proizvodi za koje su troškovi neuspeha niski i tehnologija je poznata ne dobijaju toliko "smanjenja rizika" od upotrebe ovih prototipova. Većina proizvoda se nalazi između ovih krajnosti.



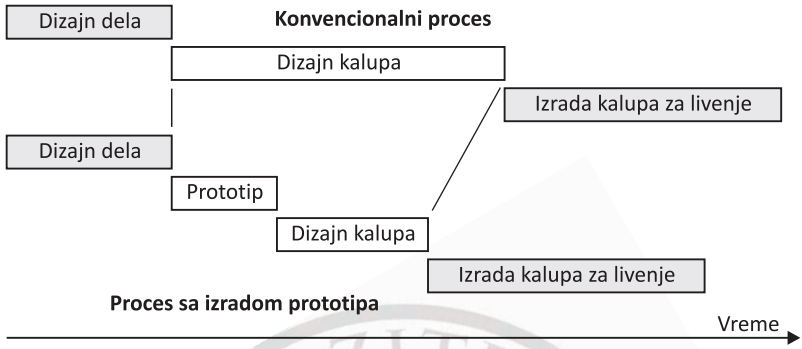
Slika 12.7. *Upotreba sveobuhvatnog prototipa zavisi od relativnog nivoa rizika*

Na slici 12.7 su predstavljeni nizovi situacija koje se mogu naći i sresti u različitim razvojnim projektima.

12.2.4. Prototip može da ubrza druge korake za razvoj proizvoda

Ponekad dodavanje kratke faze prototipova može omogućiti da se naknadne aktivnosti završe brže nego da prototip nije izgrađen. Ako je potrebno dodatno vreme za fazu prototipa manje od uštede u vremenu po pitanju trajanja narednih aktivnosti, onda je ova strategija odgovarajuća. Najčešća pojava ovakve situacije je u procesu dizajniranja kalupa,

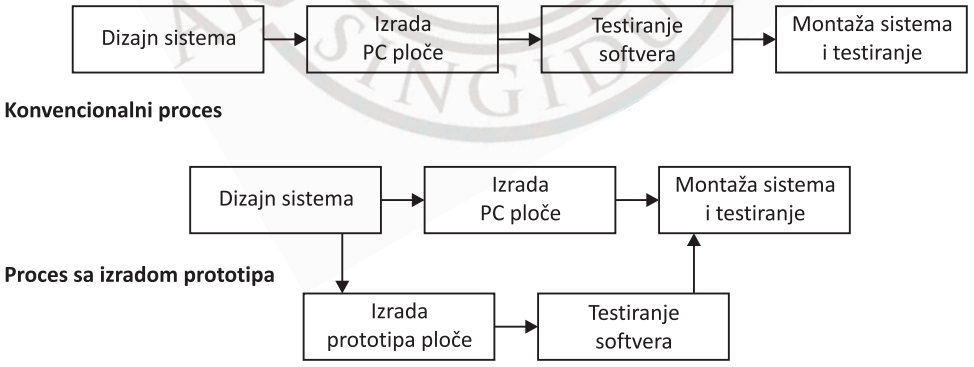
kao što je prikazano na slici 12.8. Postojanje fizičkog modela geometrijski složenog dela omogućava dizajneru kalupa da ga brže vizualizuje i da brže dizajnira alate za kalup.



Slika 12.8. *Uloga prototipa u ubrzavanju procesa*

12.2.5. Prototip može da restruktuira zavisnost i međuzavisnost zadataka

Gornji deo slike 12.9 ilustruje skup zadataka koji su završeni sekvencijalno. Moguće je završiti neke poslove istovremeno, izgradnjom prototipa. Na primer, softver za testiranje može da zavisi od postojanja fizičkog kola. Umesto da se čeka proizvodna verzija štampanih ploča kako bi se koristila u testu, tim bi morao da bude u stanju da brzo izmisli prototip (na primer, ručno izgrađenu ploču) i da ga koristi za testiranje, dok se proizvodnja štampanih ploča nastavlja.



Slika 12.9. *Uloga prototipa za uklanjanje zadatka sa kritične putanje*

12.3. Tehnologije izrade prototipa

Stotine različitih proizvodnih tehnologija se koriste za kreiranje prototipa, a posebno fizičkih prototipova. Dve tehnologije su se pojavili kao posebno važne u proteklih dvadesetak godina – trodimenzionalno kompjutersko modelovanje (3D CAD) i brza izrada prototipova.

12.3.1. 3D CAD modelovanje i analiza

Od devedestih godina dvadesetog veka, dominantni način predstavljanja projekata se dramatično promenio od crteža, često napravljenih pomoću računara, na 3D modele projektovane pomoću računara, poznate kao 3D CAD modeli. 3D CAD modeli predstavljaju dizajn kao zbirke 3D čvrstih entiteta (solida), gde svaki solid, obično, pravi od geometrijskih primitiva, kao što su valjak, kvadar, lopta i slično.

Prednosti 3D CAD modelovanja uključuju sposobnost da se lako vizualizuje trodimenzionalni oblik dizajna; mogućnost kreiranja fotorealistične slike za procenu izgleda proizvoda; sposobnost da se automatski izračunavaju fizička svojstva, kao što su masa i obim; i efikasnost koja proističe iz stvaranja jednog i samo jednog kanonskog opisa dizajna, iz kojeg će drugi, viŽe fokusirani opisi, kao što su presek i izrada crteža, biti kreirani. Pomoću kompjuterskog alata za inženjering (*Computer-Aided Engineering* – CAE), 3D CAD modeli mogu da počnu da služe kao analitički prototipovi. U nekim podešavanjima ovo može da eliminiše jedan ili više fizičkih prototipova. Kada se 3D CAD modeli koriste za pažljivo planiranje finalnog, integrisanog sklopa i za detektovanje geometrijskih interferencija između delova, to može zaista da eliminiše potrebu za prototipom.

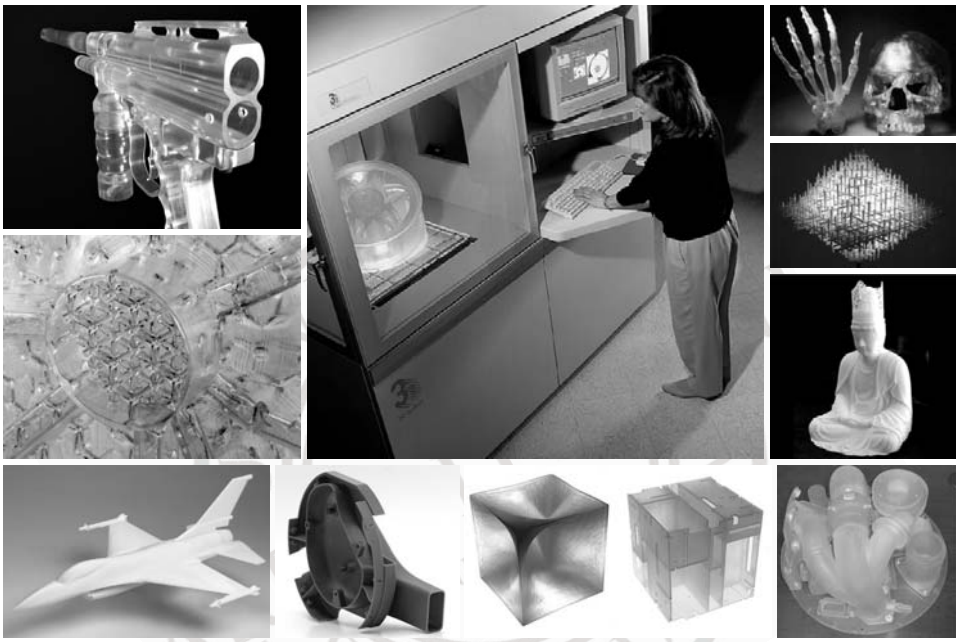
3D CAD modeli su, takođe, osnovne prezentacije za mnoge vrste računarski zasnovanih analiza. Oblici CAE uključuju analize konačnim elementima toplotnog toka ili distribucije napona, virtualno testiranje loma automobila, kinematička i dinamička kretanja složenih mehanizama, koje su postale sve sofisticiranije svake godine.

12.3.2. Brza izrada prototipova

Tehnički gledano, brza izrada prototipova je termin koji se koristi za opisivanje određenog broja tehnika koje brzo proizvode krute fizičke modele komponenti i proizvoda korišćenjem 3D računarskih podatka za grupu relativno novih proizvodnih tehnologija. U principu ove tehnologije proizvodnje kreiraju proizvode dodavanjem slojeva materijala (ili polaganjem materijala), radije nego od procesom uklanjanja metala odgovarajućom obradom. U suštini brza izrada prototipova pretvara 3D CAD podatke u fizički model, bez potrebe za alatima posebne namene. Među više poznate procese brze izrade prototipova spadaju stereolitografija, selektivno lasersko sinterovanje i slojevito (ili laminirno) modelovanja objekta.

Stereolitografija je najviše zastupljena tehnologija za brzu izradu prototipova. Stereolitografijom se dobijaju plastični delovi i objekti iz slojeva putem puštanja laserskog zraka na površinu kade u kojoj je tečan foto polimer. Ova klasa matarijala brzo očvršćava tamo gde laserski zrak dodirne površinu tečnosti. Kada se jedan sloj oformi, spušta se za malu visinu unutar kade i sledeći se nanosi na površinu prvog. Adhezivna svojstva materijala uzrokuju da slojevi budu čvrsto povezani među sobom i brzo formiraju kompletan trodimenzionalni objekat nakon formiranja svih slojeva posebno. Neki objekti moraju imati noseću strukturu. Oni se izrađuju ili ručno ili automatski i izrađuju se zajedno sa objektom. Nakon završetka procesa izrade, objekat se podiže iz kade i sklanja se noseća struktura. Smatra se da stereolitografija omogućava najveću tačnost i najbolji kvalitet površina od svih ostalih tehnologija za brzu izradu prototipova. Tokom godina razvijen

je širok spektar materijala sa termoplastičnim svojstvima. Ograničen izbor promene boje materijala u biomedicinske i druge primene je moguć. U novije vreme razvijeni su i materijali na bazi keramike. Ova tehnologija se primenjuje za izradu delova velikih dimenzija. Kao nedostatak, rad sa tečnim materijalima može biti komplikovan i delovi često zahtevaju postprocesiranje u odvojenim aparaturama u obliku kade za poboljšanje stabilnosti, čvstoće i drugih karakteristika.



Slika 12.10. *Proces litografije i neki proizvodi*

Selektivno lasersko sinterovanje (SLS) je sličan proces stereolitografiji. Termoplastični prah se nanosi valjkom na površinu cilindra za fabrikaciju. Klip cilindra se pomera nadole za po jedan sloj objekta da omogući nanošenje novog sloja praha. Sistem za snabdevanje prahom je sličan kao i fabrikacioni cilindar. Klip se kreće nagore inkrementalno i snabdeva se odmerenom količinom praha za svaki sloj. Laserski zrak se zatim pušta preko površine sloja ovog slabo kompaktnog praha i selektivno ga očvršćava da oformi sloj. Fabrikaciona komora je podešena na temperaturu tek nešto nižu od tačke topljenja praha tako da toplota lasera treba da samo malo poveća temperaturu da bi omogućila sinterovanje. Ovo uveliko ubrzava proces. Proces se ponavlja dok se ceo objekat ne formira. Nakon formiranja celog objekta klip se podiže nagore i podiže deo. Višak praha se jednostavno skida i može se naknadno završno obraditi. Nikakve noseće strukture nisu potrebne sa ovom metodom. SLS nudi ključne prednosti pri izradi funkcionalnih modela delova posebno kod finalnih materijala. Međutim, ceo sistem je mehanički kompleksniji od mnogih drugih tehnologija. Širok spektar termoplastičnih materijala, kao što su: najlon, staklom punjeni najlon i polistiren su raspoloživi za korišćenje. Kvalitet površina i tačnost nisu dobre kao kod nekih tehnologija, ali karakteristike materijala su približne. Ovaj metod se koristi kod direktne izrade metalnih i keramičkih objekata i alata. Posledica sinterovanja materijala

je poroznost. Može biti neophodno da se u deo (naročito ako je metalni) infiltira neki drugi materijal da bi poboljšao mehaničke karakteristike.

12.4. Planiranje izrade prototipova

U ovom odeljku biće predstavljena metoda iz četiri koraka za planiranje svakog prototipa u toku projekta razvoja proizvoda. Metoda se podjednako primenjuje na sve vrste prototipova – fokusirane, sveobuhvatne, fizičke i analitičke.

12.4.1. Svrha prototipa – $\mathrm{I_k}$ faza

Četiri svrhe prototipa su, kao što je već rečeno: učenje, komunikacija, integracija i prekretnica. U definisanju svrhe prototipa, tim treba izlista specifiḿcne potrebe po pitanju učenja i komunikacija. Članovi tima, takođe, treba da izlistaju sve potrebe po pitanju integracija i da li bi prototip trebalo da bude ili ne jedna od glavnih prekretnica celokupnog projekta razvoja proizvoda.

12.4.2. Nivo aproksimacije prototipa – $\mathrm{II_k}$ faza

Planiranje prototipa zahteva definisanje stepena u kojem finalni proizvod treba da se aproksimira. Tim treba da razmotri da li je fizički prototip potreban ili da li će analitički prototip najbolje zadovoljiti definisane potrebe. U velikoj većini slučajeva, najbolji prototip je najjednostavniji prototip koji će poslužiti svrsi iz faze $\mathrm{I_k}$.

12.4.3. Eksperimentalni plan u glavnim crtama – $\mathrm{III_k}$ faza

U većini slučajeva, upotreba prototipa u razvoju proizvoda se može posmatrati kao eksperiment. Eksperimentalni plan uključuje identifikovanje promenljivih eksperimenta (ako postoje), protokol testa, pokazatelje onoga šta će se meriti, kao i plan za analizu rezultujućih podataka. Kada mora da se istraži mnogo promenljivih, efikasni dizajn eksperimenta u velikoj meri olakšava ovaj proces.

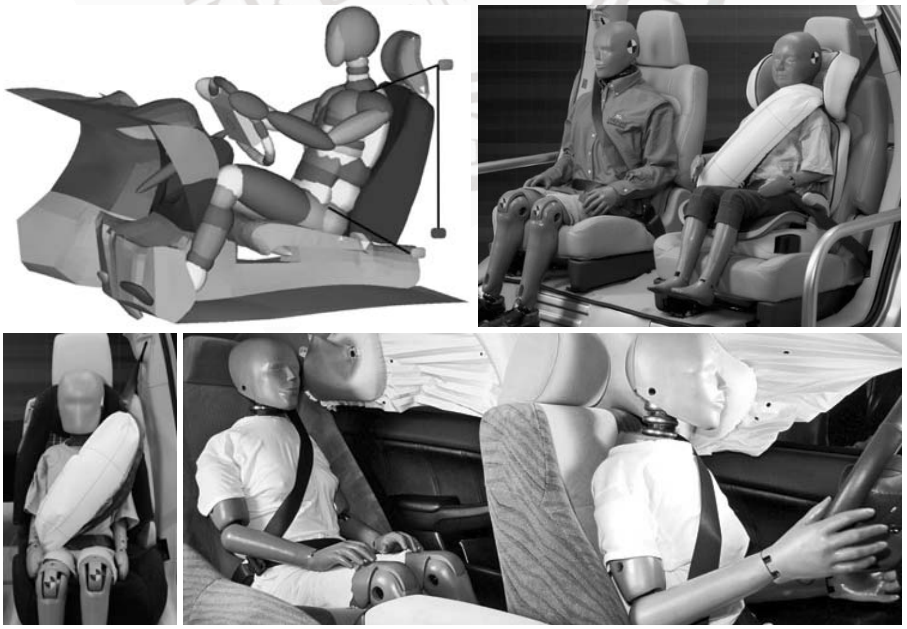
12.4.4. Raspored za nabavku, izgradnju i ispitivanje – $\mathrm{IV_k}$ faza

Pošto izgradnja i testiranje prototipa može da se posmatra kao podprojekat u okviru projekta ukupnog razvoja, tim koristi raspored aktivnosti za izradu prototipova. Tri datuma su posebno važna u definisanju prototipova. Prvo, tim definiše kada će delovi biti spremni za montažu (sklapanje). Drugo, tim definiše datum kada će prvi prototip biti testiran. Treće, tim definiše datum kada se očekuje da se završi testiranje i da se dobiju konačni rezultati.

Glava 13

Robustan dizajn

Inženjeri zaduženi za bezbednost u automobilskoj industriji su radili sa dobavljačima kako bi bolje razumeli performanse zadnjih sigurnosnih pojaseva. U svakom konvencionalnom sistemu sigurnosnih pojaseva sa pojasevima preko krila i ramena, ako se pojas preko krila postavi visoko, putnik može da "sklizne" ispod njega, što potencijalno može da dovede do povrede stomaka. Ovaj fenomen (često se sreće pod nazivom "zaranjanje") se odnosi na veliki broj faktora, uključujući prirodu sudara, dizajn vozila, osobine sedišta i sigurnosnih pojaseva, kao i drugih uslova. Na osnovu eksperimentisanja, simulacija i analiza inženjeri su utvrdili koji su najvažniji faktori za bezbednost putnika i izbegavanje pomenutog fenomena. Slika 13.1 prikazuje model koji se koristi u raznim simulacionim analizama, kao i prototipove u vidu lutaka za fizičke testove.



Slika 13.1. *3D model i prototipovi u vidu lutaka za fizičko testiranje*

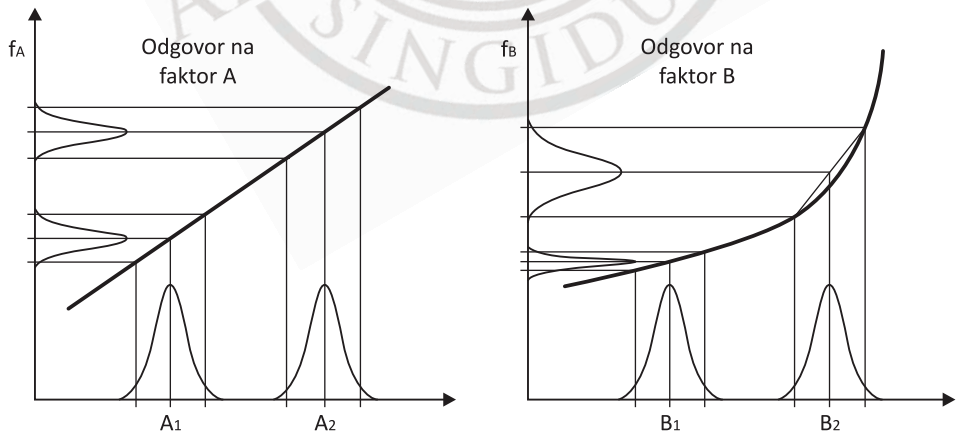
Ovo poglavlje predstavlja metodu za projektovanje i izvođenje eksperimenata za poboljšanje performansi proizvoda, čak i u prisustvu nekontrolisanih varijacija. Ova metoda je poznata kao robustan dizajn.

13.1. Šta je robustan dizajn?

Robustan proizvod (ili proces) je definisan kao onaj koji se izvršava kako treba, čak i pod nesavršenim uslovima kao što su varijacije procesa proizvodnje ili određeni raspon radnih situacija. Na primer, termin buka se koristi da opiše nekontrolisane varijacije koje mogu uticati na performanse, a kaže se da kvalitet proizvoda treba bude robustan u odnosu na faktor buke.

Robustan dizajn je delatnost pri razvoju proizvoda za poboljšanje željene karakteristike proizvoda, a pri tom se smanjuju efekti buke. U robusnom dizajnu koriste se eksperimenti i analize podataka za identifikaciju robusnih željenih vrednosti projektnih parametara koji mogu da se kontrolišu. Zadata vrednost robusnog dizajna predstavlja kombinaciju vrednosti parametara dizajna za koje se dobijaju željene performanse proizvoda, unutar raspona radnih uslova i varijacija proizvodnje.

Konceptualno, robustan dizajn je jednostavan za razumevanje. Za date ciljne performanse (na primer, bezbednost putnika na zadnjim sedištima), može biti mnogo kombinacija vrednosti parametara koje će dati željeni rezultat. Međutim, neke od ovih kombinacija su osetljivije na nekontrolisane varijacije od drugih. S obzirom da će proizvod, verovatno, raditi u prisustvu različitih faktora buke, trebalo bi izabrati kombinaciju vrednosti parametara koja je najmanje osetljiva na nekontrolisane varijacije. Proces robusnog dizajna koristi eksperimentalni pristup pronalaženju ovih robusnih željenih vrednosti.



Slika 13.2. *Robustan dizajn koristi nelinearne odnose kako bi identifikovao željene vrednosti gde su performanse proizvoda manje osetljive na varijacije*

Da bi se razumeo koncept robusnih željenih (zadatih) vrednosti, trebalo bi razmisliti o dva hipotetička faktora koji utiču na neku meru performansi sigursnog pojasa, kao što je

prikazano na slici 13.2. Slede dve pretpostavke – faktor f_A ima linearni efekat na performanse i faktor f_B ima nelinearni efekat. U odnosu na ono što se traži, biraju se željene vrednosti za svaki faktor: A_1 ili A_2 za faktor A i B_1 ili B_2 za faktor B. Pod pretpostavkom da se efekti f_A i f_B sabiraju (dodaju), kombinacija A_1 i B_2 će obezbediti, približno, isti nivo ukupne performanse kao kombinacija A_2 i B_1. Varijacija proizvodnje će biti prisutna u svakoj izabranoj (zadatoj) vrednosti, tako da stvarna vrednost ne može da bude baš takva, kao što je navedeno. Izborom vrednosti B_1 za faktor B, gde je osetljivost odgovora na faktor B relativno mala, neželjena varijacija faktora B ima relativno mali uticaj na ukupne performanse proizvoda. Dakle, izbor B_1 i A_2 je više robusna kombinacija željenih vrednosti od kombinacije B_2 i A_1.

Proces robusnog dizajna može da se koristi kroz nekoliko faza procesa razvoja proizvoda. Kao i kod većine pitanja pri razvoju proizvoda, što pre (ranije) robusnost može da se uzme u obzir unutar procesa razvoja proizvoda, biće bolji rezultati robusnosti.

Eksperimenti robusnog dizajna mogu se koristiti u fazi koncepta, kao način da se preciziraju specifikacije i da se postave realistični ciljevi performansi. Iako je korisno razmotriti robusnost proizvoda još u fazi koncept, eksperimenti robusnog dizajna se, najčešće koriste u toku faze detaljnog projekta (dizajna detalja), kao način da se obezbede željene performanse proizvoda pod različitim uslovima. Tokom dizajna detalja, aktivnost robusnog dizajna je, takođe, poznata kao `dizajn parametara`, jer je to stvar izbora željenih vrednosti parametara pod kontrolom korisnika. Ovo uključuje materijal proizvoda, dimenzije, tolerancije, proizvodne procese i uputstva za upotrebu.

Za mnoge probleme inženjerskog dizajna, jednačina zasnovana na osnovnim fizičkim principima može biti rešena za izbor robusnih parametara. Međutim, inženjeri, generalno, ne mogu u potpunosti da modeluju razne vrste neizvesnosti, varijacija i faktora buke koji se javljaju u realnim uslovima. Pored toga, sposobnost da se razviju tačni matematički modele je ograničena za mnoge inženjerske probleme. Na primer, treba zamisliti teškoće da se tačno modeluje problem "zaranjanja" kod sigurnosnog pojasa, pod raznim uslovima. U takvim situacijama, potrebno je empirijsko istraživanje putem eksperimenata. Takvi eksperimenti se mogu koristiti za direktnu podršku donošenju odluka i može da se koristi za poboljšanje tačnosti matematičkih modela.

U slucaju problema dizajna sigurnosg pojasa za sedišta, inženjeri su želeli da testiraju niz parametara dizajna pojasa i uslova pri sudarima. Realno gledano, *crash* test je veoma skup, tako da su inženjeri radili sa svojim dobavljačem pojasa, kako bi razvili simulacioni model koji je kalibrisan pomoću eksperimentalnih podataka iz testova sudara. S obzirom na stotine mogućih kombinacija parametara dizajna, uslova sudara i drugih faktora, inženjeri su odlučili da istraže simulacioni model pomoću pažljivo planiranog eksperimenta. Iako simulacija zahteva solidne računarske resurse, simulacioni model omogućava inženjerima da urade desetine eksperimenata u okviru raznih uslova, što ne bi bilo moguće upotrebom fizičkih *crash* testiranja.

Za dizajnerski tim sigurnosnih pojaseva za sedišta u automobilu, ciljevi ovog eksperimenta su bili da se nauči:

- Koja kombinacija sedišta, pojasa i povezanih parametara minimizira mogućnost pojave "zaranjanja" putnika na zadnjem sedištu tokom sudara?

- Kako nekontrolisani uslovi utiču na "zaranjanje"?. Koja je kombinacija parametara dizajna najrobusnija u odnosu na faktore buke?

13.1.1. Osmišljavanje eksperimenta

Pristup robusnom dizajnu, predstavljen u ovom poglavlju, zasniva se na metodi koja se zove dizajn eksperimenata (DE). U ovoj metodi, tim identifikuje parametre koji se mogu kontrolisati i faktore buke koje treba istražiti. Tim, zatim, dizajnira, sprovodi i analizira eksperimente kako bi utvrdio željene vrednosti parametara kako se postigle robusne performanse (snažan učinak).

DE nije zamena za tehničko znanje o sistemu. U stvari, tim treba da iskoristi svoje razumevanje proizvoda i kako to radi, da bi odabrao prave parametre za istraživanje eksperimentom. Eksperimentalni rezultati mogu se koristiti u kombinaciji sa tehničkim znanjem sistema, kako bi se izabrale najbolje (željene) vrednosti parametara. Osim toga, eksperimentalni rezultati mogu da se koriste za izgradnju boljeg matematičkog modela funkcija proizvoda. Na ovaj način, eksperimentisanje dopunjuje tehničko znanje. Na primer, inženjeri su napravili bazne matematičke modele performansi pojasa u funkciji veličine putnika i tipova sudara. Ovi modeli omogućavaju određivanje veličina mašinskih elemenata i veze pojasa sa konstrukcijom. Na osnovu empirijskih podataka i simulacije, analitički modeli i smernice za dizajn pojasa dobijaju na preciznosti tokom vremena, smanjujući potrebu za vremenom i simulacijama empirijskih studija. Na kraju, to tehničko znanje može da se poboljša do tačke u kojoj se zahteva samo potvrda testova novih konfiguracija pojasa.

Osnovni dizajn eksperimenata i analiza za razvoj proizvoda mogu se uspešno planirati i izvršiti od strane razvojnog tima. Međutim, polje DE ima mnoge napredne metode koje pospešuju rešavanje komplikovanih faktora i doprinose dobijanju korisnijih eksperimentalnih rezultata. Razvojni timovi mogu da imaju koristi od savetovanja sa statističarom ili stručnjakom za DE, koji mogu da pomognu u projektovanju eksperimenta i izboru najboljeg analitičkog pristupa.

13.1.2. Proces robusnog dizajna "kroz" sedam faza

Da bi se razvio robustan proizvod kroz DE, predloženo je sledećih sedam koraka:

1. identifikovanje kontrolnih faktora, poremećajnih faktora (faktora buke) i specifičnih faktora (pokazatelja);
2. formulisanje ciljnih funkcije;
3. razvoj plana eksperimenta;
4. pokretanje eksperimenta;
5. sprovođenje analize;
6. izbor i potvrda željenih vrednosti faktora; i
7. odražavanje (reflektovanje) i ponavljanje.

13.2. Identifikovanje kontrolnih, poremećajnih i specifičnih faktora – I_l faza

Procedura robusnog dizajna počinje identifikacijom tri liste: kontrolni faktori, faktori buke, kao i pokazatelji učinka eksperimenta:

- Kontrolni faktori. Ovo su promenljive dizajna koje se menjaju na kontrolisan način u toku eksperimenta, u cilju da istraže performanse proizvoda po mnogo kombinacija željenih vrednosti parametara. Eksperimenti su, uglavnom, pokrenuti na dva ili tri diskretna nivoa (zadate vrednosti) za svaki faktor. Ovi parametri se zovu faktori kontrole (kontrolni faktori), jer su među promenljivama koje mogu biti određene za proizvodnju i/ili rad proizvoda. Na primer, koeficijent trenja pojasa je kontrolni faktor od interesa za eksperiment.
- Faktori buke. Faktori buke su promenljive koje se ne mogu eksplicitno kontrolisati tokom trajanja proizvodnje i rada proizvoda. Faktori buke mogu uključivati varijacije proizvodnje, promene u svojstvima materijala, više korisničkih scenarija ili radnih uslova, pa čak i pogoršanje ili zloupotrebe proizvoda. Ako kroz posebne tehnike tim može da kontroliše faktore buke u toku eksperimenta (ali ne u proizvodnji ili operaciji), onda može da se namerno izazove promena (varijacija) tokom eksperimenta, kako bi se procenio uticaj. U suprotnom, ekipa jednostavno omogućava faktorima buke da se odvijaju tokom eksperimenta, analizira rezultate u prisustvu tipične varijacije i nastoji da minimizira efekte ovog odstupanja. Za pojaseve koji će se koristiti sa nizom sedišta, oblik sedišta i tkanina sedišta moraju uzeti u obzir faktore buke. Cilj je osmišljavanje sistema za pojas koji radi dobro, bez obzira na vrednosti ovih faktora.
- Pokazatelji učinka eksperimenta. Ovo su specifikacije proizvoda od interesa za eksperiment. Obično se analizira eksperiment sa jednom ili dve ključne specifikacije proizvoda, kao učinkom u cilju pronalaženja željenih vrednosti kontrolnih faktora za optimizaciju ovih performansi. Ovi pokazatelji mogu direktno da se izvedu iz ključnih specifikacija, gde robusnost izaziva kritičnu zabrinutost. Na primer, koliko putnik može da se pomera tokom sudara bi bio mogući pokazatelj učinka eksperimenta za pojas.

13.3. Formulisanje ciljnih funkcija – II_l faza

Pokazatelji performansi eksperimenata moraju biti transformisani u funkcije cilja koje se odnose na željene robusne performanse. Nekoliko ciljnih funkcija je korisno u robusnom dizajnu za različite tipove performansi. One mogu da se formulišu kao funkcije koje mogu da se uvećaju ili da se minimiziraju, i one obuhvataju:

- Povećanje. Ovaj tip funkcija se koristi za dimenzionisanje performansi u kojima su veće vrednosti bolje, kao što je maksimalno usporavanje pre proklizavanja pojasa. Uobičajeni oblici ove funkcije cilja η

$$\eta = \mu \quad \text{ili} \quad \eta = \mu^2.$$

gde μ predstavlja sredstvo eksperimentalnih zapažanja na osnovu datih uslova za test.

- Minimiziranje. Ovaj tip funkcija se koristi za dimenzionisanje performansi u kojima su manje vrednosti bolje, kao što je zadnji smeštajni ugao na vrhu kopše pojasa. Uobičajeni oblici ove funkcije cilja su

$$\eta = \mu \quad \text{ili} \quad \eta = \sigma^2.$$

gde σ^2 predstavlja varijantu eksperimentalnih zapažanja na osnovu datih uslova za test. Alternativno, ova minimiziranja mogu da budu formulisana kao funkcije povećanja, kao što su

$$\eta = \frac{1}{\mu} \quad \text{ili} \quad \eta = \frac{1}{\sigma^2}.$$

- Ciljna vrednost. Ovaj tip funkcija se koristi za dimenzionisanje performansi u kojima su vrednosti najbliže željenim ciljnim vrednostima ili su zadate vrednosti najbolje, kao što otpornost pojasa pred njegovo "pucanje". Zajednička forma maksimiziranja ove ciljne funkcije je

$$\eta = \frac{1}{(\mu - t)^2},$$

gde je t ciljna vrednost.

- Odnos signal – šum (buka). Ovaj tip funkcija se posebno koristi za merenje otpornosti. Ovaj pokazatelj je formulisan kao odnos željenog odgovora u brojiocu i varijacije kao odgovora u imeniocu. Izračunavanjem ovog pokazatelja, može se istaći podešavanje faktora robusnosti za koji je "nivo" buke relativno nizak u odnosu na signal odgovora. Zajednička forma maksimiziranja ove ciljne funkcije je

$$\eta = 10 \cdot \log\left(\frac{\mu^2}{\sigma^2}\right).$$

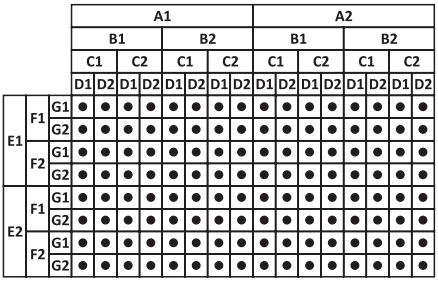
13.4. Razvoj plana eksperimenta – III_l faza

Statističari su razvili razne vrste efikasnih eksperimentalnih planova. Ovi planovi razlikuju `nivoe faktora` (vrednosti kontrolnih faktora i, možda, i neke od faktora buke) u nizu eksperimenata u cilju da se istraži ponašanje sistema. Neki planovi za DE su efikasniji za karakterizaciju pojedinih vrsta sistema, dok drugi daju potpuniju analizu.

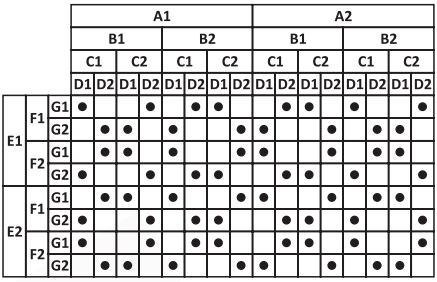
13.4.1. Kako će da se izvodi eksperiment?

Kritičan problem u projektovanju eksperimenta su troškovi postavljanja i pokretanje eksperimentalnih ispitivanja. U situacijama u kojima je ova cena niska, radi se veliki broj eksperimenata i koristi se eksperimentalni dizajn sa dovoljno visokom rezolucijom kako bi se istražilo više faktora, kombinacija faktora, kao i interakcije, koje mogu biti izvodljive. S druge strane, kada je cena ekasperimentisanja visoka, efikasni planovi za DE se mogu koristiti da se istovremeno menja nekoliko faktora odjednom. Neki od najpopularnijih eksperimentalnih dizajna su navedeni i prikazani na slici 13.3. Svaki od njih značajan.

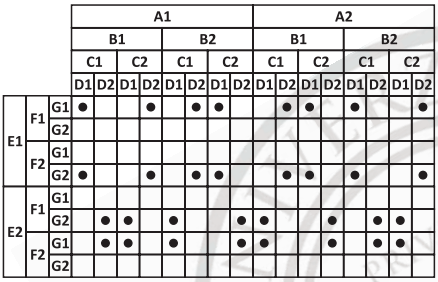
Matrica punog faktorijela



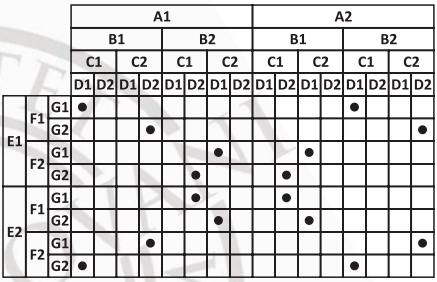
Matrica faktorijela deljiva sa 1/2



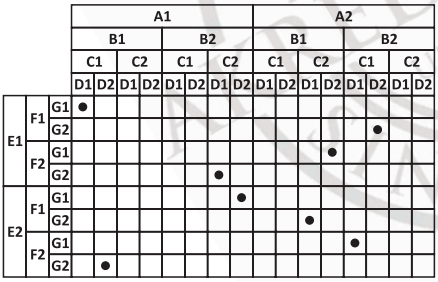
Matrica faktorijela deljiva sa 1/4



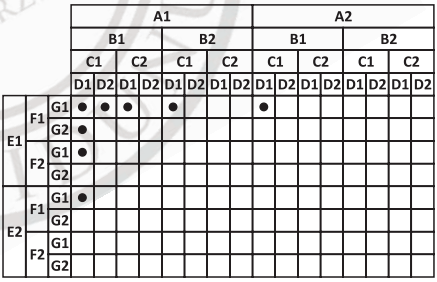
Matrica faktorijela deljiva sa 1/8



L8 Ortogonalni niz
(Matrica faktorijela deljiva sa 1/16)



Jedan po jedan faktor



Slika 13.3. *Nekoliko alternativnih eksperimentalnih planova za nekoliko faktora (A, B, C, D, E, F i G) na dva nivoa za svaki faktor*

- Puni faktorijel. Ovaj dizajn podrazumeva sistematsko istraživanje svake kombinacije nivoa za svaki faktor. To omogućava timu da se identifikuju svi efekti multifaktorne interakcije, pored osnovnog (glavnog) efekta svakog faktora na performanse. Ova vrsta eksperimenta se obično praktikuje samo za mali broj faktora i nivoa i kada su eksperimenti jeftini (kao brza simulacija zasnovana na softveru ili vrlo fleksibilan hardver). Za ispitivanje k faktora na svakom nivou n, broj ispitivanja u eksperimentu punog faktorijela je n^k. Eksperimentiasnje pomoću punog faktorijela je, obično, neprihvatljivo za eksperiment sa više od četiri do pet faktora.

- Deljivi faktorijel. Ovaj dizajn koristi samo mali deo koji se koristi u gornjim kombinacijama. U zamenu za ovu efikasnost, mogućnost da se izračunaju veličine svih

efekata interakcije je žrtvovana. Umesto toga, interakcije se mešaju sa drugim interakcijama ili sa nekim od glavnih faktora. Treba imati na umu da raspored deljivog faktorijela i dalje održava ravnotežu u okviru eksperimentalnog plana. To znači da za nekoliko ispitivanja za svaki nivo faktora, svaki od drugih faktora je testiran na svakom nivou, isti broj puta.

- Ortogonalni niz. Ovaj dizajn je najmanji deljivi faktorijel plana koji još uvek omogućava timu da identifikuju glavne efekte za svaki faktor. Međutim, ovi glavni efekti se mešaju sa mnogo efekata interakcije. Ipak, rasporedi ortogonalnih nizova se široko koriste u tehničkim ispitivanjima, jer su izuzetno efikasni. Planovi ortogonalnih nizova su nazvani po broju redova (eksperimenata) u nizu: L4, L27 itd.
- Jedan po jedan faktor. Ovo je neuravnotežen eksperimentalni plan, jer se svako ispitivanje sprovodi sa svim, ali jedan od faktora po nominalnim nivoima (i prvo ispitivanje ima sve faktore na nominalnom nivou). Ovo se generalno smatra neefikasnim načinom da se istraži prostor faktora, iako je broj ispitivanja relativno mali, $1 + k \cdot (n - 1)$. Međutim, za optimizaciju parametara u sistemima sa značajnim interakcijama, adaptivna verzija plana eksperimenta jedan-po-jedan se pokazala, generalno gledano, efikasnija od planova sa ortogonalnim nizovima.

Faktor	Opis
A	**Čvrstoća pojasa**. Saglasnost karakteristika čvrstoće merenih preko opterećenja na zatezanje.
B	**Trenje pojasa**. Koeficijent trenja, koji je funkcija tkanja materijala pojasa i odgovarajućeg premaza.
C	**Graničnik pojasa**. Omogućava kontrolisano otpuštanje pojasa na određenom nivou snage.
D	**Krutost gornjeg oslonca**. Saglasnost karakteristika sa strukturom na koju je oslonac montiran.
E	**Krutost gornje kopče**. Saglasnost karakteristika sa elementima pomoću kojih je kopča "vezana" za automobil.
F	**Krutost naslona prednjeg sedišta**. Profilisanje i učvršćenje sedišta gde kolena dolaze u dodir sa njim.
G	**Trenje donje kopče**. Koeficijent trenja kopče za kačenje koja klizi po materijalu od koga je napravljen pojas.

	A	B	C	D	E	F	G	N –	N +
1	1	1	1	1	1	1	1		
2	1	1	1	2	2	2	2		
3	1	2	2	1	1	2	2		
4	1	2	2	2	2	1	1		
5	2	1	2	1	2	1	2		
6	2	1	2	2	1	2	1		
7	2	2	1	1	2	2	1		
8	2	2	1	2	1	1	2		

Slika 13.4. *Faktori i L8 ortogonalni niz za ekspriment po pitanju sigurnosnog pojasa. Ovaj plan testira sedam faktora na dva nivoa, svaki. Svaki red se ponavlja dva puta, u odnosu na dva poremećaja, što dovodi do 16 testiranih tačaka i pratećih podataka*

Razvojni tim sigurnosnog pojasa je izabrao da koristi L8 ortogonalni niz DE, jer taj plan će biti efikasan način da se istraži sedam faktora na dva nivoa, svaki. Naknadna eksperimentisanja mogu da se kasnije koriste kako bi se istražili dodatni nivoi ključnih parametara, kao i interakcije efekata, ako je potrebno. Ortogonalni niz eksperimentalnog plana je prikazan na slici 13.4.

13.5. Pokretanje eksperimenta – IV_1 faza

Tokom izvršavanja eksperimenta, proizvod se testira pod različitim uslovima opisanog tretmana za svaki red u eksperimentalnom planu. Slučajnim izborom eksperimentalnih sekvenci rada osigurava se da bilo koji sistematski trend tokom trajanja eksperimenta nije u korelaciji sa sistematskim promenama u nivoima faktora. Za neke eksperimente, promene određenih faktora mogu biti toliko teške da se sva ispitivanja na svim nivoima faktora, pokreću zajedno i ostvarljiva je samo delimična randomizacija (izbor slučajnim uzorkom). U praksi, randomizacija ispitivanja je vrlo praktična, a kada to nije moguće, onda treba potvrditi rezultate standardnom procedurom.

	A	B	C	D	E	F	G	N –	N +	Prosek	Opseg
1	1	1	1	1	1	1	1	0.3403	0.2915	0.3159	0.0488
2	1	1	1	2	2	2	2	0.4608	0.3984	0.4297	0.0625
3	1	2	2	1	1	2	2	0.3682	0.3626	0.3655	0.0055
4	1	2	2	2	2	1	1	0.2961	0.2648	0.2803	0.0314
5	2	1	2	1	2	1	2	0.4450	0.4398	0.4424	0.0052
6	2	1	2	2	1	2	1	0.3517	0.3539	0.3527	0.0022
7	2	2	1	1	2	2	1	0.3758	0.3580	0.3669	0.0179
8	2	2	1	2	1	1	2	0.4504	0.4075	0.4291	0.0429

Slika 13.5. *Dobijeni podaci eksprimenta za sigurnosni pojas*

U eksperimentu "vezanom" za sigurnosni pojas, svaka od osam kombinacija faktora u $\mathrm{L}8$ je testirana na osnovu dva uslova poremećaja (buke). Dobijaju se podaci za 16 tačaka koji sadrže podatke o "uglu nagiba" sedišta i oni su prikazani na slici 13.5 u kolonama pod nazivom $\mathrm{N}-$ i $\mathrm{N}+$.

13.6. Sprovođenje analize – V_1 faza

Postoje mnogi načini za analizu eksperimentalnih podataka. Za sve, ali najosnovnije analize, ekipa ima koristi od konsultacija sa stručnjakom za DE ili od konsultovanja dobre knjige za statističku analizu i eksperimentalni dizajn. Osnovna analitička metoda je prikazana ovde.

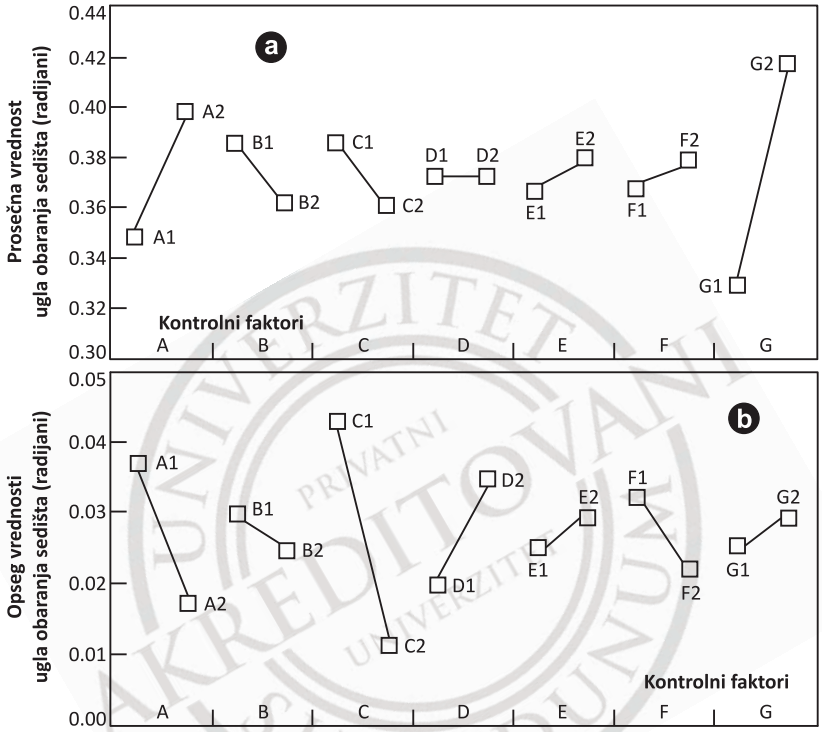
13.6.1. Određivanje ciljnih funkcija

Tim je smišljanjem objektivnih funkcija za eksperiment dobio i ciljne vrednosti po pitanju performansi i odgovarajućih varijacija. Ponekad, značenja i varijacije će biti kombinovani i izraženi kao jedan cilj u vidu odnosa "signal-buka". Vrednosti funkcije cilja se mogu izračunati za svaki red eksperimenta. Za eksperiment sigurnosnog pojasa, kolone na desnoj strani tabele na slici 13.5 pokazuju izračunate vrednosti funkcije cilja (prosečni ugao nagiba i opseg ugla nagiba) za svaki red. Trebalo bi ciljne vrednosti svesti na minimum.

13.6.2. Određivanje efekata faktora na osnovu analize

Najdirektnija sprovedena analiza će jednostavno dati glavni efekat svakog faktora, dodeljen koloni u eksperimentu. Ovi glavni efekti se nazivaju `efekti faktori`. Analiza sredstava

uključuje jednostavan prosek svih određenih funkcija cilja za svaki nivo faktora. U primeru L8, efekat faktora nivoa A1 (faktor na nivou 1) je prosek ispitivanja 1, 2, 3 i 4. Slično tome, uticaj faktora E2 nivoa predstavlja prosek ispitivanja 2, 4, 5 i 7. Rezultati analize su konvencionalno prikazani na grafikonima faktora efekata.



Slika 13.6. *Dobijeni podaci eksprimenta za sigurnosni pojas*

Slika 13.6 predstavlja grafikone faktora efekata za primer sigurnosnog pojasa. Ovi efekti se crtaju za svaku od funkcija cilja. Slika 13.6a prikazuje prosečan učinak na svakom nivou faktora (prva ciljna funkcija). Ovaj grafikon pokazuje koje će se nivo faktora koristiti za povećanje ili smanjenje performansi. Podsećanja radi, nagibni ugao na vrhu treba da bude minimiziran, a grafikon pokazuje da će nivoi faktora [A1 B2 C2 E1 F1 G1] minimizirati pokazatelje prosečnog nagibnog ugla (faktor D izgleda da nema uticaja na performanse). Međutim, ovi nivoi neće nužno postići robusne performanse. Slika 13.6b se zasniva na nizu opsega za svaki nivo faktora (druga funkcija cilja). Ovaj grafikon pokazuje da će nivoi [A2 B2 C2 D1 E1 F2 G1] smanjiti opseg nagibnog ugla na vrhu.

13.7. Izbor i potvrda željenih (određenih) vrednosti faktora – VI_1 faza

Analiza podrazumeva i grafikone efekata faktora koji pomažu timu da utvrdi koji faktori imaju jak uticaj na performanse i varijacije, i kako da se postignu robusne performanse.

Ovi grafikoni pomažu da se identifikuju faktori koji su u stanju da se smanje varijacije proizvoda (faktori robusnosti) i koji faktori mogu ds se koriste za poboljšanje performansi (faktori skaliranja). Izborom željenih vrednosti na osnovu ovih uvida, tim bi trebalo da bude u stanju da poboljša opštu robusnost proizvoda.

Na primer, trebalo bi razmotriti efekte faktora i za prosečnu vrednost i za opseg vrednosti ugla obaranja u eksperimentu. Grafikoni na slici 13.6 pokazuju da bi nivo A1 minimizira ugao nagiba (obaranja), ali nivo A2 bi mogao da smanji opseg nagiba ugla, predstavljajući kompromis između performansi i robusnosti. Sličan kompromis je evidentan kod faktora F. Međutim, za faktore B, C, D, E i G, ne postoji takvi kompromisi, i nivoi B2, C2, D1, E1 i G1 minimiziraju oba cilja.

Korišćenjem faktora B, C, D, E i G može da se postigne željena robusnost i faktori A i F povećavaju performanse, tako da su inženjeri izabrali zadate vrednosti [A1 B2 C2 D1 E1 F1 G1]. Kao što je obično slučaj, izabrane zadate (željene) vrednosti nisu jedan od osam redova ortogonalnog niza, testiran u eksperimentu. Pošto ove zadate vrednosti nikada nisu testirane, trebalo bi obezbediti dodatnu potvrdu kako bi se tim osigurao da je izabrao robusne performanse, koje će i dobiti.

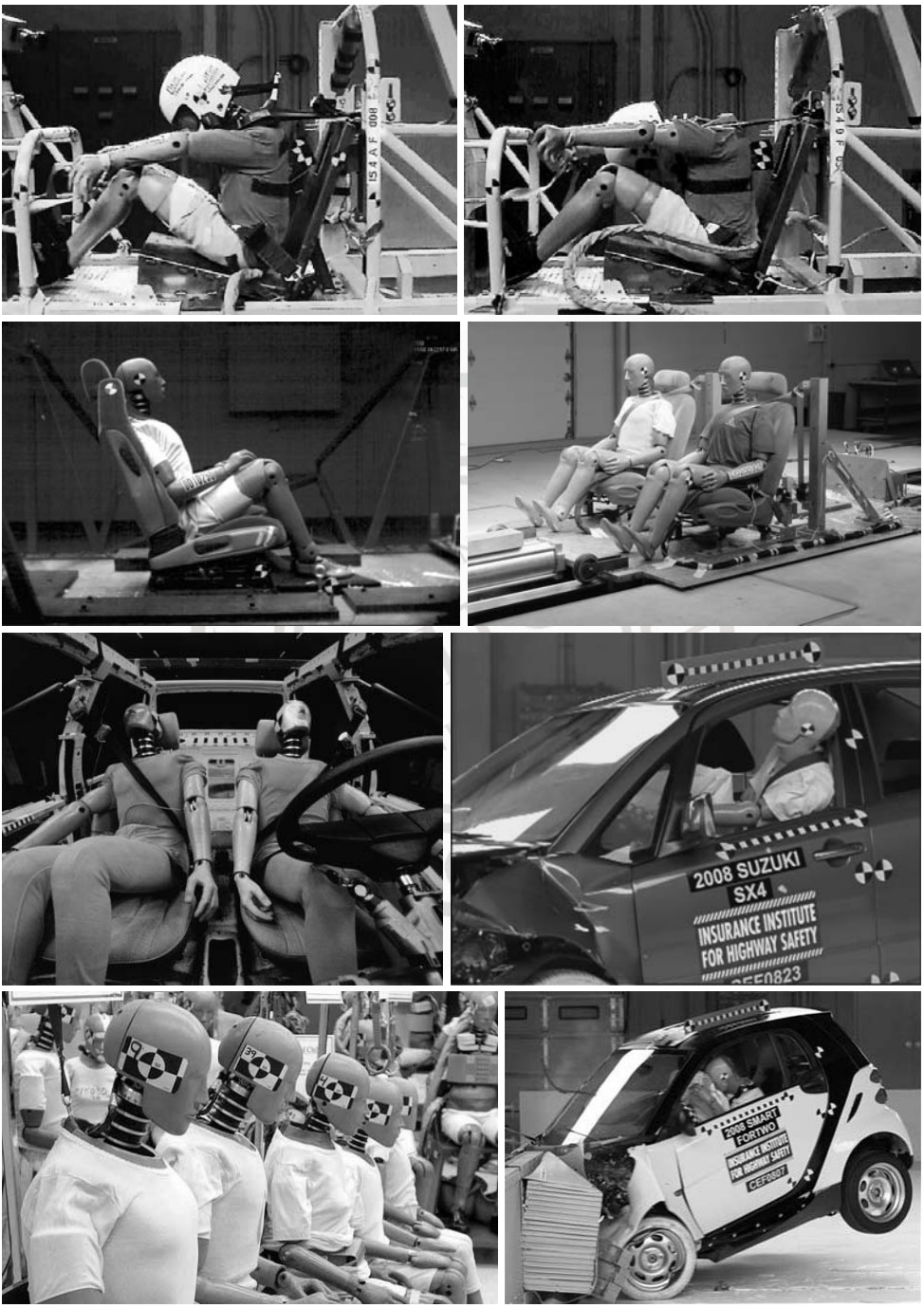
13.8. Odražavanje (reflektovanje) i ponavljanje na određene načine – VII_I faza

Jedan krug eksperimenata može biti dovoljan da se, na odgovarajući način, identifikuju robusne žeeljene vrednosti. Ponekad, međutim, dalja optimizacija performansi proizvoda je izuzetno bitna, a to može da zahteva nekoliko dodatnih rundi eksperimentisanja. U narednim eksperimentisanjima i testiranjima, tim može da odluči da:

- razmotri izabrane željene vrednosti u cilju prikazivanja faktora kompromisa performansi u odnosu na robusnost;
- istraži interakcije između nekih faktora u cilju daljeg poboljšanja performansi;
- fino podesi parametri željenih vrednosti korišćenjem vrednosti između testiranih nivoa ili nivoa izvan ovog opsega;
- ispita druge faktore buke i/ili kontrole koji nisu bili uključeni u početni eksperiment.

Kao i sa svim aktivnostima razvoja proizvoda, timu je potrebno neko vreme da razmisli o procesu DE i rezutatima robusnog dizajna. Mogu da uslede i sledeća pitanja:

- Da li je pokrenut pravi eksperimenti?
- Da li su postignuti prihvatljivi rezultati?
- Može li biti bolje?
- Treba li ponoviti proces i tražiti dalje poboljšanje performansi/robusnosti?



Slika 13.7. *Testiranja sudara i udara u prepreke*

Glava 14

Patenti i intelektualna svojina

Pojedinac pronalazač je razvio koncept proizvoda i prototip za izolaciju i držanje plastične čaše, kao bi oblik čaše sa toplim napitkom mogao lakše da se održi (slika 14.1).



Slika 14.1. *Držač i izolator za plastičnu čašu*

Proizvod je nastao tokom osamdesetih godina dvadesetog veka, kada je većina proizvođača "napustila" stiropor kao materijal za šolje i čaše za tople napitke, u korist papira i papirnih čaša. Pronalazač bio zainteresovan za komercijalizaciju i/ili licenciranju njegovom izuma i tražio je zaštitu intelektualne svojine koju je stvorio. Ovo poglavlje daje pregled intelektualne svojine u kontekstu razvoja proizvoda i daje konkretne smernice za pripremu i objavljivanje pronalaka ili privremenog patenta.

U kontekstu razvoja proizvoda, izraz `intelektualna svojina` se odnosi na legalno za-

štićenu ideju, koncept, ime, dizajn i proces u vezi sa novim proizvodom. Intelektualne svojine može biti jedan od najvrednijih imovina firme. Za razliku od fizičke imovine, intelektualna svojina ne može da se obezbedi ključem, kako bi se sprečio neželjeni prenos. Dakle, pravni mehanizmi su razvijeni za zaštitu intelektualne svojine pravih vlasnika. Ovi mehanizmi imaju za cilj da pruže podsticaj i nagrade za one koji stvaraju nove korisne pronalaske, dok u isto vreme podstiče širenje informacija za dugoročnu korist društva.

14.1. Intelektualna/industrijska svojina

Genijalni pronalazak za koji ne zna niko osim pronalazača za društvenu zajednicu nema nikakav značaj! Ovu hipotetičku pretpostavku teško je zamisliti u realnosti, jer je u interesu pronalazača da svoje delo javno oglasi, ali ona na slikovit način ukazuje na to koliki je značaj dostupnosti informacija u oblasti intelektualne svojine.

Sam pojam intelektualne svojine označava posebna, specifična, prava koja imaju autori, pronalazači i ostali nosioci prava intelektualne svojine. Intelektualna svojina nije konkretno, materijalno vlasništvo nad nekim predmetom, već pravo, odnosno, skup ovlašćenja koje pravni poredak zemlje priznaje nosiocu prava intelektualne svojine.

Koja su to ovlašćenja i na koji način se ostvaruju, zavisi o vrsti dela koje se štiti i pravnom sastavu u kojem se traži zaštita. Zahvaljujući vrlo ranim multilateralnim konvencijama, oblast intelektualne svojine jedna je od retkih grana prava koja uživa visok stepen usaglašenosti u većini pravnih sistema.

Slobodno tržište i zaštita od nelojalne konkurencije zahteva i efikasan sistem zaštite intelektualne i industrijske svojine. Sa razvojem ekonomije znanja, pravo intelektualne svojine postaje novo pravo koje nastoji da efikasno zaštiti duhovne tvorevine i zakonski reguliše prava njihovih tvoraca. To je razlog što postoji pravo industrijske svojine i autorsko pravo, kao dva posebna prava. Pravo industrijske svojine odnosi se na regulisanje pojava vezanih za pronalazaštvo, znake razlikovanja i suzbijanje nelojalne konkurencije. Takođe, postoji i autorsko pravo koje obuhvata odnose u vezi sa stvaranjem i korišćenjem intelektualnih tvorevina u oblasti književnosti, nauke i umetnosti.

U slučaju RepublikeSrbije, do kraja devedesetih godina prošlog veka, ova oblast bila je delimično regulisana, ali institucije i mehanizmi koji su trebali da štite prava intelektualne svojine, radili su potpuno neefikasno pa u to vreme ne postoji ni jedan slučaj u kome su sudski ograni intervenisali i pružali zaštitu prava intelektualne svojine. Od $2001.$ godine ova oblast značajno je unapređena u odnosu na prethodni period i danas predstavlja jednu od najregulisanijih oblasti, koja je i najusklađenija sa pravom EU.

Tokom ovog perioda usvojeni su svi zakoni koji regulištu ovu oblast:

- `Zakon o patentima`,
- `Zakon o autorskim i srodnim pravima`,
- `Zakon o žigu`,
- `Zakon o pravnoj zaštiti dizajna`,

- Zakon o uzorcima i modelima,
- Zakon o oznakama geografskog porekla, i
- Zakon o posebnim ovlašćenjima.

14.1.1. Pravo industrijske svojine

Pravo industrijske svojine obuhvata regulisanje pojava vezanih za pronalazaštvo, znake razlikovanja i zaštitu od nelojalne konkurencije, te obuhvata pojave i odnose koji slede.

Pronalazačko pravo

Pronalazačko pravo je regulisano Zakom o patentima 2004. godine, kojim se uspostavlja sistem pravnih normi koje regulišu pravnu zaštitu rezultata pronalaska. Pod pronalaskom se podrazumeva neko novo tehničko rešenje, koje ima inventivni karakter i primenjivo je. Patent je, zbog toga, pravno zaštićen pronalazak. Prava pronalaska postoje samo ako su priznata. Postupak priznavanja ima tri faze – podnošenje prijave, ispitivanje sadržaja prijave i donošenje rešenja o priznavanju ili odbijanju traženog prava, registrovanje priznatog prava i izdavanje isprave o priznatom pravu. Ovim zakonom pronalazaču su garantovana i imovinska i moralna prava. Imovinska prava su dosta kompleksna i obuhvataju prava korišćenja svog pronalaska; prava stavljanja u promet; prava raspolaganja. Trebalo bi napomenuti da Zakon o patentima predviđa i veću sigurnost i zaštitu pronalazača, kao i mere protiv falsifikovanja i piraterije. Ovo pravo važi (oročeno je na) 20 godina i prestaje neplaćanjem taksi, odricanjem prava, ukidanjem priznatog prava, oglašavanjem ništavnim rešenjima o priznavanju prava ili smrću.

Pravo industrijskog dizajna

Pravo industrijskog dizajna je regulisano Zakonom o pravima industrijskog dizajna iz 2004. godine i predstavlja kategoriju industrijske svojine koja se bavi zaštitom industrijskog oblikovanja, tj. dizajna. Ovaj Zakon predviđa trodimenzionalni ili dvodimenzionalni izgled proizvoda sa svim vizuelnim karakteristikama proizvoda. Ranije su bila predviđena dva posebna prava, model i uzorak, gde je model pravo kojim se štiti geometrijsko telo koje predstavlja spoljni oblik određenog proizvoda, a uzorak pravo kojim se štiti njegova slika ili crtež. Novim Zakonom se štiti celokupni vizuelni utisak koji proizvod ostavlja na korisnika, čime je ukinuta prethodna podela na model i uzorak, kao dva posebna odvojena prava, što je stvaralo brojne komplikacije u zaštiti prava. U svakom slučaju, oni podležu uslovu novosti i primenjivosti, i sa novim zakonom ovaj vid zaštite može trajati i do 25 godina.

Pravo znakova razlikovanja

Pravo znakova razlikovanja obuhvata znake razlikovanja, kao što su robni i uslužni žigovi i geografske oznake porekla proizvoda. Robni i uslužni žigovi su prava kojim se štite

znaci namenjeni za razlikovanje robe, odnosno usluga u privrednom prometu. Oni služe za identifikaciju proizvođača, davaoca usluga, razlikovanje roba i usluga na tržištu, podrazumevaju određenu garanciju kvaliteta proizvoda i koriste se u reklamiranju proizvoda ili usluga. Zakonom o zaštiti žiga iz 2004. godine, predviđa se i institut žiga garancije, koji se odnosi na uslove u pogledu kvaliteta, geografskog porekla, načina proizvodnje, odobrenog od organa nadležnog za kontrolu kvaliteta proizvoda.

Osim zaštite žiga, pravo razlikovanja obuhavata i geografsku oznaku porekla proizvoda. Ona se odnosi na ime porekla i geografsku oznaku porekla, kojima se obeležavaju proizvodi koje fizička ili pravna lica proizvode na određenom geografskom području. Oznaka porekla je svaki podatak koji ukazuje na to odakle proizvod potiče. Takođe, Zakonom o oznakama geografskog porekla, štite se i proizvodi i usluge.

14.1.2. Autorsko pravo

Autorsko pravo predstavlja skup normi koji se odnosi na društvene odnose i pojave u vezi sa stvaranjem i korišćenjem autorskog dela iz oblasti književnosti, nauke i umetnosti. Ovo pravo zakonski je regulisano Zakonom o autorskim i srodnim pravima i ono može biti i objektivno i subjektivno autorsko pravo. Objektivno je ono koje se odnosi na norme koje određuju pojam i vrste autorskog dela, sadržinu subjektivnog autorskog prava, vremensko trajanje autorskog prava i načine prenosa, kao mere pravne zaštite u slučaju narušavanja autorskog prava. Zakon je savremen po pitanju uvođenja novina koje su posledica razvoja informacionih tehnologija i mere zaštita protiv piraterije, kao i mogućnosti koje ostavlja autoru u pogledu obima zaštite proizvoda. Subjektivno pravo je pravo koje se priznaje autorima, tvorcima književnog, naučnog ili umetničkog dela i prirodno, po svom obimu, nešto je uže od objektivnog prava. Da bi se zadovoljili uslovi potrebni za autorsko delo, potrebno je da je tvorevina ljudskog duha, da bude delo u izražajnoj formi i da sadrži princip originalnosti. Trebalo bi napomenuti da su to knjige, govorna predavanja, dramska i muzička dela, dela likovne umetnosti itd. Subjektivno autorsko pravo je i moralno i imovinsko pravo. Moralna prava su neotuđiva i traju i po prestanku imovinskih prava, koja su novim zakonom o autorskopravnoj zaštiti oročena na 70 godina.

14.2. Organizacija intelektualne svojine u svetu

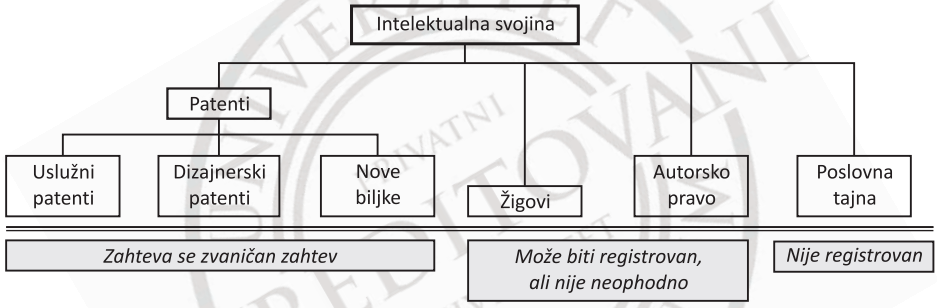
Pri UN deluje Svetska organizacija za intelektualnu svojinu (*World Intellectual Property Organization* – WIPO) koja danas ima 183 zemlje članice i čije su glavne aktivnosti uspostavljanje međunarodnih normi i standarda na polju u oblasti intelektualne svojine. Svaka međunarodno priznata zemlja mnogobrojne funkcije intelektualne svojine koordinira, u principu, preko nacionalnog zavoda kome zakonima definiše delatnost.

Pored WIPO-a i nacionalnih organizacija za intelektualnu svojinu postoji dosta regionalnih organizacija (RIPO) kao što su, na primer, Evropska patentna organizacija (*European Patent Organisation* – EPO), Evroazijska organizacija za patente (*The Eurasian Patent Organization* – EAPO) ili Trilaterala koju čine EPO, Patentna organizacija SAD-a (*United States Patent and Trademark Office* – USPTO) i Japanska patentna organizacija (*Japan Patent Office* – JPO). Ove složene organizacije nisu organizovane u strogom smislu

nadređeni/podređeni, već se članstvo u takvim organizacijama ostvaruje dobrovoljnim uključivanjem uz ispunjenje određenih uslova i prihvatanjem međunarodnih sporazuma. Za našu zemlju najznačajnije su Svetska organizacija za intelektualnu svojinu – WIPO i Evropska patentna organizacija – EPO. Podrazumeva se da je tu i domaća institucija – Zavod za intelektualnu svojinu Srbije u čijoj je nadležnosti nacionalna strategija intelektualne svojine.

14.3. Još malo o intelektualnoj svojini

Četiri vrste intelektualne svojine su relevantne za dizajn proizvoda i razvoj. Slika 14.2 prikazuje taksonomiju (klasifikaciju) tipova intelektualne svojine. Iako se u nekim oblastima preklapaju, i mogu sve četiri vrste intelektualne svojine biti prisutne u jednom proizvodu, određeni pronalazak obično spada u jednu od ovih kategorija.



Slika 14.2. *Tipovi intelektualne svojine u odnosu na dizajn i razvoj proizvoda*

- Patent. Patent je odobren privremeni monopol od strane vlade pronalazaču da onemogući (isključi) druge da koriste pronalazak. U SAD, kao i u većini drugih zemalja, patent istekne za 20 godina od datuma podnošenja prijave.

- Robna marka. Robna marka je ekskluzivno pravo koje vlada daje vlasniku žiga za korišćenje određenog imena ili simbola u saradnji sa kategorijom (klasom) proizvoda ili usluga. U kontekstu razvoja proizvoda, robne marke su obično brendovi ili nazivi proizvoda. U SAD i još par zemalja, registracija žiga je moguća, ali nije neophodno za očuvanje prava žiga. U većini drugih zemalja, prava žiga se stiču putem registracije.

- Poslovna tajna. Poslovna tajna je informacija koja se koristi u trgovini ili u poslu koji nudi vlasnik konkurentske firme i koje bi trebalo da se drže u tajnosti. Poslovna tajna nije pravo koje je dobijeno od vlade, ali je rezultat opreza od strane organizacije u sprečavanju širenja svojih vlasničkih informacija. Možda najpoznatija poslovna tajna je formula za piće Coca-Cola.

- Autorska pravo. Autorsko pravo je ekskluzivno pravo koje daje vlada po pitanju kopiranja i distribuiranja originalnog dela izražavanja, bez obzira da li je reč o književnosti, grafici, muzici, umetnosti, zabavi ili softveru. Registracija autorskih prava

je moguća, ali nije neophodna. Autorska prava nastaju kada se pojavi po prvi put opipljivi izraz rada i traje do 95 godina.

14.3.1. Pregled patenata

Za većinu projektovana robe, dve osnovne vrste patenata su relevantne – `dizajnerski patenti` i `korisnički (uslužni) patenti`. Treći tip patenata "pokriva" biljke. Dizajnerski patenti obezbeđuju zakonsko pravo da se neko isključi iz proizvodnje i prodaje proizvoda sa identičnim dekorativnim dizajnom, opisanim dizajnerskim patentom. Dizajnerski patent može da se posmatra kao "autorsko pravo" za ornamentalni dizajn proizvoda. Pošto dizajnerski patenti moraju biti ograničeni na ornamentalni dizajn, za većinu inženjerske robe, dizajnerski patenti imaju veoma ograničenu vrednost.

Patentna prava su se razvila, u većini zemalja na svetu, iz engleskog zakona i tako zakoni o patentima u različitim zemljama su, donekle, slični. Ovde će se, sa vremena na vreme, pominjati američki zakon kao referentna tačka, ali onaj ko namerava da dobije patent u nekoj drugoj zemlji, trebali bi pažljivo da ispita zakone u toj zemlji.

14.3.2. Korisnički patenti

Zakon u SAD dozvoljava da se patentiraju pronalasci koji se odnose na novi proces, mašinu, proizvodni artikl, sastav materijala, ili nova i korisna poboljšanja jedne od ovih stvari. Srećom, ove kategorije ključuju skoro sve izume ubačene u nove proizvode. Trebalo bi imati na umu da su se pronalasci sadržani u softveru nekada patentirali, ali, obično, pronalazak je opisivan kao proces ili mašina. Slika 14.3 prikazuje prvu stranu patenta za izolator i držač za čašu.

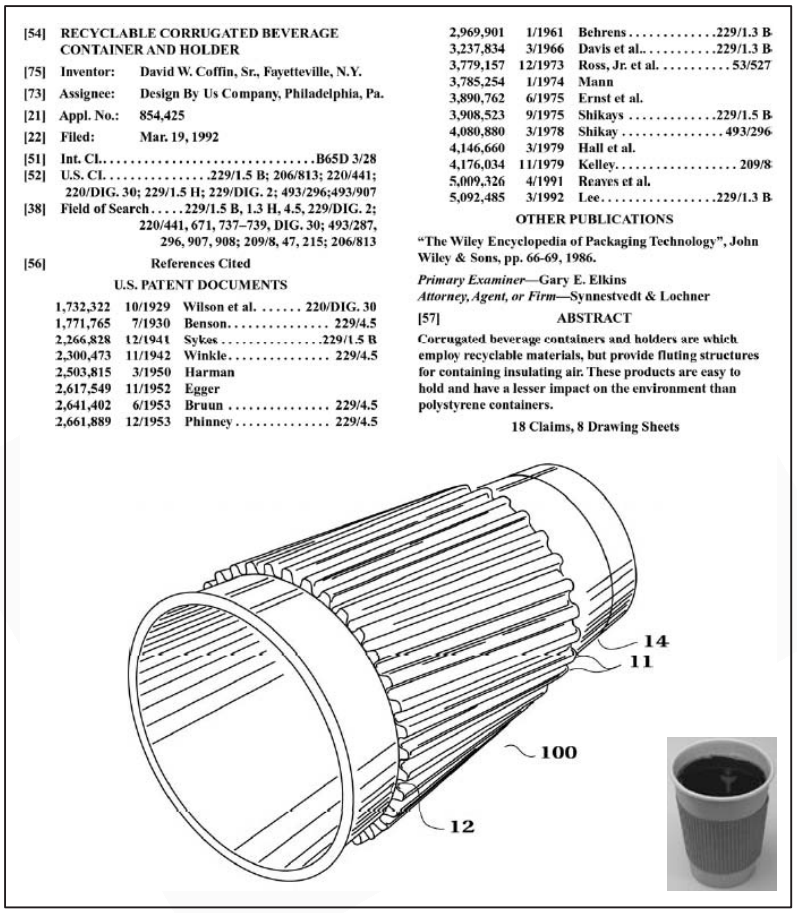
Pored toga, zakon zahteva da patentirani pronalasci budu:

- Korisni. Patentirani izum mora biti od koristi nekome u nekom kontekstu.
- Novi artikal. Izumi su novi artikal za koje se ne zna javno i zato nisu evidentni u postojećim proizvodima, publikacijama, ili prethodnim patentima. Definicija novine odnosi se na obelodanjivanje stvarnog pronalaska koji će biti patentiran kao dobro. U SAD, pronalazak koji će biti patentiran ne sme da bude otkriven javnosti više od godinu dana pre nego še popuni zahtev za patentiranje.
- Nisu očigledni. Zakon o patentima definiše očigledne izume od onih koji bi da budu jasno vidljivi, do onih sa "običnim veštinama u umetnosti", koji su se suočili sa istim problemom kao i pronalazač.

Korisnost je retko prepreka za dobijanje patenta. Međutim, zahtevi da pronalazak bude novi artikal i da nije čigledan su najčešće prepreke za dobijanje patenta.

Oko dve trećine prijava podnetih za patente imaju za posledicu izdavanje sertifikata o patentu. Međutim, odobren patent nije nužno ispravan. Patent može da se pobije na sudu, u nekom trenutku u budućnosti. Važenje patenta je određeno, između ostalih faktora, adekvatnošću opisa patenta i novitetima pronalaska u odnosu na prethodne pronalaske.

Mali deo patenata – nekoliko stotina godišnje u SAD – se uvek osporava na sudu. Od onih patenata koji su predati u poslednjih nekoliko godina, pronađeno da je validno više od polovine.



[54] RECYCLABLE CORRUGATED BEVERAGE CONTAINER AND HOLDER

[75] Inventor: David W. Coffin, Sr., Fayetteville, N.Y.

[73] Assignee: Design By Us Company, Philadelphia, Pa.

[21] Appl. No.: 854,425

[22] Filed: Mar. 19, 1992

[51] Int. Cl. B65D 3/28

[52] U.S. Cl. ..... 229/1.5 B; 206/813; 220/441; 220/DIG. 30; 229/1.5 H; 229/DIG. 2; 493/296;493/907

[38] Field of Search ..... 229/1.5 B, 1.3 H, 4.5, 229/DIG. 2; 220/441, 671, 737–739, DIG. 30; 493/287, 296, 907, 908; 209/8, 47, 215; 206/813

[56] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

1,732,322	10/1929	Wilson et al.	220/DIG. 30
1,771,765	7/1930	Benson	229/4.5
2,266,828	12/1941	Sykes	229/1.5 B
2,300,473	11/1942	Winkle	229/4.5
2,503,815	3/1950	Harman	
2,617,549	11/1952	Egger	
2,641,402	6/1953	Bruun	229/4.5
2,661,889	12/1953	Phinney	229/4.5
2,969,901	1/1961	Behrens	229/1.3 B
3,237,834	3/1966	Davis et al.	229/1.3 B
3,779,157	12/1973	Ross, Jr. et al.	53/527
3,785,254	1/1974	Mann	
3,890,762	6/1975	Ernst et al.	
3,908,523	9/1975	Shikays	229/1.5 B
4,080,880	3/1978	Shikay	493/296
4,146,660	3/1979	Hall et al.	
4,176,034	11/1979	Kelley	209/8
5,009,326	4/1991	Reaves et al.	
5,092,485	3/1992	Lee	229/1.3 B

OTHER PUBLICATIONS

"The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology", John Wiley & Sons, pp. 66-69, 1986.

Primary Examiner—Gary E. Elkins
Attorney, Agent, or Firm—Synnestvedt & Lechner

[57] ABSTRACT

Corrugated beverage containers and holders are which employ recyclable materials, but provide fluting structures for containing insulating air. These products are easy to hold and have a lesser impact on the environment than polystyrene containers.

18 Claims, 8 Drawing Sheets

Slika 14.3. *Prva strana patentnog zahteva sa ubačenom fotografijom (donji desni ugao) realizovanog proizvoda*

Inovator, koji je u vezi sa patentom, je osoba koja je, zapravo, stvorila pronalazak individualno ili u saradnji sa drugim pronalazačima. U nekim slučajevima pronalazač je i vlasnik intelektualne svojine. Međutim, u većini slučajeva, patent je dodeljen nekom drugom licu, obiþoslodavcu inovatora. Stvarna prava intelektualne svojine u vezi sa patentom pripadaju vlasniku patenta i on ne mora da bude pronalazač.

Vlasnik patenta ima pravo da isključi druge da koriste, proizvode, prodaju ili uvoze patentirani proizvod. Ovo je `ofanzivno pravo` koje zahteva da se tuži patentni prekršilac. Tu su i `odbrambena prava` u vezi sa patentima. Pravni sistem smatra da bilo koji pronalazak opisan u odobrenju patenta, bez obzira da li je deo ili nije deo inovacije, treba bude javno

poznat i čini sastavni deo prethodno pomenutog patenta. Ovo obelodanjivanje predstavlja odbrambeni čin koji blokira potencijalnog prekršioca.

14.3.3. Priprema za objavljivanje

Ovaj deo se fokusira na proces za pripremu pronalaska za obelodanjivanja, u suštini, detaljnog opisa pronalaska. Ovo objavljivanje će biti u formi prijave patenta, koja može da posluži kao privremeni patent i sa relativno malo dodatnog rada može da postane redovan patent. Koraci u procesu su:

1. definisanje (formulisanje) strategije i plana;
2. proučavanje prethodnih inovacija;
3. prikaz strukture potraživanja;
4. opis pronalaska;
5. precizirana ("prečišćena") potrađivanja;
6. usaglašavanje namene i primene; i
7. uticaj na rezultate i proces.

14.4. Definisanje strategije i plana – $\mathrm{I_m}$ faza

U formulisanju strategije i plana patenta proizvoda, razvojni tim mora da odluči o vremenu podnošenja prijave patenta, tipu prijave za upis, kao i obimu primene.

14.4.1. Vreme prijave patenta

Pravno, u SAD prijava patenta mora se podneti u roku od jedne godine od prvog javnog otkrivanja izuma. U mnogim zemljama ostatka sveta, prijava patenta mora da bude podneta pre bilo kakvog javnog objavljivanja ili u roku od jedne godine od podnošenja prijave u SAD, sve dok je prijava u SAD podneta pre javnog objavljivanja. U većini slučajeva, javno obelodanjivanje je opis pronalaska od strane pojedinca ili grupe ljudi, koji nisu u obavezi da drže pronalazak u tajnosti. Primeri takvih otkrivanja su: objavljivanje nekih ili svih detalja pronalaska u časopisu ili žurnalu, prezentacija proizvoda na sajmu, prikaz pronalaska na javno dostupnom Web sajtu, itd. Šta će inovator, pronalazač ili vlasnik da urade, to je na njima da odluče.

14.4.2. Vrsta aplikacije

Tim se suočava sa dve osnovne odluke o vrsti patentne prijave. Prvo, tim mora da odluči da li da podnese redovnu prijavu ili privremenu prijavu patenta. Drugo, tim bi morao da odluči da li da nastavi sa verifikovanjem unutar "svoje kuće", ili da verifikuje patent u inostranstvu.

14.4.3. Delokrug patenta

Tim treba da evaluira ukupan dizajn proizvoda i da odluči koji elementi unapređuju pronalazak, koji će verovatno biti odobren. Obično, proces razmatranja dizajna proizvoda će rezultirati u listu elemenata koji tim smatra da noviteti. Tim bi trebalo da se fokusira na one elemente koji predstavljaju značajne prepreke za odobravanje patenta, kao i na elemente koji po mišljenju tima predstavljaju značajan napredak u odnosu na javno poznate metode rešavanja sličnih problema.

Složeni proizvodi često sadrže nekoliko pronalazaka. Ponekad ovi pronalasci spadaju u veoma različite klase unutar patentnog sistema. Kao rezultat toga, timu za razvoj proizvoda će biti potrebno da podnese više aplikacija, koje odgovaraju različitim klasama pronalaska. Za jednostavne proizvode ili proizvode koji "pripadaju" jednom tipu izuma, jedna patentna prijava je, obično, dovoljno. Odluka o tome da li da se aplikacija podeli na više delova je složena i najbolje je konsultovati se sa odgovornim licima. Ipak, sva prava intelektualne svojine su očuvana, čak i ako prijava patenta sadrši više klasa pronalazaka. U takvim slučajevima, patentni zavod će obavestiti pronalazača(e) da aplikacija mora da se podeli.

Prilikom definisanja delokruga (obima) patenta, tim takođe treba da razmotri koji su pronalazači. Pronalazač je osoba koja je bitno doprinela stvaranju pronalaska. Definicija pronalazača za potrebe patentnog prava je subjektivna. Na primer, tehničar koji je vodio samo eksperiment ne bi, obično, bio pronalazač, ali se tehničar koji je vodio eksperimente, a zatim osmislio rešenje za posmatrani problem sa uređajem može se smatrati pronalazačem. Treba posebno napomenuti i da ne postoji ograničenje po pitanju broja imenovanih pronalazača u prijavi patenta.

14.5. Proučavanje prethodnih inovacija – $\mathrm{II_m}$ faza

Postoje tri bitna i ključna razloga za proučavanje pre izuma. Prvo, proučavajući literaturu pre patenta, dizajnerski timovi mogu da nauče da li pronalazak, možda, narušava postojeće važeće patente. Iako ne postoji zakonska prepreka za patentiranje pronalaska koji narušavaju postojeće patente, ako neko proizvodi, prodaje ili koristi proizvod koji krši postojeće patente bez dozvole, vlasnik patenta može da tuži za naknadu štete. Drugo, proučavajući prethodne tehnike, pronalazači dobijaju osećaj koliko su slični njihovi pronalasci i prethodni izumi, i, na osnovu toga, procenjuju koliko je verovatno da će biti odobreni njihovi patenti. Treće, tim će razviti dodatno znanje, što će omogućiti članovima da lakše "odrade" dopunska potraživanja.

U toku razvoja proizvoda, većina timova akumulira niz referenci prethodnih pronalazaka. Neki od izvora informacija o prethodnim izumima su:

- postojeća i istorijska literatura o proizvodu;
- pretrage patenata; i
- tehničke i trgovačke publikacije.

14.6. Prikaz strukture potraživanja – III_m faza

Odobravanje patenta daje vlasniku zakonsko pravo da isključi druge koji narušavaju integritet i potraživanja patenta, kao što je već pominjano. Potraživanja opisuju određene karakteristike pronalaska, ona su napisana formalno-pravnim jezikom i moraju da se pridržavaju nekih pravila kompozicije. U ovom trenutku u procesu pripreme objavljivanja (otkrivanja) pronalaska, ekipa mora da pažljivo razmilsi o tome šta smatra da je jedinstveno u vezi pronalaska. Stoga je preporučljivo da ekipa struktuira potraživanja. Ne bi trebalo brinuti o pravnim preciznostima u ovom trenutku. Umesto toga, trebalo bi napraviti spisak mogućnosti i karakteristike pronalaska, za koje tim veruje da su jedinstvene i vredne. Na primer, nacrt zahteva za izum izolatora i držača čaše može biti:

- Upotreba nabora kao izolacija, u mnogim mogućim oblicima.
  - Nabori na unutrašnjoj površini valjka.
  - Nabori na spoljašnjoj površini valjka.
  - Nabori "u sendviču" između dva ravna sloja trake materijala.
  - Vertikalna orijentacija žljeba.
    - Žljebovi su otvoreni na vrhu i dnu noseće strukture.
  - Nabori sa "trouglastim" presekom.
  - Nabori sa "sinusoidnim" presekom.
- Oblik cilindra (cevi) sa otvorima na oba kraja.
  - U obliku zarubljenog konusa (zarubljene kupe).
- Materijal koji može da se reciklira.
  - Reciklaža lepka.
  - Reciklaža oplate.
    - Materijal od celuloze.
    - Biorazgradivi lepak.
    - Površine za štampanje.
    - Ravan nosač nabora između dva linijska nabora.

Pregled zahteva daje smernice o tome šta mora da se detaljno opiše u prijavi (opisu).

14.7. Opis pronalaska – IV_m faza

Najveći deo aplikacije patenta je formalno poznat kao `specifikacije`. Opis mora predstaviti pronalazak u dovoljno detalja da bi svi (i sa osnovnim znanjem i sa naprednim znanjem) mogli da sprovedu pronalazak. Opis treba da bude marketinški dokument koji promoviše vrednosti pronalaska i slabosti postojećih rešenja. Patentne prijave će biti pročitane od strane ispitivača patenta, koji će pretražiti i prostudirati i prethodna reženje

i izume. Opis mora da ubedi ispitivača da je pronalazač razvio nešto korisno što se razlikuje od postojećih pronalazaka. U tom smislu se može posmatrati kao opis suštinskog tehničkog izveštaja o pronalasku.

Tipičan opis sadrži sledeće elemente:

- Naslov. Obezbediti kratak opisni naslov za pronalazak.
- Spisak pronalazača. Svi pronalazači moraju biti navedeni. Nema zakonskih ograničenja za broj pronalazača i nema ograničenja u pogledu redosleda u kojem su navedeni pronalazači. Neispravna lista pronalazača može da dovede da patent bude proglašen nevažećim.
- Oblast pronalaska. Treba obajsniti vrstu uređaja, proizvoda, mašina ili metode na koji se ovaj pronalazak odnosi.
- Pozadina pronalaska. Definisati problem koji pronalazak rešava. Objasniti kontekst problema, šta nije u redu sa postojećim rešenjima, zašto je potrebno novo rešenje, a koje su prednosti koje nudi pronalazak.
- Pregled pronalaska. Ovaj odeljak treba da predstavi suštinu pronalaska u sažetom obliku. Rezime može da ukaže na prednosti pronalaska i kako se rešava problem opisan u pozadini.
- Kratak opis crteža. Treba izlistati spisak svih crteža u opisu, uz kratak opis svakog crteža.
- Detaljan opis pronalaska. Ovaj deo opisa je, obično, najveći i sadrši detaljan opis pronalaska, uz objašnjenje kako sve radi.

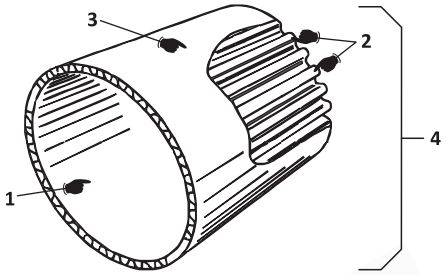
14.7.1. Crteži i slike

Formalni podaci za patente moraju biti u skladu sa različitim pravilima o etiketiranju, "debljinama" linija i vrstama grafičkih elemenata. Međutim, za objavljivanje pronalaska ili privremene aplikacije patenta, neformalni podaci su dovoljni i ručno skicirani ili CAD crteži savršeno odgovaraju. U nekom trenutku nakon podnošenja redovnog patenta, patentni zavod će zatražiti formalne slike (crteže).

14.7.2. Detaljan opis

Detaljan opis opisuje ostvarenje (sliku, primer) pronalaska. Ostvarenje je fizička realizacija traženog pronalaska. Patentni zakon zahteva da se u prijavama opisuju željena ostvarenja – najbolji način praktikovanja pronalaska. Uobičajeno, detaljan opis se organizuje kao skup stavova, gde svaki stav opisuje ostvarenje pronalaska u smislu njegove fizičke strukture.

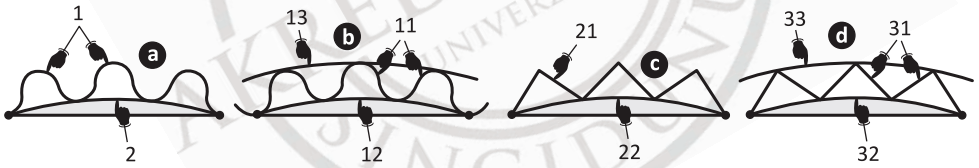
Dobra strategija za pisanje detaljnog opisa je da se prvo kreiraju podaci koji pokazuju ostvarenje pronalaska. Sledeće, opisuje se ostvarenje etiketiranjem svake funkcije preko slika i crteža i objašnjava se aranžman ovih funkcija. Na kraju, objašnjava se kako će se ostvariti projekat i zašto su vašne karakteristike za ovu funkciju. Ovaj proces se ponavlja za svako ostvarenje opisano u detaljnom opisu (slika 14.4).



Između glatkih površina 1 i 3 nalazi se sendvič struktura. Sklop 4 ima valjkasti oblik čiji se poluprečnik linearno menja i na taj način se formira deo zarubljene kupe. Spoljna glatka površina 3 obezbeđuje glatku površinu na kojoj može da se odštampa grafika. Sendvič struktura je zalepljena na glatke površine 1 i 3, i to lepkom koji se može reciklirati.

Slika 14.4. *Detaljan opis sa pratećim oznakama*

Detaljan opis treba da pokaže alternativna ostvarenja pronalaska. Na primer, u izolatoru i držaču za čaše, pronalazak funkcije "nabora" omogućava stvaranje izolacionog vazdušnog prostora. U željena ostvarenja spadaju trouglasta ili talasasta saća, sa glatkom površinom na spoljašnjoj strani, kako bi se omogućilo lako štampanje grafičkih poruka na držaču. Alternativna ostvarenja uključuju saća različitih oblika i oplate sa jedne ili sa druge ili sa obe strane (slika 14.5).



Slika 14.5. *Inovativna alternativna ostvarenja*

14.8. "Prečišćena" potraživanja – V_m faza

Potraživanja predstavljaju skup numerisanih fraza kojima se precizno definišu bitni elementi pronalaska. Potraživanja su osnova za sva ofanzivna patentna prava. Vlasnik patenta može da spreči druge da izvode pronalaske opisane samo kroz ili preko potraživanja. Ostatak aplikacije patenta je, u suštini, pozadina i kontekst za potraživanja.

14.9. Usaglašavanje namene – VI_m faza

U većini slučajeva, pronalazač ce dostaviti nacrt prijave patenta advokatu ili drugom profesionalcu za intelektualnu svojinu na preciziranje i zvaničan zahtev. Moguće je da podnese prijavu patenta, kao pojedinac, ako ima ozbiljno ograničen budžet. Treba imati na umu da su zakonski zahtevi administrativno složeni, pa se preporučuje da razvojni

timovi komercijalnih proizvoda zadrže nadležnog specijalistu koji će da "sledi" bilo koju aplikaciju kroz patentni zavod.

Nakon priprema za objavljivanje pronalaska, tim može da nastavi na četiri različita načina, sa specifičnim pravcima delovanja koji sy diktiranu od strane poslovnog konteksta.

- Tim može da podnese privremenu prijavu patenta. Pojedinac ili mala firma može da podnese privremenu prijavu patenta za manje od 100$ takse. Zahtev treba da sadrži samo opis pronalaska i ne mora da bude u skladu sa formalnostima redovnog patenta. Kada se privremena prijava podnosi, proizvod može biti označen kao "patent u toku". Ukoliko tim želi da nastavi redovnu prijavu patenta, ova aplikacija se mora podneti u roku od godinu dana od podnošenja privremene prijave patenta. Privremene patenta, dakle, deluje kao mogućnost za nastavak procedure redovne prijave patenta i dozvoljava timu da na vreme nastavi licenciranje ili dalja istraživanja, pre nastanka troškova redovnog patenta.

- Tim može da podnese prijavu patenta redovno u SAD. Ovaj proces košta oko 500$ takse za male firme ili pojedince, pored zakonske takse za patentnog advokata.

- Tim može da podnese ugovor saradnji u oblasti patenata (*Patent Cooperation Treaty* – PCT ili aplikaciju). PCT aplikacija omogućava jednu prijavu patenta u jednoj zemlji. Na kraju, izumitelj mora da nastavi zaštitu patenta u pojedinim zemljama ili u grupi zemalja (na primer, Evropska unija). Međutim, PCT proces omogućava da prvi koraci procesa budu obavljeni relativno efikasno i uz jednu tačku kontakta.

- Tim može da odloži aplikaciju na neodređeno vreme. Tim može da odloži prijavu u nadi da će buduće informacije regulisati očigledan pravac delovanja. U nekim slučajevima, tim može da odluči da ne nastavi pronalazak i zbog toga može da odluči da napusti proces patentiranja. Posledice odlaganja mogu biti značajne. Ako je pronalazak javno objavljen, onda se tim odrekao svih međunarodnih prava po pitanju prijavljenih patenata. Ako prođe godinu dana nakon javnog objavljivanja, bez podnošenja prijave za redovan patent, tim se odriče i svih prava po pitanjima patentnog zavoda SAD. Ipak, tim može biti u stanju da odloži bilo koju akciju za nekoliko meseci, pre nego što se ove eventualnosti ne realizuju.

U nekom trenutku, nakon što ekipa preda redovnu aplikaciju patenta ili PTO (*Patent and Trademark Office*) aplikaciju, patentni zavod će proslediti predmet dalje. U gotovo svim slučajevima, ispitivač patenata će odbiti mnoga ili sva potraživanja, ako patent nije novi artikal ili ako nije očigledan. To je norma i ona je deo krutih pravila između patentnog zavoda i pronalazača, koja, na kraju, treba da rezultira potraživanjima koja mogu da se patentiraju. Dalje, pronalazač i patentni advokat usaglašavaju argumente, uređuju (edituju) potraživanja kako bi ispoštovali komentare ispitivača, i odgovaraju za zahteve patentnog zavoda po pitanju izmena aplikacije. Većina aplikacija na kraju rezultira odobravanjem patenta, iako potraživanja retko kad opstaju onako kako su prvobitno napisana.

Patentni zavod ne pregleda, niti reaguje na privremene prijave patenata. To je samo evidencija njihovog podnošenja i smeštaj aplikacija za razmatranje, kada i ako bude predat redovni zahtev za patente.

14.10. Uticaj na rezultate i proces – $\mathrm{VII}_{\mathrm{m}}$ faza

Prilikom razmišljanja o aplikaciji patenta ili o obelodanjivanju (otkrivanju) pronalaska, ekipa bi trebalo da razmotri barem sledeća pitanja:

- Šta su osnovne karakteristike i prepoznatljiv koncept proizvoda, a samim tim i pronalazak? Da li su ove funkcije ogledaju u opisu pronalaska i potraživanja? Da li opis komunicira na najbolji način sa praktikovanjem pronalaska?
- Kada nastupaju buduće potrebne radnje? Patentni advokat tima, obično, vodi računa o datumima i ukazuje kada koja akcije treba da se preduzme kako bi se sačuvala patentna prava. Međutim, pronalazač ili neko unutar tima bi, takođe, trebalo da bude odgovoran za razmišljanje o radnjama koje treba preduzeti u narednim mesecima.
- Koji su aspekti procesa pripreme prijave patenta ili obelodanjivanja (otkrivanja) pronalaska "prošli" glatko i koji aspekti zahtevaju dalje napore u budućnosti?
- Šta je tim naučio pregledajući prethodna rešenja i patente i šta može da bude od pomoći u budućim naporima za razvoj proizvoda? Na primer, da li postoje vredne tehnologije koje mogu biti licencirane od strane nosilaca postojećeg patenta? Da li je moguće da razvojni tim koristi praktična rešenja za dugogodišnji problem, ako su istekla patentna prava konkurenta?
- Koliko je jaka pozicija tima po pitanju intelektualne svojine? Da li su karakteristike pronalaska u prijavi patenta, zaista nove i vredne da zaista sprečavaju takmace iz direktne konkurencije, ili će patent, verovatno, biti u stanju samo da spreči najdirektnije kopije proizvoda koje ostvaruju pronalazak?
- Da li je tim započeo proces suviše rano ili kasno? Da li se nepotrebno žurilo? Koji je to idealan trenutak za sledeći pokušaj da se pripremi prijava patenta?

Literatura

1. Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger: **Product Design and Development**, *Fourth edition*, McGraw-Hill International Edition, 2008.
2. Donald A. Norman: **The Design of Everyday Things**, Basic Books, 2002.
3. William Lidwell, Kritina Holden, Jill Butler: **Universal Prnciples of Design**, Rockport Publishers, Inc., 2003.
4. William Lidwell, Kritina Holden, Jill Butler: **Univerzalna načela dizajna**, (prevod sa engleskog jezika), MATE d.o.o., 2006.
5. John Maeda: **The Laws of Simplicity (Simplicity: Design, Technology, Business, Life)**, The MIT Press, 2006.
6. Bill Moggridge: **Designing Interactions**, *First edition*, The MIT Press, 2007.
7. Edward De Bono: **Lateral Thinking: Creativity Step by Step**, Harper Colophon, 1973.
8. Jennifer Hudson: **Process: 50 Product Designs from Concept to Manufacture**, Laurence King Publishers, 2008.
9. Rob Thompson: **Manufacturing Processes for Design Professionals**, Thames & Hudson, 2007.
10. Laura Slack: **What is Product Design?**, RotoVision, 2006.
11. Geoffrey Boothroyd: **Assembly automation and product design**, Taylor & Francis, 2005.
12. Geoffrey Boothroyd, Peter Dewhurst, Winston Anthony Knight: **Product design for manufacture and assembly**, M. Dekker, 2002.
13. Richard Morris: **The Fundamentals of Product Design**, AVA Publishing, 2009.
14. Carl lui: **Innovative Product Design Practice: Carl Liu Design Book**, CYPI Press, 2007.
15. Donald A. Norman: **Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things**, Basic Books, 2005.

16. Donald A. Norman: **The Design of Future Things**, *Reprint edition*, Basic Books, 2009.

17. Chris Lefteri: **Making It: Manufacturing Techniques for Product Design**, Laurence King, 2007.

18. Marianne Rosner Klimchuk, Sandra A. Krasovec: **Packaging Design – Successful Product Branding from Concept to Shelf**, John Wiley & Sons, Inc., 2006.

19. Grupa autora: **Structural Package Design**, The Pepin Press/Agile Rabbit Editions, 2007.

20. Grupa autora: **Special Packaging**, The Pepin Press/Agile Rabbit Editions, 2007.

21. Milenko Heleta, Dragan Cvetković: **Osnove inženjerstva i savremene metode u inženjerstvu**, Univerzitet "Singidunum", Beograd, 2009.

22. Dragan Cvetković: **Računarska grafika**, CET i Računarski fakultet, Beograd, 2006.

Sajtovi sa Interneta u vezi sa materijom

- http://ocw.mit.edu/index.htm
- http://www.graphicdesignbasics.com/
- http://www.sunderland.ac.uk/study/course/937/
- http://www.scad.edu/graphic-design/courses.cfm
- http://www.packagedesignmag.com/
- http://ocw.mit.edu/courses/
- http://web.mit.edu/2.744/www/index.html
- http://www.me.umn.edu/courses/me2011/smartprodcourse/
- http://www.npd-solutions.com/pdforum.html
- http://www.vorelco.com/
- http://www.nysaes.cornell.edu/necfe/product/product_main.html
- http://www.customfuture.com/?gclid=CN3kpajOv6YCFYUw3wodCki4IA
- http://www.pddnet.com/
- http://www.design1st.com/
- http://www.dsiiti.com/about/ProductDevelopment.shtml