

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Основи конструисања

Број индекса: 61/2016

Кристина С. Милић

Један савремени приступ процесу конструисања

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Редовни проф. др Ненад Марјановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да: анализира савремени приступ процесу конструисања, посебна пажња треба да се усмери ка разумевању конструисања, као и на улогу конструктора и конструкторских тимова приликом израде производа; потребно је представити зависност самог производа од процеса конструисања и организовање адекватног пројекта.

Препоручена литература:

- [1] Wickert J.; Lewis K., (2013.), An Introduction to Mechanical Engineering, USA, Cengage Learning.
- [2] Ullman G. D., (2010.), The Mechanical Design Process, New York, The McGraw-Hill Companies.

Крагујевац, 2019.

Ментор:
др Ненад Марјановић, редовни проф.

Садржај

1. УВОД.....	2
2. РАЗУМЕВАЊЕ МАШИНСКОГ КОНСТРУИСАЊА	3
2.1 Фактори и процес конструисања до продаје производа.....	3
2.2 Метода конструисања „преко зида“	5
2.3 Значај функције производа, понашања и перформансе	6
2.4 Проблеми машинског конструисања	7
2.4.1 Избор конструкције	8
2.4.2 Конфигурација конструкције	8
2.4.3 Параметри конструкције	9
2.4.4 Оригинална конструкција	9
2.4.5 Реконструкција	9
2.5 Кораци конструкцијских одлука	11
3. КОНСТРУКТОРИ И КОНСТРУКТОРСКИ ТИМОВИ	13
3.1 Обрада људских информација	13
3.2 Мисаоне активности у процесу решавања проблема	15
3.3 Креативност стваралаца	16
3.4 Структура и перформансе конструкторског тима	18
4. ПРОЦЕС КОНСТРУИСАЊА И ОТКРИВАЊЕ ПРОИЗВОДА.....	21
4.1 Процес конструисања	21
4.1.1 Откривање производа	22
4.1.2 Планирање пројекта	23
4.1.3 Дефинисање производа	24
4.1.4 Идејно решење.....	25
4.1.5 Развој производа	26
4.1.6 Подршка производа	27
4.2 Квалитет производа	28
4.3 Откривање производа	29
4.3.1 Зрелост производа	30
4.3.2 Каноов модел задовољења купаца	31
4.4 Избор пројекта	33
4.4.1 SWOT анализа	33
4.4.2 Анализа предности и недостатака.....	34
4.4.3 Основе одлучивања	34
4.4.4 Доношење одлуке о портфељу.....	36

4.5 Планирање пројекта.....	38
4.6 Типови пројектних планова.....	39
4.7 Развој плана.....	42
4.8 Комуникација током процеса конструисања	45
4.8.1 Конструкторски записи и белешке	45
4.8.2 Документи који комуницирају са менаџментом.....	46
4.8.3 Документи који описују коначни пројекат	46
5. ЗАКЉУЧАК.....	49
6. ЛИТЕРАТУРА.....	50

Резиме

Развојем тржишта јавила се потреба за производом високог квалитета уз ниске трошкове и краће време израде, на основу које се задовољавају захтеви купаца. Овакав производ се постиже уз помоћ примене савременог приступа процеса конструисања. У овом раду представљене су основе за разумевање механичког конструисања. Такође, размотрене су људски утицаји на конструкцију производа и приказане су кључне фазе процеса конструисања. На крају рада представљене су анализе на основу којих је извршен избор адекватног пројекта.

Кључне речи: *конструисање, конструктори, производ, квалитет*

Abstract

With the development of markets the need for products of high quality, low cost and quick production time has increased, the goal of this is a greater satisfaction of the customer. This kind of product is achieved by implementing a modern approach to product construction. In this thesis the basics of mechanical construction will be presented. Likewise, the human effect on product construction will be shown, as well as the key phases of the construction process. At the end of the thesis the process of picking an adequate project will be shown.

Key words: construction, constructor, product, quality

1. УВОД

У данашње време не постоји ниједан аспект у који није укључен рад инжењера. Инжењер би могао кренути од празног листа папира, замислити нешто ново, развити га и прерадити тако да поуздано ради и испуњава ограничења сигурности, трошкова и могућности израде. Они конструишу многе потрошачке производе које се користите свакодневно, као и машине потребне за производњу већине производа.

Процес конструисања започиње идејом о машини одређених карактеристика за обављање одређене функције, док се на крају процеса конструисања добија конструкциона и експлатациона документација. Без обзира на то шта се конструише, постоје одређене технике које се могу користити током конструисања како би се постигли успешни резултати. Зато конструктор при решавању задатка мора да узме у обзир све захтеве које поставља наручилац конструкције и које конструкција мора да задовољи [1].

У инжењерском конструисању, конструктори користе три врсте знања:

- Знање за генерисање идеја,
- Знање за процену идеја и доношење одлука и
- Знање за структуирање процеса конструисања.

Генерација идеја почиње из искуства и природних способности. Што се тиче евалуације идеја, делимично потиче из искуства, а делом из формалне обуке и представља фокус инжењерског образовања. Генеративно и евалуацијско знање су облици знања специфичних за домен. Знање о процесу конструисања и одлучивању у великој мери је независно од знања специфичног за домен.

Процес конструисања који има као исход квалитетан производ може се научити под условом да конструктор има:

- Довољно способности и искуства за генерисање идеја и
- Довољно искуства и обуке за њихово процењивање.

Овим радом биће представљена позадина машинског конструисања, где су дефинисани појмови који представљају основу за проучавање процеса конструисања. Поред тога, размотрени су људски елементи конструкције производа као и фазе које се примењују при конструисању [2].

2. РАЗУМЕВАЊЕ МАШИНСКОГ КОНСТРУИСАЊА

2.1 Фактори и процес конструисања до продаје производа

Стална потреба за новим, економичним и висококвалитетним производима довела је до стварања веома сложених производа да већина захтева тим људи из различитих области за стварање боље и ефикасније идеје од оне која јој претходи. Поред тога, глобално тржиште подстакло је потребу за развојем нових производа врло брзим темпом. Да би се такмичила на овом тржишту, компанија мора бити веома ефикасна у конструисању својих производа.

Фактори конструисања производа, пословања и производње представљају важне факторе који одређују успех или неуспех производа (слика 1).



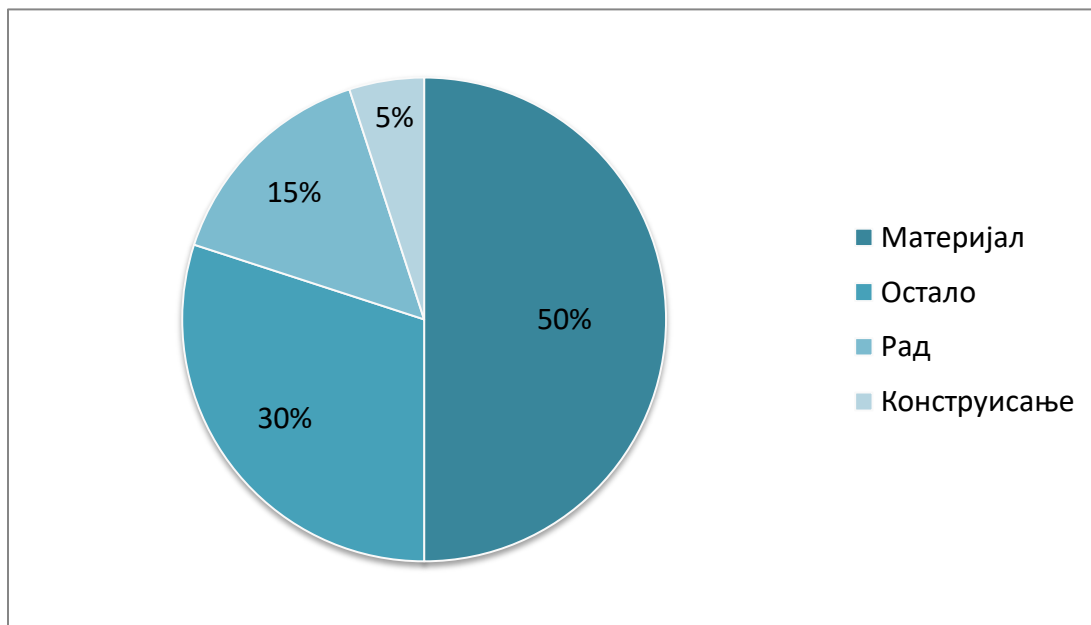
Слика 1. Фактори који контролишу развој производа [2]

Фактори конструисања производа фокусирају се на функцију производа, а у вези са функцијом су облик производа, материјал и процес производње. Што се тиче пословања, циљано тржиште је један од битних фактора. Циљ предузећа је да заради новац како би испунио своју предвиђену продају. Поред наведеног, на пословање утиче и способност

компаније да промовише и дистрибуира производ као и сама цена производа. Као што је приказано у елипси производње, систем производње је централни фактор.

Може се видети да се и конструисање производа и производња баве процесом производње. Избор облика и материјала, који дају функцију производа, утичу на процес производње као и на цену производа. Ово је само један пример колико су конструисање, производња и предузећа повезани.

Без обзира на то који производ се конструише, било да се ради о целом систему или само малој промени постојећег производа, купац и руководство га увек желе јефтиније (нижи трошкови), боље (већи квалитет) и брже (мање времена). Стварни трошкови конструкције производа су мали део трошкова производње. Као што је приказано на слици 2, само је 5% производних трошкова намењен конструисању. Међутим, квалитет конструисања на трошкове израде много је већи од 5%.



Слика 2. Трошак конструисања као део производне цене [2]

Резултати процеса конструисања такође имају утицај на квалитет производа. Најважније мере квалитета производа су:

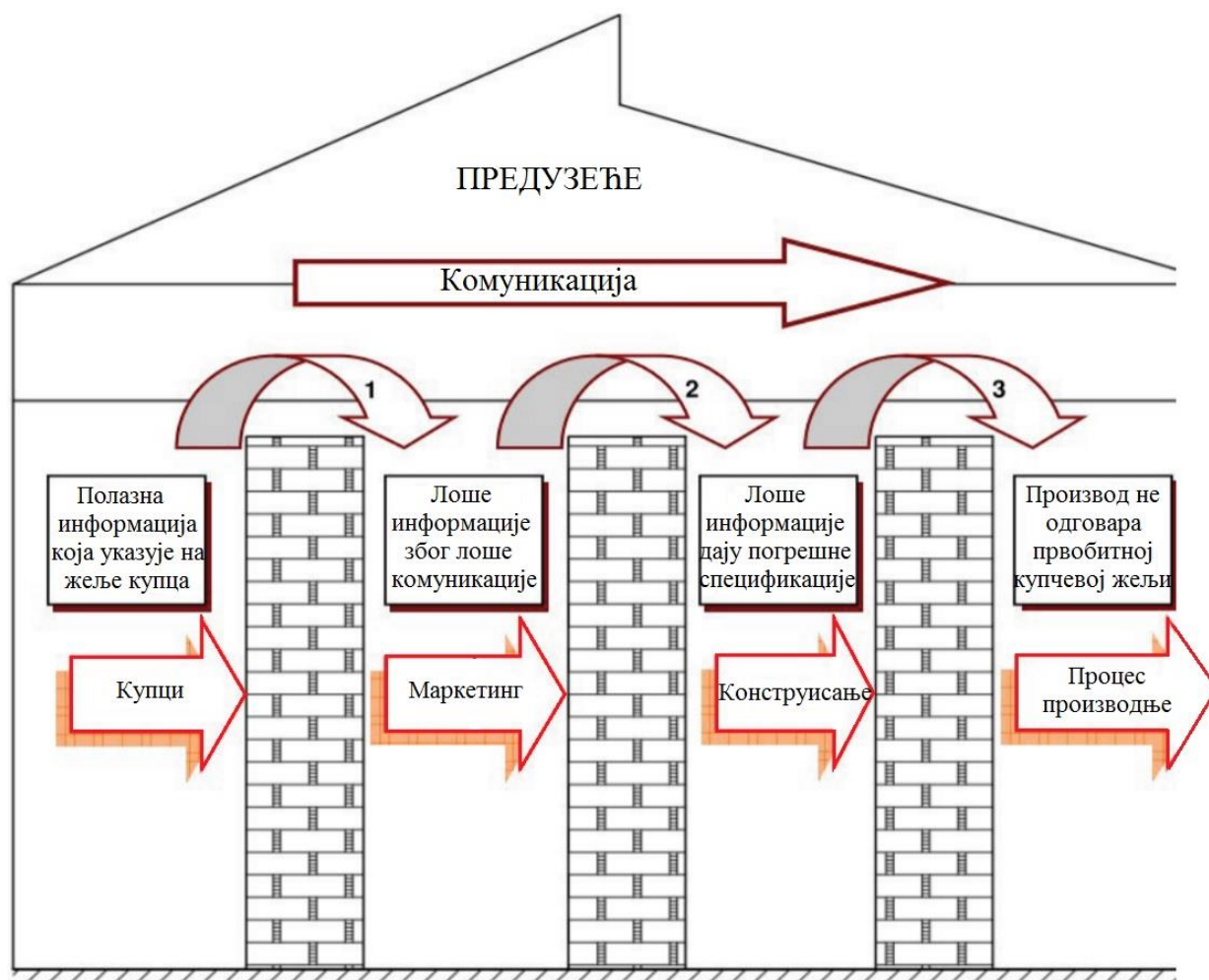
- Да ради како треба,
- Да укључује најновију технологију и
- Да траје дуго.

Већина других мера квалитета зависи од облика, материјала и изабраног процеса производње. Осим што утиче на трошкове и квалитет, процес конструисања утиче и на време потребно за производњу новог производа. Многи инжењери, у случају неке веће грешке потроше чак 50% свог времена, а поред тога, и у колико је потребно више времена да се производ пласира на тржиште. Како се тежи за бржим развојем, у већини индустрија

током двадесетих година време развоја је скраћено за половину. Недавна искуства показују да су повећање квалитета и смањење трошкова и времена уско повезани [2].

2.2 Метода конструисања „преко зида“

Некада, једна особа је могла да конструише и произведе читав производ на основу довољног знања о физици, материјалима и производним процесима, чак и да конструише неке велике пројекте као што су бродови и мостови. Како су производи и производни процеси постали толико сложени, једна особа више није имала довољно знања или времена да се фокусира на све аспекте прозвода па су различите групе људи постали одговорни за маркетинг, конструисање, производњу и целокупно управљање. Ова еволуција довела је до уобичајеног процеса конструисања „преко зида“ (слика 3).



Слика 3. Метода конструисања [3]

У основи, љуљи на тржишту комуницирају путем писмених захтева или усмено,

која се представља као информација која се „баца преко зида“. Ту информацију инжењери разматрају и преве детаљну спецификацију (одабир материјал, технички и склопни цртеж и упутство за монтажу). Ове спецификације се „бацају преко зида“ и то процесу производње где се израђује производ на основу пристигле документације. Међутим, због комуникације „преко зида“ долази до бројних слабости јер добијени производ може бити оно што није била првобитна купчева жеља.

За развој нових производа треба да постоји већа комуникација између маркетинга, пројектовања и производње зато што:

- Маркетинг можда неће пренети јасну слику онога што је купац желео,
- Инжењери немају контакт са купцима па може доћи до лошег разумевања конструкцијског проблема и
- Инжењери немају довољно знања о производњи па се неки делови не могу произвести онако како су нацртани.

Према томе, овај поступак „преко зида“ је неефикасан, скуп и даје производе лошег квалитета, а поврх свега и даље је присутан у многим предузећима [2].

2.3 Значај функције производа, понашања и перформансе

У машинском инжењерству обично се користи израз функција, рад и сврха како би се описало шта уређај ради. Класификација механичких уређаја се најчешће врши по његовој функцији. У ствари, уређаји који имају само једну главну функцију именовани су за ту функцију (на пример: одвијач има функцију да убаци или уклони вијак).

Многи уобичајени уређаји се налазе у каталогу према њиховиј функцији. На пример, у каталогу лежајева могу се пронаћи различити стилови лажајева. Сваки „стил“ има различиту геометрију, иако сви имају исту функцију (намену) да смање трење између осовине и другог предмета. Облик и функција су разграничени дуж истих граница и то важи за многе механичке уређаје, као што су: пумпе, вентили, мењачи као и отпорници и кондензатори.

Друга два појма, која се често односе на функцију, су понашање и перформансе. Функција и понашање се често користе синонимно, али ипак постоји суптилна разлика, као што је приказано на слици 4.



Слика 4. Функција и понашање [2]

На овој слици налазе се два стандардна системска блока са улазом (који је представљен стрелицом према оквиру), системом који делује на улазу (представљен кутијом) и реакцијом система на улазу (представљен стрелицом из оквира). У горњем делу слике, показује да је функција жељени излаз из система који треба тек да буде конструисан, а да је сам уређај који се конструише непознат али оно што желимо да урадимо је познато. Ако је систем познат, као што је приказано на другом делу слике, тада се може наћи понашање система који представља стварни излаз. Дакле, понашање се може мерити, док је функција само жеља.

Што се тиче перформансе, то је мера функције и понашања тј. колико уређај добро ради за оно што је створен. Пре конструисања, потребно је развити јасну слику његових жељених перформанси. На пример, један од функционалних циљева конструкције је да управљач бицикле мора „подржати 50 килограма“, мерљиве жељене перформансе за управљач. Шесте недеље, након конструисања управљача врши се аналитичка симулација његове снаге или се може измерити снага прототипа како би се пронашле стварне перформансе у поређењу са жељеним [2].

2.4 Проблеми машинског конструиања

Процес конструисања за сваки проблем је у основи исти, иако су дисциплине веома различите. Већина конструкцијских ситуација је комбинација различитих врста проблема, док је проблем који је искључиво једне врсте реткост.

У овом делу, описане су различите врсте конструкцијских проблема независно од дисциплине, а то су [2]:

- Избор конструкције,
- Конфигурација конструкције,
- Параметри конструкције,
- Оригинална конструкција и
- Реконструкција.

2.4.1 Избор конструкције

Ова врста конструкције користи се сваки пут када се одабере артикал из каталога. Избор конструкције укључује одабир једне или можда више ставки са листе сличних предмета. Код каталога који садржи више од неколико ставки са различитим карактеристикама, почиње се са јасном потребом како би се решио проблем селекције. Потребно је проценити потенцијална решења у складу са специфичним захтевима да би се направио прави избор.

Током процеса конструисања производа, инжењер мора да одабере, на пример, лежај који ће подржати осовину. На основу величине осовине, максималној радијалној сили и максималном броју обртаја бира се одговарајући лежај из каталога. Како постоје различити типови лежајева, на основу каталога се брже могу извршити листе потенцијалних лежајева. Чак и ако се направи кратка листа, добра одлука ће се донети уз више знања о функцији лежаја и инжењерских захтева о њему. Ово је једна најједноставнија врста конструкцијског проблема [2].

2.4.2 Конфигурација конструкције

Конфигурација или амбалажа конструкције представља нешто сложенији облик конструисања где су све компоненте конструисане, а проблем је како их саставити у готов производ. Ова врста конструкције слична је игрању са разним играчкама чија је намена слагање или уређењу намештаја за дневне собе.

Један начин решавања ове врсте проблема је да се насумично одабере једна компонента са листе која ће се позиционирати тако да се испуне сва ограничења на том скупу. У случају да настану проблеми, потребно је да се направи резервна копија и да се покуша поново. За неке од компоненти које се уклапају у склоп могуће је извршити промену величине, облика или функције што конструктору даје већу могућност да одреди потенцијалне конфигурације које могу да отежају решавање проблема [2].

2.4.3 Параметри конструкције

Проналажење вредности за карактеристике које карактеришу предмет који се проучава, укључено је у параметре конструкције, где је потребно само да се пронађу неке вредности које задовољавају услове.

На пример, ако је потребно да се конструише цилиндрични резервоар за складиштење који треба да садржи одређену количину течности (V), како би се одредио његов полупречник (r) и дужину (l) потребно је користити образац за запремину која гласи:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot l$$

Може се закључити да ће бесконачни број вредности полупречника и дужине задовољити ову једначину и да вредности на које треба подесити параметре нису у потпуности дефинисане. Компанија може издати правила како би конструкторима олакшала израду. Ово је један врло једноставан пример где се јављају параметарски проблеми конструкције [2].

2.4.4 Оригинална конструкција

Ако је инжењер конструисао, на пример, точак, а да га пре тога никада није видео то значи да има оригиналну конструкцију. Када проблем конструкције захтева развој процеса, монтаже или компоненте која раније није постојала, захтева оригиналну конструкцију.

Већина проблема са избором, класификацијом и параметрима представљени су једначинама, правилима или неким другом шемом, док се проблеми оригиналне конструкције обично не могу свести на било који алгоритам јер сваки од њих представља нешто ново и јединствено.

Потенцијална решења су ограничена на:

- Листу,
- Распореду компоненти или
- Скупу сродних карактеризацијских вредности.

Решавање било ког проблема конструкције са ограниченим бројем потенцијалних решења, могуће је ако постоји јасна методологија извођења оригиналне конструкције [2].

2.4.5 Реконструкција

У индустрији, већина проблема која се решавају односе се на реконструкцију постојећег производа који су углавном рутински. Ако произвођач хидрауличних цилиндара прави производ који је дугачак 0,25 метара а купцу је потребан цилиндар дужине 0,3 метара, произвођач може да продужи цилиндар и клипну шипку како би задовољио захтев купца. Промене које треба да се изврше могу захтевати само промену параметара или нешто обимније, на пример ако материјали нису доступни у потребној дужини. Без обзира на промену, модификација постојећег производа како би се задовољили нови захтеви представља пример реконструкције.

Ако се као пример узме и бицикл, на основу слике 5 и слике 6 може се видети како су основне конфигурације прилично отменије данас него крајем деветнаестог века.



Слика 5. Бицикл из 1885. [4]

Како купци увек траже побољшане перформансе, бољу удобност, ергономију и вешања, као и побољшан материјал и компоненте поново је почео развој бицикла. Свакако, поента је да се чак и зрела конструкција мења како би се задовољиле нове потребе, а поред тога и како би се привукли нови купци или искористио нови материјал.



Слика 6. Бицикл из 2019. [5]

Део конструкције новог бицикла је рутински, а део оригиналан. Поред тога, многи проблеми били су параметарски, проблеми са избором и проблеми са конфигурацијом. На основу тога, реконструкција производа, чак и зрелог, може захтевати широк спектар конструкцијских активности [2].

2.5 Кораци конструкцијских одлука

Напредовање од проблема конструкције до коначног производа врши се корацима који се наглашавају конструкцијским одлукама које мењају стање конструкције. Стање производа чине све информације о њему у било ком тренутку у току процеса, а у почетку је само изјава док је у току процеса колекција свих до сада створених знања, цртежа, модела, анализа и белешки.

Постоје два различита погледа на то како процес конструисања напредује од једне до друге конструкције:

- Производи се развијају непрекидним упоређивањем стања конструкције и циља, односно захтева за производ датим у изјави о проблему, где је потребно да су сви захтеви познати на почетку проблема конструкције и да се разлика између њих и тренутног стања може лако пронаћи и
- Када се покрене нови проблем, захтеви за решавање конструкције се ограничавају, а даљим настављањем се додају друга ограничења све док не постоји само једна коначна конструкција. Тј. конструкција је узастопни развој и примена ограничења све док не постане један јединствен производ.

Ограничења која су у току процеса конструисања додата долазе из два извора. Први је од знања конструктора и специфичног проблема који се решава. Како сваки конструктор има различита знања, ограничења која се уводе за одређени проблем чине решење сваког конструктора јединственим. Други извор ограничења која се додају у току процес конструисања је одлука о констукцији. На пример, ако се за спајање два комада лима изаберу одређени пречници вијака, то ограничење на одређени пречник утиче и на многе друге одлуке као што су одабир алати за затезање вијака, дебљина коришћених материјала и слично. Како већина ограничења зависе од резултата пројектних одлука, неопходно је да конструктори дају добре одлуке у процесу конструисања [2].

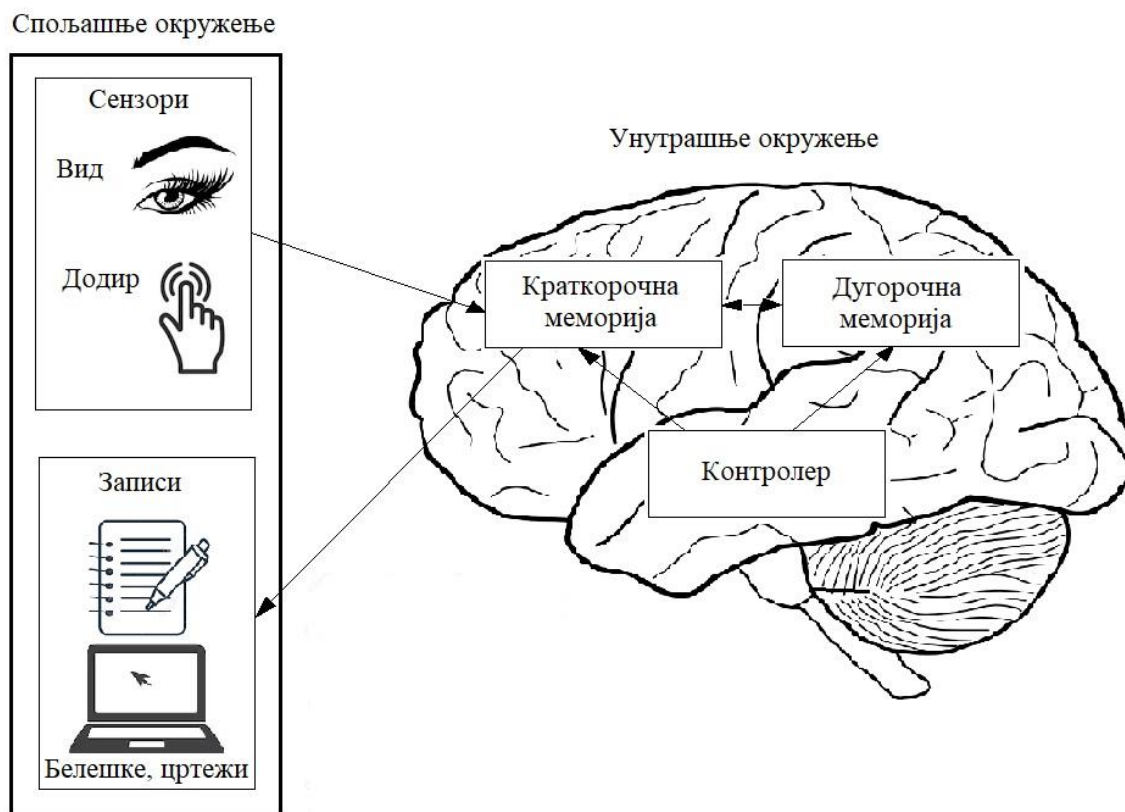
3. КОНСТРУКТОРИ И КОНСТРУКТОРСКИ ТИМОВИ

Конструкција представља заједништво техничких процеса, когнитивних процеса и друштвених процеса. Како људи конструишу механичке предмете прво се описује когнитивни модел где се истражују све врсте информација које се обрађују и дефинише се термин знања. Проток информација у људској меморији, развија различите врсте операција које конструктор мора обухватити током процеса конструисања и истражује се креативност.

Структура конструкторског тима укључује описе чланова тима и како се њима управља, док изградња и одржавање конструкторског тима укључује како покренути тим и решити проблеме током развоја [2].

3.1 Обрада људских информација

Когнитивна психологија проучава људску способност за решавањем проблема, која је развила модел који даје прилично добру представу о томе шта се догађа унутар главе конструктора током конструкторских активности. Ментални систем решавања било ког проблема који се примењује и за решавање конструкцијских задатака, приказан је на слици 7.



Слика 7. Обрада информације [2]

Обрада информација се одвија кроз два окружења:

- Унутрашњег окружења – чување и обрада информација унутар људског мозга и
- Спољашњег окружења – папир, оловка, каталог, цртеж, итд.

У унутрашњем окружењу (људском мозгу), постоје две врсте меморија: краткотрајна и дуготрајна меморија. Информације улазе у систем преко сензора, тј. чула вида, слуха и додира, док се чула укуса и мириса ретко користе у процесу конструисања. Поред тога, постоји контролер за управљање информацијама које су добијене преко чула, између две врсте меморије и излазним информацијама.

Краткорочна меморија представља главни процес обраде информација у људском мозгу. Њена важна особина је велика брзина. За обраду информација није познато која количина краткотрајне меморије се користи, али се зна да се за теже проблеме користи више меморије.

Дугорочна меморија се користи за трајно задржавање информација. Постоје четири главне карактеристике дугорочне меморије:

- Има неограничен капацитет и не постоји могућност да мозак постане „пун“, без обзира на величину,
- Веома је спора чак толико да јој је потребно 2 до 5 минута да запамти скуп информација. То објашњава зашто проучавање новог материјала траје дуго,
- Могуће је брзо обнављање информација у зависности од сложености и последње употребе,
- Сачуване информације се могу пронаћи на различитим нивоима апстракције, на различитим језицима и са различитим карактеристикама.

Контролер, при решавању проблема, омогућава разумевање спољних информација које су добијене путем чула или за проналажење информација из дугорочне меморије која ће се обрадити у краткорочној меморији. Поред тога, служи за продужење краткорочне меморије прављењем белешки и скица, а при завршетку чува резултате у дугорочној меморију или у спољашњем окружењу у облику текста, цртежа или описа.

Спољашње окружење има више важних улога у процесу конструисања:

- Представља извор информација,
- Поседује аналитичке способности,
- Представља документацију и комуникацију објекта,
- Продужетак је за краткорочну меморију, што је најважније за конструкторе.

Главни фактор способности за решавање проблема је величина краткорочне меморије. Сваки конструктор који покушава да реши проблем, прво ће направити скицу која служи као додатни део информације коју треба обрадити [2].

3.2 Мисаоне активности у процесу решавања проблема

У процесу конструисања, без обзира да ли се ради о неком сложенем систему или о ситницама на постојећој компоненти, конструктор треба да разуме, генерише и оцени проблем.

Разумевање проблема – пре него што се информација о проблему напише или нацрта, изјава проблема се мора разумети. То се дешава у краткорочној меморији, где се реченица разлаже на изразе која се упоређује са информацијама у дугорочној меморији, како би се проверило да ли има смисла. Овај пролазак кроз проблем покушава да задржи само главне функције проблемског уређаја. Нажалост, не постоји гаранција да ће се идентификовати најважније функције због непотпуних информација које се јављају на почетку проблема. У суштини, разумевање проблема представља поређење захтева о жељеној функцији и информација из дугорочне меморије.

Генерисање решења – да би се добила информација из дугорочне меморије, потребан је начин индексирања постојећих информација. Индексирање меморије се може извршити према функцији, облику, величини или некој другој карактеристичној форми. За поједине проблеме, постојеће информације обухватају потребне захтеве конструкције и тада је проблем решен. Ако се за нови проблем не може наћи решење, потребно је извршити декомпозицију проблема на подпроблеме и да се пронађу решења која ће да се комбинују у коначно решење.

Оцена решења – поређење генерисаних идеја са законима природе, способности технологије и захтевима самог конструкцијског проблема представља оцену производа.

На крају сваке активности, при решавању проблема, доноси се одлука, тј. можда ће се прихватити идеја која је генерисана и процењена или ће се искористити за други аргумент који је повезан са проблемом. Због тога, структура процеса конструисања која представља пут од изјаве проблема до решења треба да буде често контролисана.

Понашање особе која решава проблем утиче на то какве ће се одлуке доносити појединачно, а поред тога има и значајан утицај на ефикасност тима. Постоје пет димензија личног решавања проблема:

- Прва описује поједини извор енергије или екстраверзије која представља мерило да ли се ради о унутрашњем или спољашњем начину решавања проблема. Особа која је спонтана, добро слуша, мисли и тада говори и ужива да решава проблем сама је унутрашњи решавач проблема, док је спољашњи решавач проблема особа која је друштвена и склона је да говори и мисли,
- Друга одржава склоност стилу или оригиналности информација која представља мерило да ли особа воли да ради са чињеницама или могућностима. Људи који више воле чињенице и детаље су дословни, практични и реални, цене овде и сада. Они који размишљају у погледу могућности, образаца, концепата и теорија траже односе између информација и значења информација,
- Трећа мери који језик особа користи, тј. да ли се ради о вербалним или о визуелним информацијама. Вербалне информације укључују писмене или изговорене речи и

математичке формуле, док у визуелним информацијама спадају слике, дијаграми и графикони,

- Четврта одржава стил расправе или споразума, тј. објективност или субјективност са којом се решава проблем. Особе које се ослањају на међуљудску умешаност, околности и „исправну ствар“ субјективно се понашају при конструисању. Насупрот томе, чланови тима који су логични и аналитични, објективно приступају проблемима,
- Пета и последња димензија личности представља потребу да се донесе закључак током доношења одлуке. При томе, особа може бити флексибилна или одлучна. Флексибилна особа је она која је прилагодљива и спонтана, док са друге стране, особа која доноси одлуке са минималним стресом и воли окружење које је контролисано, онда је она одлучна.

Будући да сви чланови тима имају појединачни начин решавања проблема који се разликују један од другог. Да би тим функционисао потребно је да се нађе заједнички језик (компромис), између чланова тима, како би група опстала и била функционална. Истраживања су показала да је психолошка свест тима изузетно важна за правилно функционисање групе [2].

3.3 Креативност стваралаца

Пре него што се опишу карактеристике креативног инжењера, потребно је напоменути да креативно решење проблема треба испунити два критеријума:

- Мора да реши постављени проблем и
- Мора бити оригинално.

Дакле, креативност је више од само стварања добрих идеја. Критеријум оригиналности зависи од знања конструктра као и друштва у целини. Оно што је једној особи ново и оригинално може бити познато другим лицима. Зато друштво оцењује оригиналност и означава решење или особу „креативном“. Како сви људи имају исту когнитивну или решавајућу структуру, неки од њих могу генерисати „генијалне идеје“, док су други сјајни у сложеној анализи али не могу смислити нове концепте, без обзира колико се трудили.

Најбољи начин разумевања креативности је да се опише као однос са другим људским особинама:

- **Креативност и интелигенција** – доказано је да постоји мала повезаност између креативности и интелигенције.
- **Креативност и способност визуелизације** – креативни инжењери имају способност да у својој глави визуелизују, генеришу и манипулишу визуелним сликама. Људи показују информације на три начина: као семантичке информације (речи), као графичке информације (слике) и као аналитичке информације (једначине). Речи и једначине обухватају серије информација које се углавном разумеју на основу редоследа речи, променљивих и константи, док слике садрже паралелне информације где се могу видети много различитих ствари. Како су неки

људи веома добри у разлагању и манипулисању сликама, док други нису, то се може унапредити пракаом.

- **Креативност и знање** – при решавању проблема, сви конструктори почињу на основу свог знања које се модификује као би се решио постојећи проблем, а то представља модел система за обраду информација. Овај процес укључује мале покрете који су повезани са претходним искуством. Креативни људи морају задржати слике од старог конструисања, у дугорочној меморији, јер на основу њих обликују нову идеју. Да би конструктор био креативан потребно је да има знање о постојећим механичким производима, а поред тога, без знања не би могао да оцени конструкцију. Знање у одређеној области конструктор може да стекне само напорним радом у тој области. Због тога, добро познавање основних инжењерских наука је од великог значаја за креативност конструктора.
- **Креативност и склоност манипулације решења** – како стварање нове идеје настаје из комбинације делова постојећег знања, способности да се разложи и манипулише већ стеченим знањем представља важну особину креативног конструктора. Ова особина, више него било која друга која је до сада наведена, се може побољшати вежбањем.
- **Креативност и преузимање ризика** – способност да се преузме интелектуална шанса је још једна особина креативног инжењера. Страх од грешака или трошења времена на конструкцију која на крају неће функционисати су карактеристике особа које нису креативне.
- **Креативност и конформизам** – креативни људи теже да буду неконформисти. Постоје две врсте неконформиста: конструктивни (који заузимају став јер мисле да су у праву) и опструктивни неконформисти (који заузимају став само да би имали супротно мишљење). Разлика између наведене врсте је то што конструктивни неконформисти могу створити добру идеју, док опструктивни само успоравају напредак у конструисању. У конструктивне неконформисте спадају креативни инжењери, јер они желе да ствари ураде на свој начин.
- **Креативност и техника** – постоје више начина којима конструктор приступа при решавању проблема. Ако се у почетку користи поступак који не доноси решења, прелази се на алтернативне технике.
- **Креативност и окружење** – да би креативност била већа потребно је да радно окружење преузме ризик и да подстиче нове идеје. Поред тога, ако су саиграчи и остале колеге креативни, окружење се увек побољшава.
- **Креативност и вежба** – као што је већ речено, креативност долази са праксом. У каријери већине конструктора, постоје периоди када имају добрих идеја које окружење подржава и тада се једна добра идеја надограђује другом. Поред окружења, пракса повећава број и квалитет идеја.

На основу наведеног, може се видети да креативни конструктор има способност визуелизације, радан је и вредан, конструктивни неконформиста, са великим знањем о одређеној области и да самостално анализира чињенице.

Многи конструкциони задаци захтевају таленте који се разликују од онних који описују креативне особе. Конструкција захтева да се пажња посвети детаљима као и да постоје

снажне аналитичке способности. Дакле, реализација конструкције захтева особе са различитим вештинама и талентима, тако да постоје веома добри конструктори који нису посебно креатовани [2].

3.4 Структура и перформансе конструкторског тима

Већина конструкцијских проблема захтева конструкторске тимове, тј. малу групу људи са комплементарним вештинама које су потребне за дати проблем, заједничким циљевима и поступцима за које су узајамно одговорни. Свака група није нужно тим, јер група примарно комуницира како би разменила информације и тако да помогне сваком појединцу како би обавио дужности у оквиру својих одговорности.

Важне чињенице за успешно функционисање конструкторских тимова су:

- Тимски рад је кључан за успех у конструисању, зато што већина проблема настају од независних делова а сви они се морају решавати истовремено,
- Руководство преузима ризик за формирање тима, јер тим треба да буде овлашћен при доношењу одлуке као и да ту одговорност преузима на себе,
- Тимови успостављају комуникацију како би подржали решавање проблема у реалном времену,
- Тимови развијају снажне одлуке на основу консензуса, а не на основу ауторитета.

Тимови решавају проблеме конструисања на исти начин као и појединац (разумевањем, генерисањем, оцењивањем и доношењем одлука). Међутим, постоје следеће важне разлике код тимског рада:

- Чланови тима морају да науче како да сарађују једни са другима, јер сарадња значи више него сам заједнички рад,
- Тимови су углавном овлашћени за доношење одлука, тако да чланови морају да постигну компромис,
- Чланови тима морају да успоставе комуникацију како би подржали решавање проблема у реалном времену. Поред тога, чланови морају осигурати да и остали чланови тима на исти начин разумеју и оцењују конструкционе идеје, као и они сами. Развој заједничке визије захтева добро разумевање проблема,
- Чланови тима и руководство треба да буду посвећени добробити тима, јер ако нису тешко ће се достићи циљеви.

Улоге у конструкторском тиму се мењају са фазама развоја производа као и за различите производе, а називи се разликују од предузећа до предузећа. У великим пројектима обично има више особа које извршавају једну улогу, док је у малим пројектима укључена једна особа која извршава више улога. Чланови тима који извршавају конкретне улоге у тиму за развој производа су:

- **Пројектант** – ова особа има главну одговорност за развој производа, а поред тога мора бити сигуран да су потребе за производом јасно схваћене и да производ испуњава дате захтеве. Овај посао обично захтева креативне и аналитичке

способности. Пројектант мора да прибави знање о процесу конструисања и знање о специфичним технологијама које се могу применити.

- **Менаџер производа** – у већини компанија, ова особа има коначну одговорност за развој производа и представља главну везу између производа и купца, због чега се често назива и маркетинг менаџером. Да би се покренуло конструисање пројекта, тј. развој производа, руководство мора да формира језгро развојног тима, које се састоји најмање од пројектанта и менаџера производа.
- **Производни инжењер** – пројектанти углавном немају потребну ширину или дубину знања о различитим производним процесима, који се примењују при конструисању већине производа. Ово знање морају да имају инжењери производње или индустријског инжењерства, који имају јасну слику производних могућности као и оно што индустрија може у целини да понуди.
- **Конструктор** – како је пројектант одговоран за развој спецификације захтева, планирање, конципирање и почетне фазе конструисања производа, пројекат се затим предаје конструкторима. Конструктори имају задатак да одраде детаље производа као и да развију конструкциону документацију. У неким компанијама, конструктори и пројектанти су исте особе.
- **Техничар** – ова особа помаже пројектанту у развоју опреме за испитивање, извођење експеримената и обраду података. Подаци добијени искуством техничара су од непроцењиве вредности.
- **Специјалиста за материјале** – код неких производа избор материјала зависи од доступности, док у другим случајевима, материјал може бити развијен тако да одговарају захтевима производа. Специјалиста за материјале може бити представник испоручиоца материјала, који има широко знање о конструкционим потенцијалима и ограничењима добављачких материјала. Поред тога, пружају помоћ конструкторима као део своје услуге.
- **Инжењер квалитета** – специјалиста за контролу квалитета има обуку о техникама за мерење статистички значајног узорка како би утврдио квалитет и да ли испуњава задате захтеве. Испитивања се врше на улазним сировинама, готовим деловима и склоповима. Инжењер за обезбеђење квалитета проверава да ли производ испуњава све одговарајуће прописе и стандарде. Специјалиста за контролу квалитета и инжењер за обезбеђење квалитета је обично једна особа која испуњава наведене задатке.
- **Аналитичар** – већина инжењера раде као аналитичари, изводе сложене математичке прорачуне перформанси конструкције коришћењем методе коначних елемената, моделирањем термичких система или коришћењем неког другог напредног софтвера. Аналитичари су углавном специјалисти који се фокусирају на једну врсту система или методе.
- **Дизајнер** – то је стилиста који има уметничко образовање и образовање о анализи људских фактора, тј. одговоран је за изглед производа и колико добро комуницира са потрошачима. Дизајнери често задају оквир унутар кога инжењер ради.
- **Менаџер монтаже** – процес монтаже је важан аспект конструкције производа, где менаџер монтаже има задатак да склопи производ.

- **Представници продавца или добављача** – мали број производа се у потпуности прави у једној фабрици, зато произвођачи набављају 70% готовог производа од добављача. Постоје три врсте односа са добављачима: 1. партнерство (добављач учествује у развоју производа), 2. зрело (добављач се ослања на захтеве и концепте матичне компаније за развој потребних ставки) и 3. родитељски (израђује оно што матична компанија прецизира). Успех производа у великој мери зависи од добављача.

Стварање конструкторског тима састављеног од људи са различитим погледима може створити потешкоће, али тимски рад је неопходан за успех производа. Да би се осигурао успех, користе се тимски уговори, записници са састанка тима и процене стања тима, на основу којих се води ка успешном тимском искуству. Постоји десет карактеристика успешног тима:

- Разјаснити циљеве,
- План активности,
- Јасно дефинисане улоге,
- Јасна комуникација,
- Позитивно тимско понашање,
- Добро дефинисан процес одлучивања,
- Уравнотежено учешће,
- Дефинисање основних правила,
- Свест о тимском раду и
- Користити суштину процеса генерисања/оцењивања.

Тимски уговор представља добру полазну основу која се ретко закључује у предузећима, јер се претпоставља да људи знају како треба радити да би тим био успешан. Прављење и прихватање уговора се сматра као средство за учење и начин да се повећа шанса за успешност тима.

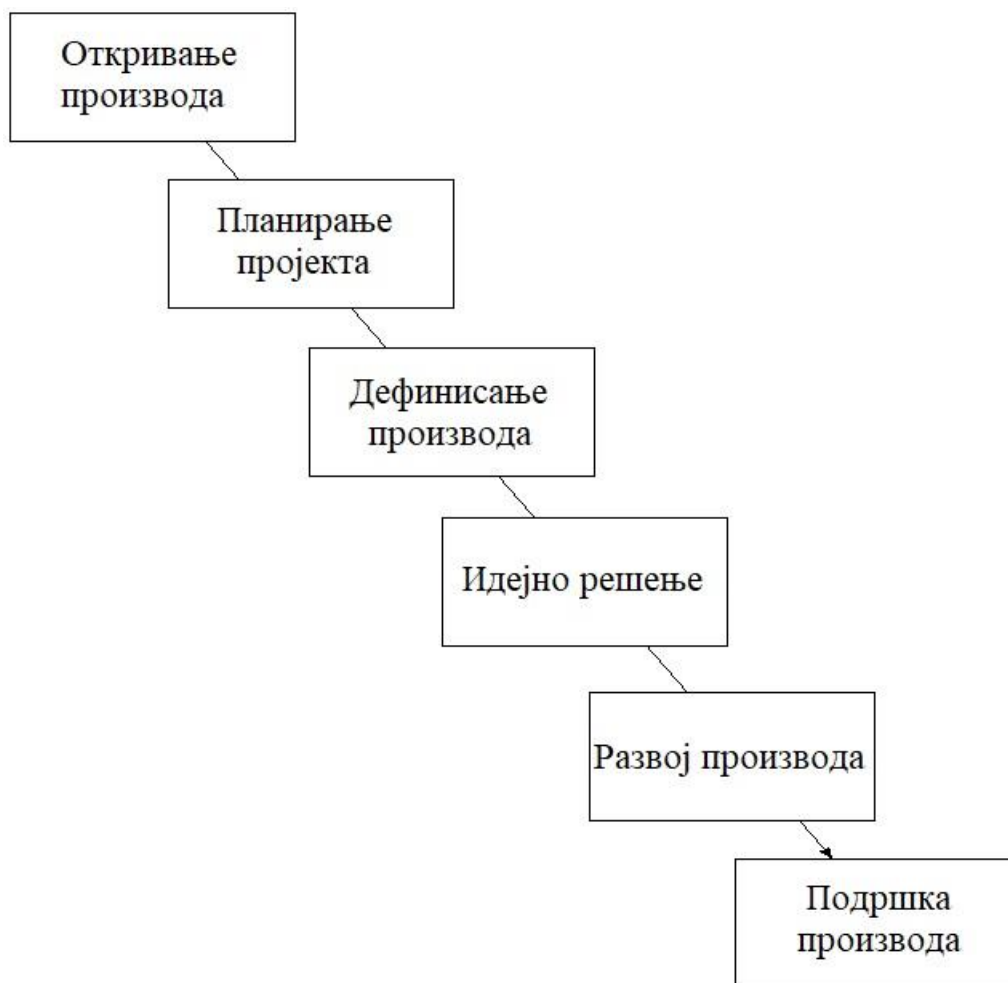
Поред тимског уговора, за успешан тимски рад потребно је водити записник са састанка тима. Пре него што састанак почне, потребно је да постоји дневни ред, јер без њега није јасно да ли је нешто постигнуто. Дневни ред треба бити написан у складу са циљевима састанка. Бележење одлука, које су донете на састанку, је веома важно. Ако не постоји овај део записника, после извесног времена може се десити да се забораве већина конкретних тачака о којима се дискутовало. Уколико постоји нека сложена тачка која се не може решити на састанку, прелази се на следећу тачку, док се неразјашњена тачка неотира у записнику како би се предвиделе конкретне будуће мере за њено решавање.

Што се тиче процене стања тима, тим треба да прати проблеме који се могу јавити у раду и да смисли мере за његово решавање. Ову процену треба користити када било који члан тима доживи нешто од следећег: изгуби ентузијазам, осећај беспомоћности, недостатак сврхе и идентитета, састанци на којима је дневни ред важнији од исхода, цинизам и неповерење, сукоб иза леђа чланова, противљење тимском реду или се појаве недовољни чланови тима [2].

4. ПРОЦЕС КОНСТРУИСАЊА И ОТКРИВАЊЕ ПРОИЗВОДА

4.1 Процес конструисања

За све пројекте, без обзира да ли се производ конструише или мења, постоји општи скуп фаза које се морају извршити (слика 8). Свака фаза има низ активности које конструктор треба да обави.



Слика 8. Фазе процеса конструисања [2]

Овај поступак конструисања, као што је приказано, односи се на конструисање система, подсистема, склопова и компоненти. Примењује се на новим, иновативним производима као и у постојећим производима [2].

4.1.1 Откривање производа

Пре него што се започне оригинална конструкција или реконструкција производа, потребно је утврдити потребе самог производа. Као што је приказано на слици 9, постоје три основна извора за конструкцијске пројекте: технологија, тржиште и промена. Без обзира на извор, уобичајена активност у већини компанија је одржавање листе потенцијалних пројеката. Како компаније имају ограничен број људи и новца, друга активност, након идентификације производа, бира на ком ће се радити.

Како је приказано на слици 8, ова одлука долази пре планирања пројекта, а понекад се одлаже након што се уради планирање, дефинисање производа и идејног решења како би се сазнало више о свакој од опција [2].

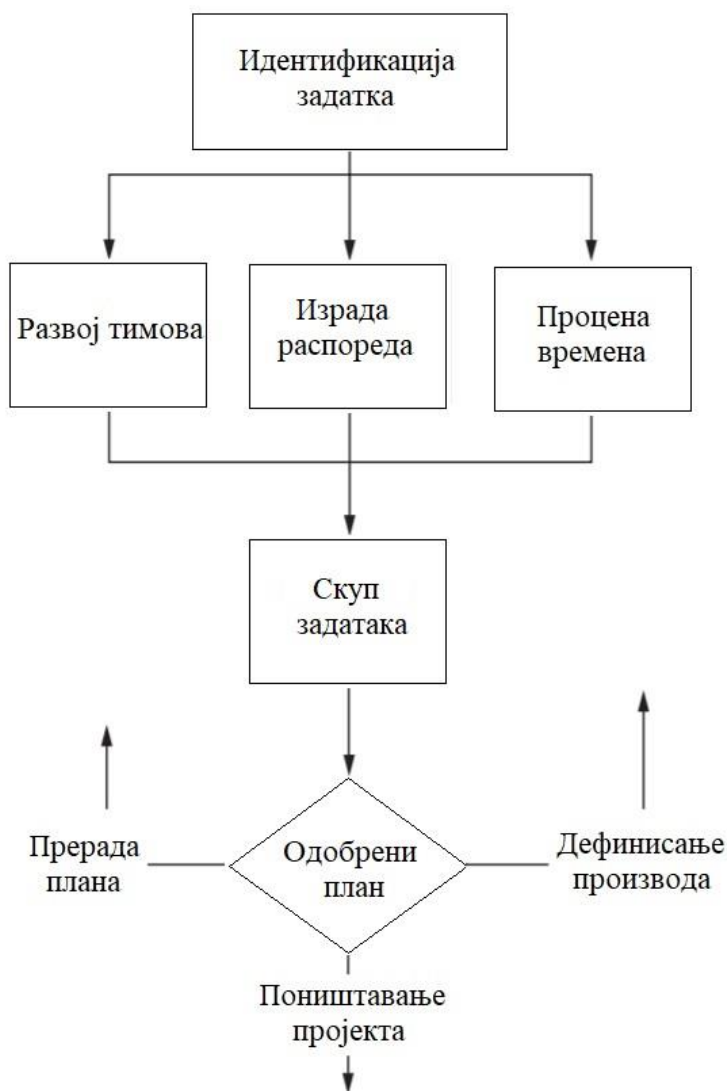


Слика 9. Конструисање пројекта [2]

4.1.2 Планирање пројекта

Друга фаза процеса конструисања је планирање тако да се ресурси новца, људи и опрема компаније распоређују и евидентирају. Планирање мора да се спроведе пре набављања ресурса. Међутим, ово захтева одређену меру шпекулације колика количина материјала је потребна да се обезбеди, како би се ова неизвесност умањила посматра се колика је количина ресурса потребна да би се направио неки претходни, сличан производ. Ово је предност конструкције производа који су слични старом, јер се умањује ризик.

Пошто је за планирање потребно ангажовање људи и ресурса из свих делова компаније, део планирања формира конструкторски тим. Уз то, много планираног рада подразумева израду распореда и процену трошкова. Крајњи циљ активности у овој фази је генерисање скупа задатака које је потребно обавити (слика 10) [2].

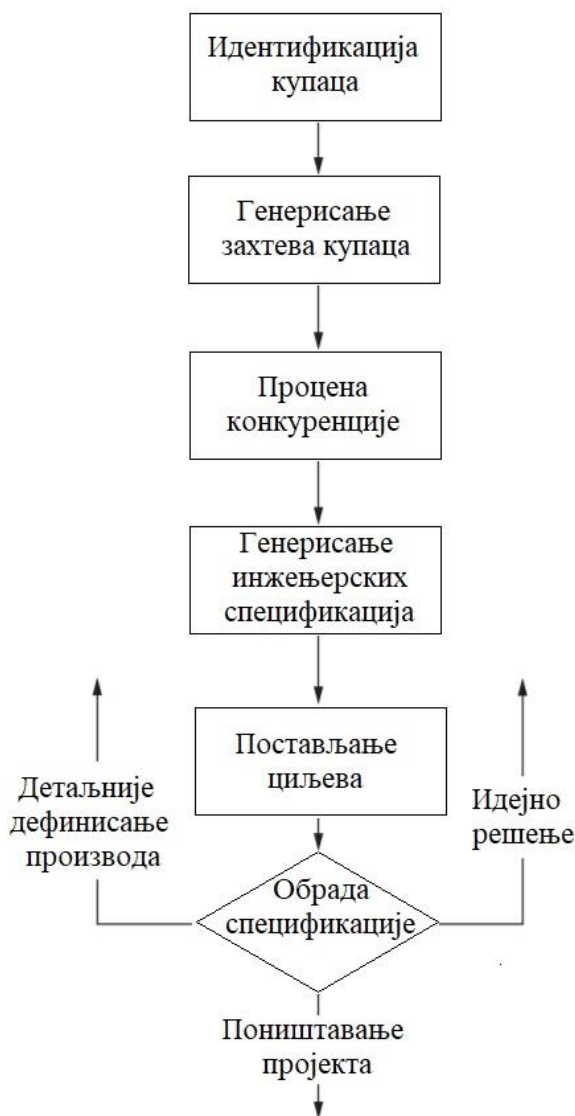


Слика 10. Активности планирања пројекта [2]

4.1.3 Дефинисање производа

Циљ ове фазе је да се разуме проблем и поставе основе за остатак конструкцијског пројекта. Разумевање проблема се чини веома једноставним задатком, али како је већина конструкцијских проблема лоше дефинисана, проналазак те дефиниције може бити велики подухват. Помоћу технике, прва активност ће бити идентификовање купаца производа, која служи као основа за генерисање захтева купаца (слика 11). Ови захтеви се затим користе за процену конкуренције и за генерисање инжењерских спецификација, мерљивих понашања будућег производа који ће касније у процесу конструисања помоћи у одређивању квалитета производа. На крају, како би се измерио „квалитет“ производа, постављају се циљеви за његову ефикасност.

Резултати активности у овој фази одређују како се проблем конструкције разлаже на мање конструкцијске подпроблеме [2].



Слика 11. Фаза дефинисања производа [2]

4.1.4 Идејно решење

Како би се генерисали и проценили концепти производа, конструктори користе резултате фаза планирања и дефинисања производа (слика 12). Када се генеришу концепти, захтеви купца служе као основа за развој функционалног модела производа. Овај функционални поступак од суштинског је значаја за развој концепта који ће на крају довести до квалитетног производа. Након процене концепта, циљ је упоредити концепте генерисања са захтевима развијеним током дефинисања производа и донети одлуку.

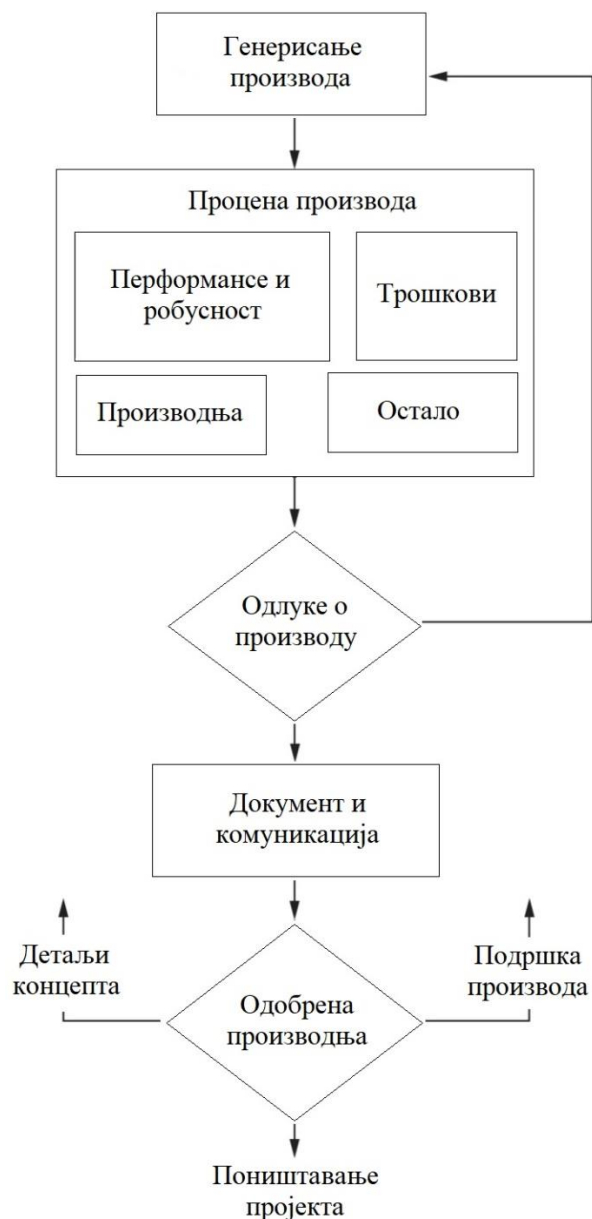
Концепцијске одлуке доносе се са ограниченим знањем. Један циљ концептуалног конструисања је избор најбољих алтернатива са најмање трошења времена и других ресурса потребних за стицање знања [2].



Слика 12. Фаза идејног процеса [2]

4.1.5 Развој производа

Након што су концепти генерисани и вредновани, потребно је да се прераде у стварне производе (слика 13). Међутим, многи конструкцијски пројекти почињу од овог дела, без коришћења претходних фаза, што често доводи до неквалитетних производа а поред тога у многим случајевима и до скупе промене у процесу контруисања. Може се рећи да је покретање пројекта развојем производа, без бриге за раније фазе, лоша конструкторска пракса. На крају фазе развоја производа, производ се пушта у производњу. У том тренутку, техничка документација која дефинише упутства за производњу, монтажу и контролу квалитета мора бити комплетна и спремна за куповину, производњу и монтажу компонената [2].



Слика 13. Фаза развоја производа [2]

4.1.6 Подршка производа

Често постоји стална потреба за подршком при производњи и монтажи, подршком за добављаче и помоћ у увођењу производа купцу (слика 14), тако да одговорност конструктора неће престати ни у производњи. Конструктори су обично умешани у процесу инжењерских промена код производа. Ово је процес где се промене које се раде на производу документују и анализирају. Поред тога, могу бити укључени у процесу повлачења производа. Ово се односи на производе који су конструисани за краткотрајну специјализовану употребу, који се касније уклањају из погона [2].



Слика 14. Активности подршке производа [2]

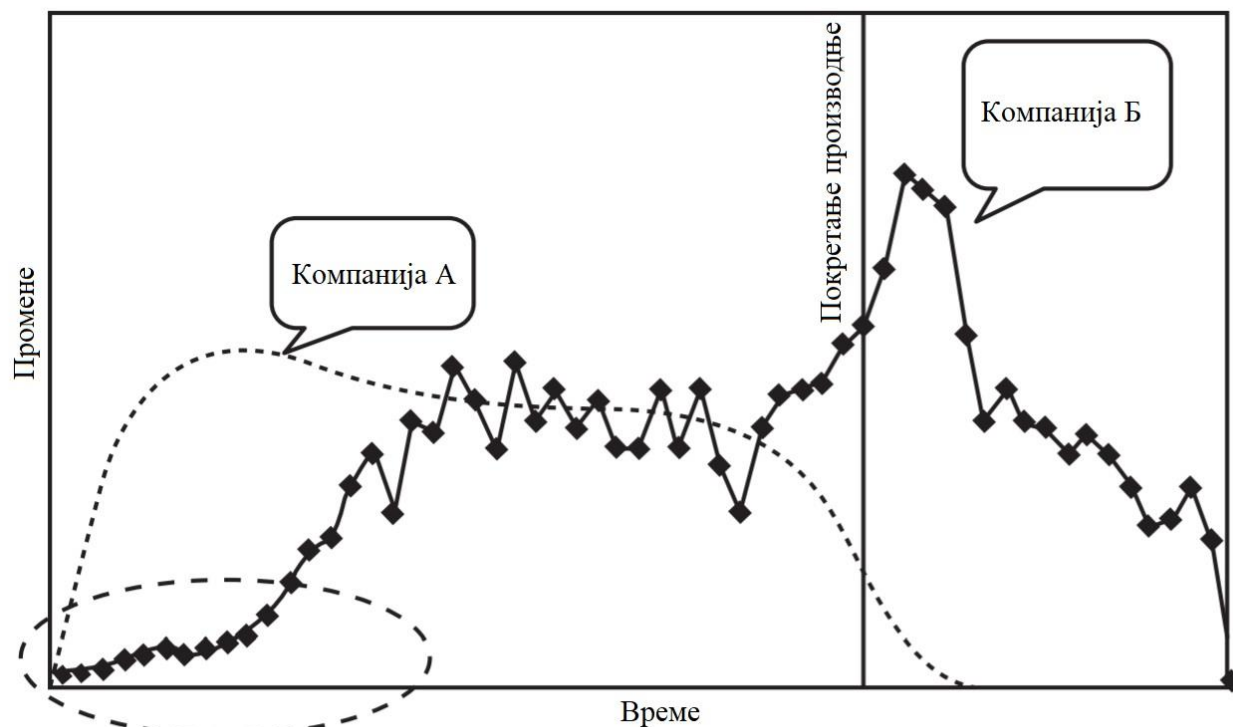
4.2 Квалитет производа

Добар процес конструисања подразумева такву конструкцију да производ буде квалитетан. Традиционално, забринутост је за контролу квалитета или обезбеђења квалитета. Стручњаци прегледају и производе током производње и монтаже, односно, проверавају усклађеност са техничком документацијом (цртежима, својствима материјала и другим спецификацијама). Поред тога, проверавају и димензије, површинске обраде и друге факторе који су критични за облик и функцију производа, што се често назива „инспекција квалитета производа“.

Јефтинија и ефикаснија варијанта је да се конструише квалитетан производ. То подразумева не само конструисање производа који ради како треба, дуго траје и испуњава све жеље купца, већ и конструисање саставних делова и склопова како би се лакше направили, и имају неколико критичних карактеристика. Конструисање квалитетног производа такође подразумева конструисање производа који се лако и сигурно саставља.

Како је сваки конструкцијски проблем другачији, неке технике можда нису применљиве за неке проблеме. Разумевање техника и начина на који дају квалитет производа, помаже у одабиру најбоље технике за сваку ситуацију.

На слици 15 приказане су компанија А, која израђује свој процес конструисања тако да се измене уводе прерано, и компанија Б, која још увек дорађује производ након што је пуштен у производњу. У овом тренутку промене су скупе, а рани корисници су изложени неквалитетном производу.



Слика 15. Инжењерске промене током развоја производа [2]

Циљ процеса конструисања није уклањање промена, већ управљање еволуцијом конструкције тако да већина промена долазе кроз петљу на почетку процеса. Технике које чине процес конструисања само су покушај организовања исправки. Ове технике такође форсирају документацију о напретку конструкције, захтевајући израду белешки, скица, информативних табела и матрица, прототипова и анализа, записи који ће касније бити корисни у процесу конструисања.

Током 1980-их схватило се да је термин процес једнак као и производ, и да интегрисани развој производа подразумева да су производ и поступак у фази развоја. Још један резултат ове свести је све већа употреба ISO 9000 међународне организације за стандардизацију, система управљања квалитетом. Све веће производне компаније имају ISO 9000 сертификат. Регистрација ISO 9000 значи да компанија има систем квалитета који:

- Стандардизује, организује и контролише операције,
- Обезбеђује доследно ширење информација,
- Побољшава различите аспекте пословног коришћења статистичких података и анализа,
- Повећава реакцију купаца на производе и услуге и
- Подстиче побољшање.

Сертификат обично истиче након три године, и не односи се на квалитет самог процеса већ на то да он постоји, одржава се и користи. Само је потребно да компанија има документовани процес развоја производа на коме се може засновати план за одређени производ. Међутим, уколико дође до проблема, претпоставља се да ће компанија да се сертифицикује и да жели остати конкурентна на својим тржиштима, како би радила на томе да овај процеси и планови за развој производа постану што бољи [2].

4.3 Откривање производа

Откривање производа представља прву фазу процеса конструисања, која има за циљ да направи листу конструкцијских пројеката који укључују нове производе и промене производа и да се изабере на којим пројектима ће се радити. Израз „откриће“ звучи мало чудно, али сваки напор конструисања почиње откривањем потребе за производом. Као што је већ речено, постоје три основна извора за нове производе: тржиште, технологија и промена (слика 9).

Када постоји потражња купаца за новим производима или карактеристикама производа долази до повлачења тржишта. Око 80% развоја нових производа усмерено је на тржиште, јер без купца производа нема начина да се надокнаде трошкови конструисања и производње. Супротно томе, технолошки напредак је када се развије нова технологија пре него што постоји потражња купаца. Како би се управљало повлачењем тржишта, одељења за продају и маркетинг имају дугу листу нових производа или побољшања производа које би желели купци. Ако се уочи да купци купују конкурентни производ, компанија има жељу да њен производ има јединствене карактеристике на том производу. Притом, ако раде добро свој посао, они стављају у први план потребе купаца у будућности. У исто

време, инжењери и научници имају идеје за нове производе и побољшања производа заснованим на технологијама. Уместо да их покреће купац, ове идеје су вођене новим технологијама и оним што се учи током процеса конструисања. Већина инжењера жели да има другу шансу у сваком пројекту, тако да на основу свог новог разумевања могу други пут да ураде.

Иако су резултирајуће идеје можда иновативне и паметне, оне су бескорисне уколико се не могу прилагодити потребама тржишта или се за њих може развити ново тржиште. Наравно, производи као самолепљиво блокче и многи остали служе као пример производа који су успешно представљени без видне маркетиншке потребе. Док ови типови производа имају велики финансијски ризик, могу да достигну велику добит због њихове јединствености [2].

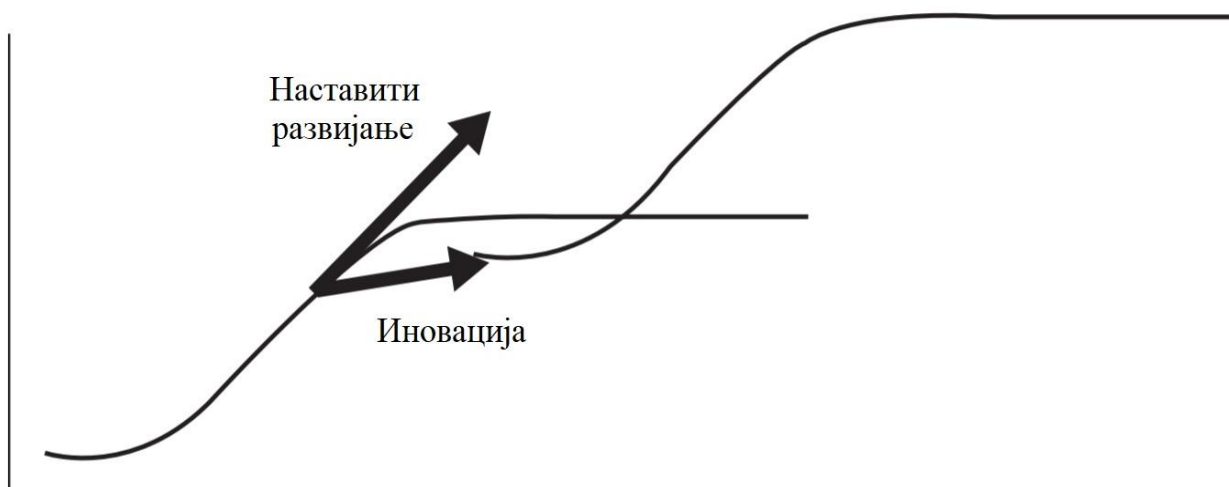
4.3.1 Зрелост производа

Истраживање потребе за новим производом представљено је испитивањем криве зрелости технологије „S“ (слика 16). Овде су приказане фазе кроз које технологија сазрева од преласка са новог на зрели производ. Производи се често уводе на тржиште док су неке технологије које се користе још у фази „ради по прописима“, а неке чак и пре. Коко технологије временом сазревају, долази до промене и побољшања производа.



Слика 16. Крива зрелости производа „S“ [2]

У време када технологија почне да достиже зрелост, тржиште је засићено конкуренцијом и компаније морају да одлуче да ли ће наставити да се развијају користећи постојеће технологије или иновирају, развијају нове технологије и поново започињу „S“ криву (као што је приказано на слици 17).



Слика 17. Тачка одлуке на „S“ криви [2]

Уколико компаније остану са тренутним технологијама и додатно их усаврше, вероватно имају много конкуренције и мало простора за напредак. Док уведе иновације, ризикују када производ сазрева [2].

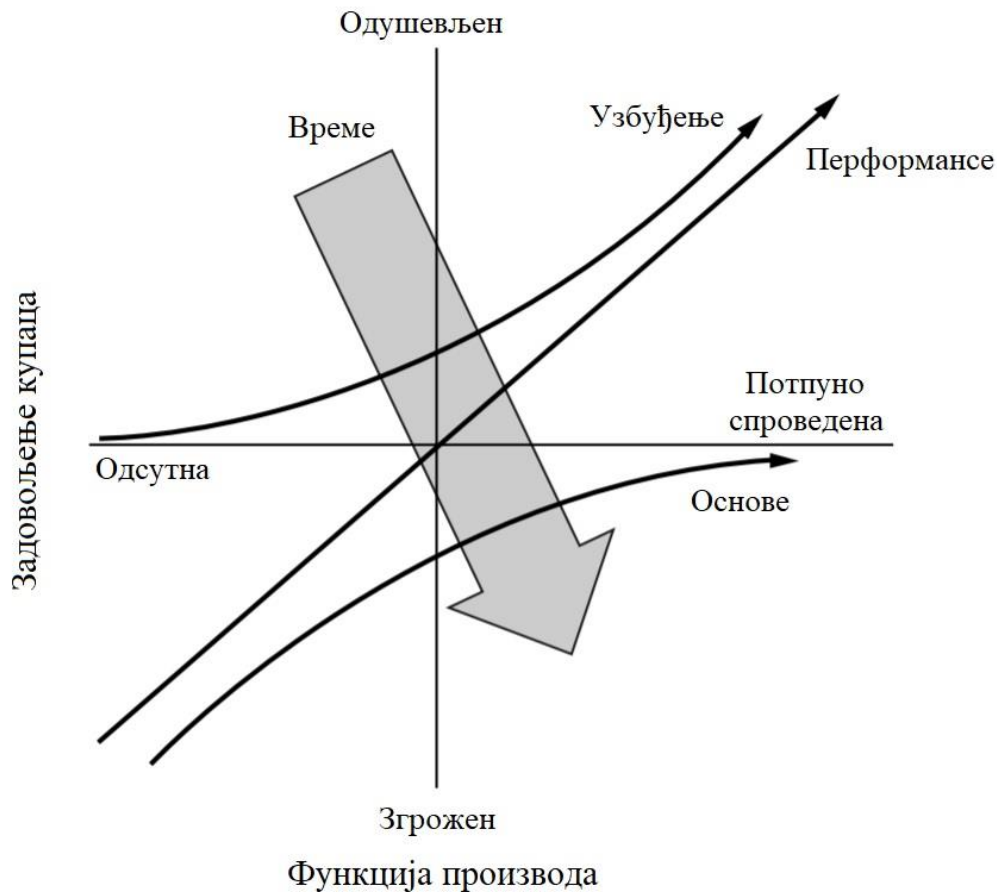
4.3.2 Каноов модел задовољења купаца

Још један начин да се сагледа потреба за развојем производа је испитивање Кановог модела задовољења купаца. Овај модел, који је развио др Нориаки Кано, помаже да се разуме како и зашто сазревају функције. Каноов модел приказује задовољење купаца, од гађења до одушевљења, наспрот функцији производа, од одсутног до потпуно спроведеног, као што је приказано на слици 18. Поред тога, приказане су и три линије које представљају основне карактеристике, карактеристике перформанси и карактеристике узбуђења.

Основне карактеристике односе се на захтеве купаца који нису вербализовани јер одређују преузете функције производа. Ако они нису у крајњем производу, купац ће бити згрожен производом, а ако су укључени, купац ће бити неутралан.

Захтеви за карактеристике перформанси вербализују се у форму да што су боље перформансе, то је бољи производ. Ако је одсутна, купци су неутрални, јер их ионако не очекују. Међутим, ако се купци на крајњи производ изненаде и одушеве додатним функцијама, тада су шансе производа за успех на тржишту велике.

Карактеристике узбуђења се често називају „вау захтеви“. За систем који добро функционише, купци би били одушевљени, а ако га уопште није било, не би знали разлику и тако би били неутрални. Функције на нивоу узбуђења на производ углавном захтевају нове технологије. Временом, карактеристике на нивоу узбуђења постају карактеристике на нивоу перформанси и, на крају, основне карактеристике. То се углавном односи за већину функција производа широке потрошње.



Слика 18. Канов модел [2]

Кано модел је само још један поглед на зрелост технологије. Компаније морају да донесу одлуку о томе да ли да улажу у иновације како би „купили“ купце или побољшали перформансе, ефикасност, поузданост и цену и како би радили даље према „S“ криви.

Осим тржишта и технологије, трећи извор конструкцијских пројеката је промена. Постоје три главна извора за промену производа [2]:

- Продавац више не може да испоручи материјал или компоненте које се користе у производу. Ово може захтевати развој нових планова, спецификација и концепата.
- Производња, монтажа или друга фаза током животног циклуса производа идентификовала је побољшање квалитета, времена или трошкова што доводи до економичне промене производа.
- Производ на неки начин није успео и конструкцију треба променити. Ова врста промене може бити веома скупа.

4.4 Избор пројеката

У фази процеса конструисања, тежак део је одлучивање који пројекат ће се предузети а који ће остати за касније. Сви мисле да су одлуке које су донете добр. Међутим, процењено је да преко половине свих одлука су промашаји. Неуспешне одлуке се касније исправљају или се резултати занемарују, што резултује изгубљеним временом и новцем. Овај напор се обично назива управљање пројектом портфељем, где портфељ представља списак потенцијалних пројеката и циљ је да се одлучи који од њих се предузима. Да би се најбоље одабрало потребно је знати како доносити одлуке.

У даљем раду, биће представљене три методе које могу помоћи у одабиру пројекта из портфеља [2].

4.4.1 SWOT анализа

Прва метода која се користи како би помогла у одабиру пројекта је SWOT анализа. SWOT означава снаге (*Strengths*), слабости (*Weaknesses*), могућности (*Opportunities*) и претње (*Threats*). Основе методе су пописивање четири SWOT ставке, као што је приказано на слици 19, а затим неформално одмеравање снаге у одмосу на слабости и могућности у односу на претње.



Слика 19. SWOT ставке [6]

Испитивањем SWOT анализе олакшава се процена да ли треба предузети појединачни потенцијални пројекат или не, али заправо не помаже у доношењу одлуке [2].

4.4.2 Анализа предности и недостатака

Као би се *SWOT* анализа одвела корак даље, употребљава се анализа предности и недостатака. Употребу ове врсте анализе је забележио Бен Френклин, који разматра да ли да прихвати или одбије јединствену алтернативу. Ово је заиста избор између две алтернативе: урадити ово или урадити нешто друго.

Френклин предлаже пет корака приликом доношења одлука:

- Корак 1. Направити две колоне на белом листу папира и на врх једне колоне написати предности, а на другој недостаци
- Корак 2. Попунити колоне са свим предностима и недостацима алтернативе
- Корак 3. Претпоставити важност сваке предности и недостатка
- Корак 4. Елиминисати предности и недостатке на следећи начин: када су две тачке (једна предност и један недостатак) исте важности, прецртати их или пронаћи начине да се прецртају још неке друге тачке. Пример: две предности су исте важности као и три недостатка, затим је потребно прецртати тих пет тачака
- Корак 5. Када једна или друга колона постане доминантна, потребно је довести правилну одлуку

Идеју употребе листе предности и недостатка се може проширити и на више алтернатива, али кроз уравнотежења брзо постаје сложен [2].

4.4.3 Основе одлучивања

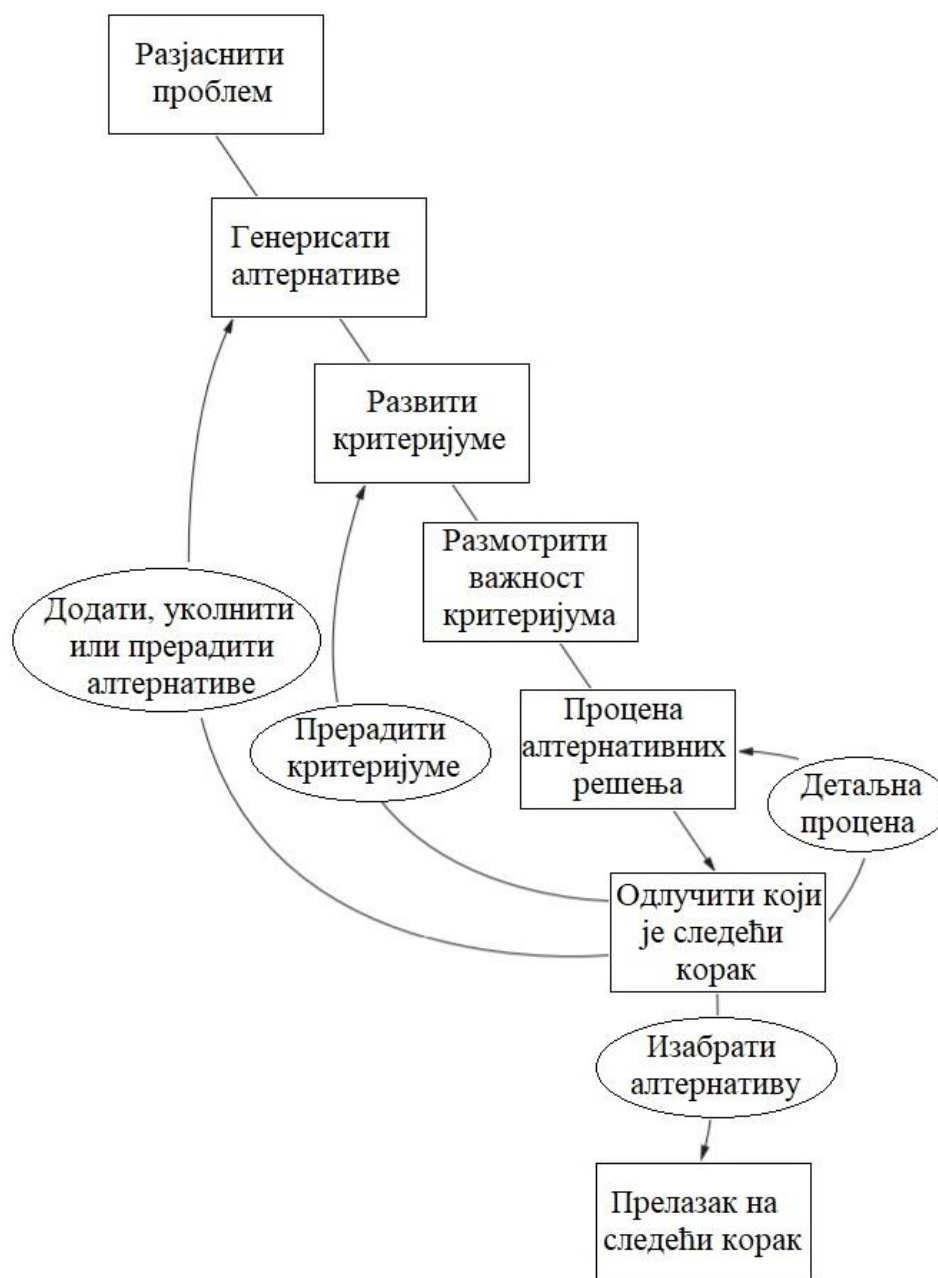
Две методе које су претходно презентоване служе за прикупљање информација за добро доношење одлука, и ове методе су ограничене на једну алтернативу. У следећем делу ће бити представљен формализован процес доношења одлука и процес доношења одлука које су по протоколу.

Основна структура процеса доношења одлука је иста, без обзира да ли се односи на проблем открића идеје, одабир концепта или бирање детаља око производа. У сваком од ових случајева постоји шест основних корака:

- Разјаснити проблем који захтева задовољавајуће решење,
- Генерисати алтернативна решења за проблем,
- Развити одговарајући критеријум који ће испунити услове који су потребни да би решење било задовољавајуће,
- Размотрити важност сваког појединачног (релативног) критеријума,
- Проценити вредност алтернативних решења, тако што се та алтернативна решења упоређују са критеријумом,
- На основу резултата претходних процена, потребно је довести одлуку који је следећи корак потребан. Ова одлука ће усмерити процес да:

- а) Додају, уклоне или прочисте алтернативе,
- б) Прочисте критеријуме,
- ц) Прочисте претходне процене - како би се умањиле несигурности и како би се остварио консензус,
- д) Изабере алтернатива - одлука је доведена, потребно је затим да се документује и потребно је обратити пажњу на друге проблеме.

Ово је приказано на дијаграму тока одлучивања, слика 20.



Слика 20. Ток одлучивања [2]

Када се упореди *SWOT* анализа са овим идеалним током, може се видети да је *SWOT* анализа ограничена на активности један, два и пет. *SWOT* анализа се фокусира на само једну алтернативу, заправо се никада не разматра критеријум процене за све потенцијалне алтернативе, иако је ово, у теорији, саставни део *SWOT* анализе. *SWOT* се фокусира на процену и никада заправо не одговара на питање који је следећи потребан корак да се предузме. Због овога, *SWOT* анализа заправо није метода доношења одлуке, по дефиницији, иако се ослања на неке активности процеса доношења одлуке.

Метода предности и недостатака наглашава важност извештаја (активност 4) и даје једну мању идеју шта је то што је потребно следеће да се уради (активност 6) [2].

4.4.4 Доношење одлуке о портфељу

У овом делу, биће детаљније представљене активности у процесу одлучивања.

Активност 1: Предузеће појашњава проблем. Ово је већ одрађено раније, али биће проширено овде: „Посматрањем листе алтернативних производа који су у развоју и размотрити који ће бити предузет први“. Генерално посматрано, проблем је питање са којим се треба суочити са неким циљем предузимања акције које су одабране да би дале одговор и решиле проблем.

Активност 2: Предузеће набраја алтернативе које је потребно узети у обзир. Ово може бити кратка листа од два објекта или листа од неколико стотина објеката. Широк је спектар промена производа које могу да се спроведу, могу бити минорне, могу бити потпуно нови модели већ постојећих производа или могу бити потпуно нови производи. Ако узмемо као пример фабрику за производњу бицикала, опције су следеће:

- Унапредити тренутни друмски бицикл,
- Представити тандем,
- Побољшати амортизацију бицикла.

Активност 3: Предузеће развија критеријуме који су основе за испитивање алтернатива. За многе типове проблема, оне које се често понављају, уопштени сет критеријума може бити искоришћен, макар као почетна тачка. За проблеме по питању проблема портфеља, следећа листа критеријума је развијена током времена и може бити коришћена:

- Прихватљива комплексност програма. Комплексност труда је унутар искуства организације или продаваца. Доступни су људи са одређеним вештинама које су потребне да би се посао извршио.
- Јасне потребе тржишта. Већ постоји потреба на тржишту (ако се процењују иновативни производи, овај корак можда и није потребан).
- Прихватљив интензитет конкуренције. Интензитет конкуренције је разуман и алтернатива није толико нова самој организацији да она омета комерцијализацију.
- Разумно време повраћаја новца. Време потребно за повраћај новца од уложене инвестиције је прихватљив.

- Прихватљиво време отплате. Време које је потребно да се реализује проток новца постојећих средстава организације.
- Добра способност компаније. Утицај на организацију је прихватљив, нови продукт или унапређење се уклапа са имиџом организације.
- Јака позиција власника. Способност организације да издржи конкуренцију је добара.
- Добра платформа за раст. Напор доводи до нових производа или услуга.

У *SWOT* анализи, може се видети да снаге, слабости, могућности и претње које су набројане су процене за критеријуме које су управо набројане. На пример, изјаве од *SWOT*-а: „Тржиште за тандеме расте, међутим никакви конкретни бројеви нису прикупљени“ или „Тржиште за тандеме је мало, и чини мање од једног процента продаје свих бицикала“. То су квантитативне анализе извештаја за „потребе тржишта“.

Један од начина да се развије листа критеријума је да се почне са *SWOT* анализом или анализом предности и недостатка, и да се групишу извештаји по категоријама. Листа критеријума протокола је развијена тако што су се анализирале многе одлуке протокола, *SWOT* анализе и анализе предности и недостатка како би се нашле заједничке мере.

Активност 4: Предузеће одлучује шта је најбитније. Нису сви критеријуми који су претходно наведени исте важности. На пример, људи у финансијама мисле да је „прихватљиви петогодишњи план протока новца“ и „разумно време повраћаја новца“ најважније, маркетинг жели да види „Добру способност компаније“, инжењерски сектор жели „Јаку позицију власника“ и „Добру платформу за раст“.

Активност 5: Предузеће процењује алтернативе релативно критеријумима. Ове процене мог варирати од квалитативних процена до резултата аналитичких симулација. За сад, радиће се само са квантитативним проценама које су направљене *SWOT* анализом и користиће се веома поједностављен метод за процену, чиме ће се одлучити који је следећи корак. Ово ће бити прерађено како производ сазрева и више нумеричких анализа и симулација постану доступни.

За квантитативне процене предузеће процењује сваку алтернативу сваком појединачном критеријуму користећи две мере. Прва мера је колико добро алтернатива испуњава критеријуме у погледу поклапања са изјавом: "Ја <X> да <алтернатива> испуњава <критеријум>", где је <X>:

- Потпуно се слажем,
- Слажем се,
- Неутран сам,
- Не слажем се ,
- Потпуно се не слажем.

Даље, још једна скала оцењивања је додата претходној, која исказује сигурност са којом је изјава дата. Ово се односи на:

- Веома сам сигуран,

- Сигуран сам,
- Неутралан сам,
- Несигуран сам,
- Веома сам несигуран.

Сигурност је мера колико тога знаш или колико варијација се очекује. Са инжењерске тачке гледишта, програм комплексности варира од не слажем се до веома се слажем.

Активност 6: На основу резултата процене, предузеће мора одлучити шта ће урадити следеће. Свеукупни утисак је да ни једна од ових алтернатива нису извандредне. Финансијска перспектива за прве две алтернативе изгледа слабо. Комплексност треће алтернативе је непозната и информације о томе су мале и несигурне. Тако да би једна активност требала да буде да се развију друге алтернативе које ће да превазиђу недостатке тренутног портфеља [2].

4.5 Планирање пројекта

Планирање пројекта има за циљ да развија производ на економичан начин и у времену када је то потребно. Планирање представља процес путем којег се организују главни ресурси, а то су време, људи и новац (слика 21).



Слика 21. Активности планирања пројекта [2]

Ток приказан на слици, је само шематски и није довољан за расподелу ресурса или за израду распореда. Планирањем се генерише процедура за развијањем потребних информација и дистрибуцију потребном људима у тачно време. Важне информације укључују захтеве производа, концепте слике, функционалне дијаграме система, цртеже, одабир материјала и било који други приказ одлука донешених током развоја производа.

Појмови план и поступак се често користе наизменично у индустрији. Компаније имају главни процес који прилагођавају одређеним производима. Овај процес се назива још и процес развоја производа, процес испоруке производа или план реализације производа.

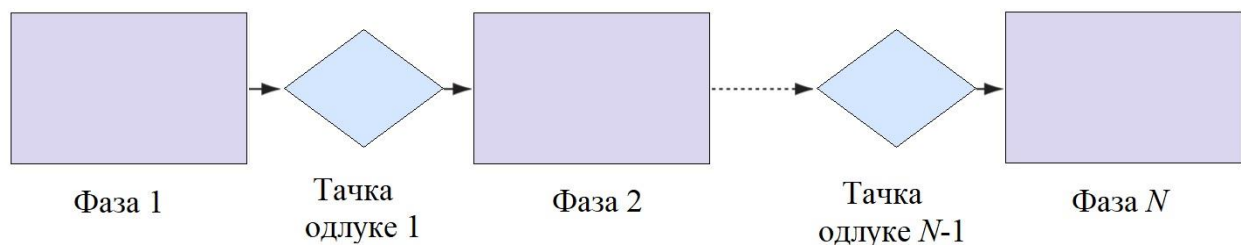
Мењање процеса конструисања у организацији захтева поделу на сегменте који је стари начин рада у организацији. Генерално посматрано, компанија која је пословала на добрим тржиштима за своје производе, и која је видела да та тржишта почињу да пропадају, почиње да преиспитује свој процес конструисања у циљу реинжењеринга читавог свог предузећа. Реинжењеринг је процес који мења културу организације, ствара нове процесе, нове системе, нове структуре и нове начине за спровођење промена, што је пресудно за успех компаније. Најуспешније компаније стављају нагласак на стално унапређење производа и процеса развоја производа [2].

4.6 Типови пројектних планова

Постоји много различитих врста пројектних планова. Најједноставнији је водопад модел (*waterfall plan*). Као што је приказано на фигури, рад који је обављен у свакој фази мора прво да се одобри пре него што настави на следећу фазу. Капија фаза (*stage-gate*) има методологију која је врло једноставна:

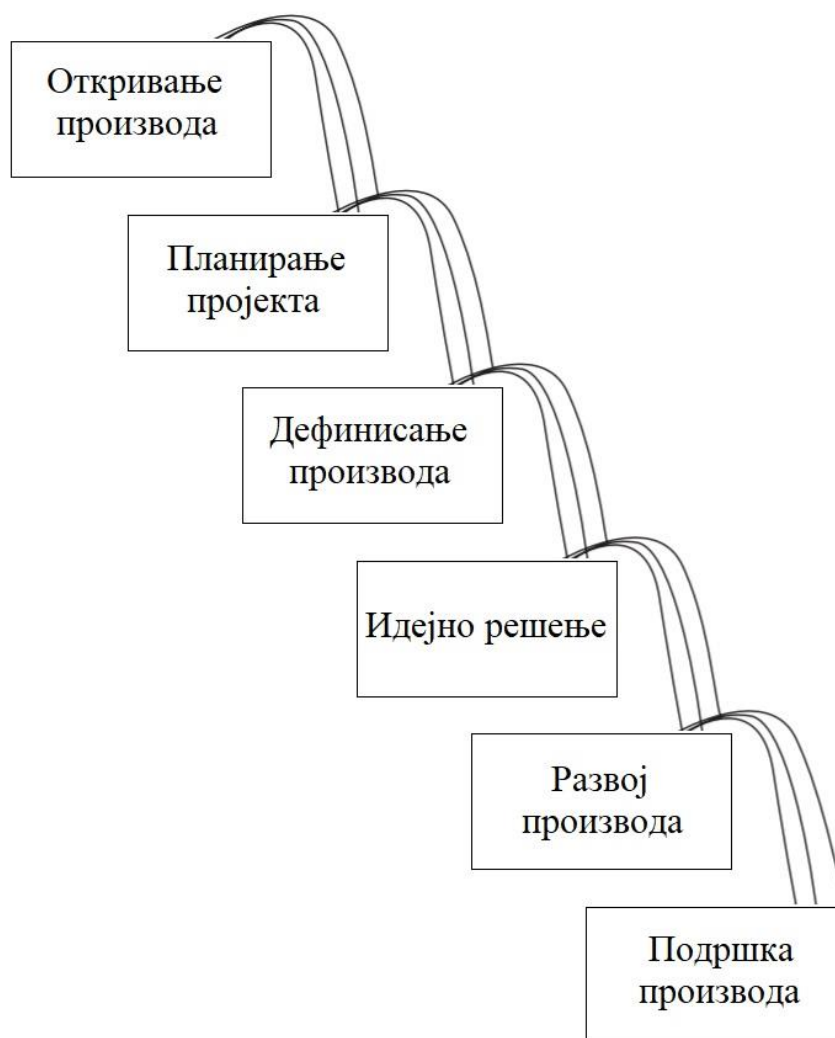
- Фаза 1 - откриће производа,
- Фаза 2 - развој концепта,
- Фаза 3 - процена концепата, и тако даље.

Фазе нису целе саме по себи, већ су састављене из више система и подсистема. Такође, свака фаза може да садржи сет активности које се упоредо извршавају.



Слика 22. Процес капија фаза [2]

Код ове фазе, процес се може приказати као водопад (слика 23), где свака фаза представља равну површину где се вода задржава пре него што падне на следећу површину (базен). Фазе се могу посматрати као преглед конструкције где чланови тима за конструкцију на формалном састанку подносе напредак менаџменту. У зависности од резултата овог прегледа, менаџмент може донети одлуку да се пројекат настави, да се пројекат врати на претходну фазу или да се угаси пре него што се потроше даљи ресурси. Претпоставка у овом процесу је да процес може да се обави секвенцијално. То значи да се дефиниција производа може одредити у раним фазама процеса и да ће се производ развити од концепта до готовог производа.



Слика 23. Модел водопада [2]

У скорије време, спирални процес је постао веома популаран приликом конструкције софтвера (слика 24). Почетак спирале је из центра и представља основни концепт и бржи

развој првог прототипа, ово се затим процењује од стране купаца. Након овога се преиспитује читав производ и у другој спирали се тестира нови конструкторски прототип. Ова методологија је добра у софтверској индустрији зато што су кодови лакши и бржи прототипови за израду од машинских производа. Међутим, наставак развоја брже израде прототипова овај процес израде прототипова олакшава и израду прототипова готових производа. Примарне карактеристике спиралног процеса су:

- Интерактивни приступ процеса омогућава да сваки задатак буде преиспитан за време сваког циклуса,
- Услови могу бити преиспитани,
- Прототипови и симулације могу бити преиспитани и унапређени,
- Процес дозвољава имплементације које су довољно добре за сада,
- У сваком циклусу постоји јасно дефинисан тренутак када се доносе одлуке,
- Сваки циклус нам даје циљеве, проблеме, алтернативе, ризике, процене и даје посвећеност да се настави даље,
- Количина труда се улаже у складу са висином ризика.



Слика 24. Спирални процес [2]

Спирала на слици је модификована како би се приказале битне активности у процесу конструисања. Спирала почиње са иницијалним потребама и напетцима кроз процес развоја концепта до функционалног прототипа или симулације, процену колико добро испуњавају иницијалне потребе и ризике који су подразумевани са будућим развојем будућег развоја и помаже приликом доношења одлуке који је следећи корак. Када је ово извршено планирање за следећи циклус може да почне. Процес се понавља за сваки циклус. Оно што је потребно касније да се одради је већ детерминисано и планови су већ направљени за следећу фазу, настављајући тиме ширење спирале ка спољашњости. Постоји много више спирала него што је овде приказано.

За софтвер, метода која се користи више од методологије спирале је метода екстремног програмирања. Екстремно програмирање је направљено на основу малих издања и интегралног тестирања. Један од циљева је дневно прављење нових кодова на сајту купца због лаког тестирања. Ова метода се враћа на првобитне тренутке развоја машинског инжењерства, где би се нешто испробало, поломило, поправило и поново тестирало. У првим фазама развоја ваздухопловства, пилот за тестирање би се срушио заједно са авионом, екипа људи би поправила авион и пилот би поново летео авионом (под условом да може поново да лети). Како су системи постали више комплексни, могућности радикалних промена у машинству су постале теже. Међутим, са развојем брзе израде прототипова задњих година, могућност бржих промена се поново појавила. Проблем екстремног програмирања је што не постоје јасно дефинисани циљеви, тако да никада не знамо када смо заправо завршили процес.

Анализирање процеса водопада веома је значајно због великог броја разлога. Прво, спиралне или екстремне методе су одличне за софтвер, где је потребно много мање време за развој прототипова. Друго, најбоље је знати куда се иде пре него што се крене, јер иначе неће се никад знати када се дошло до циља. Постоји флексибилност потреба које се мењају, али не зна се крајњи циљ. Водопад методологија има много боље дефинисан крајњи циљ. Треће, спирални процес је најбољи за нове технологије када има мало гурање од стране тржишта. Међутим, ако посматрамо појединачни пројекат може се видети да се може користити само једна метода или комбинација њих.

Током развоја производа, многи модели су направљени од производа који еволуирају. Неки од тих модела су аналитички модели (брзе калкулације на листу папира или комплексне компјутерске симулације), неке ће бити графичке репрезентације (једноставне скице или технички цртежи), неки ће бити CAD модели и неки ће бити физички модели (прототипови). Сваки од ових модела или прототипова је репрезентација информација која описује тај производ. Заправо, конструкција је еволуција информација које су добијене одлукама. Тако да је веома битно разумети информације које су развијене приликом процеса конструисања [2].

4.7 Развој плана

Појектни план је документ који дефинише циљеве који морају бити испуњени за време процеса конструисања. За сваки задатак, план нагласи циљеве: захтеви запослених, временски захтеви, распоред у поређењу са осталим задацима, пројекти, програми и понекад процена издатака. У суштини, пројектни план је документ који се користи да би се

пројекат држао под контролом. Помаже тиму за дизајн и менаџмент да знају како пројекат заправо напредује у поређењу са очекиваним напретком који је очекиван када је план започет или задњи пут ажуриран. Постоји пет корака приликом стварања планова.

Корак 1: Идентификовати задатак.

Како тим за конструисање добија сазнања о проблемима конструкције, разјашњавају се проблеми са конструкције и сазнаје се који су задаци потребни да се изврше да би се пробелм решио. Задаци се могу посматрати као активности које су потребни да се спроведу. Ти задаци би требали да буду што више прецизни са јасно дефинисаним следећим корацима. Приликом спровођења ових задатака мора се увек имати на уму шта треба остварити овим активностима. Ови задаци су у неким индустријама познати од самог почетка пројекта. На пример, задатак конструисања новог аутомобила је сличан задатку конструисања претходног аутомобила. Аутоиндустрија има предност што може започети процес са јасно дефинисаним задацима који се спроводе приликом конструисања. Међутим, за конструкцију потпуно новог пројекта, задаци нису најјаснији.

Корак 2: Разјаснити циљеве сваког задатка.

Сваки задатак мора бити дефинисан са јасним карактеристикама. Овај циљ узима неке већ постојеће информације о производу (улаз) и узима то познато и приликом спровођења неких активности створи се излаз који се даље прослеђује следећем циљу. Иако су задаци на самом почетку зачети као активности које су потребне да се спроведу, они морају да се пречисте како би резултати тих активности били компатибилни са циљевима. Сваки циљ неког задатка мора бити:

- Дефинисан као информације које морају бити прерађене или развијене и пренешене другима. Ове информације садрже завршене цртеже, израђене прототипове, резултати калкулација, прикупљене информације и резултате тестова који су спроведени. Све се ово ради са циљем јасног дефинисања циљева на основу добро прикупљених информација.
- Морају бити јасно презентоване одлуке које морају бити донешене и мора се нагласити ко ће те одлуке донети.
- Јасно разумљиво од стране свих чланова тима за конструисање.
- Специфични у смислу које су информације потребне да се развију. Ако је потребно да се концепти развијају, онда је неопходно нагласити колики је број неопходан.
- Изводљивост, узимајући у обзир запослене, опрему и расположиво време.

Корак 3: Проценити запослене, време, и друге ресурсе који су потребни да би се остварили циљеви.

За сваки задатак је неопходно идентификовати ко у тиму за конструисање ће бити одговоран за испуњење циљева, колики проценат њиховог времена ће бити потребан и у коликом временском периоду ће бити запослени. У великим предузећима је потребно само спецификовати који посао је потребно обавити и предузеће ће вероватно имати већ спремљен избор радника који посао могу обавити. У мањим предузећима или организацијама морају специфични појединци бити ангажовани.

Многи од задатака захтевају посвећеност у трајању од пуног радног времена, други захтевају посвећеност од само пар сати недељно кроз одређени период. За сваку особу на сваком задатку, није потребно проценити само укупно време потребно да се задатак изврши, већ је потребно нагласити и расподелу овог времена. Коначно, укупно време извршења задатка мора бити процењено, и неко усмерење колики је труд потребан, такође је потребно нагласити. Такође је потребно проценити ресурсе потребне за све симулације, тестирања и израду прототипова.

Неизбежно је одређено одступање од ових процена, нарочито ако је конструкција процеса нешто ново предузећу или ако се користе нове технологије. Неки песимисти приликом овог прорачуна времена тврде да је потребно удвостручити процењено време и подићи за један степен ову процену, како би се добила јасна слика потребног времена. На пример, ако се процени да је потребно време извршења задатка два дана, онда је потребно подићи ово време на две недеље.

Прецизнија метода процене укупног потребног времена се фокусира на комплексност функције производа. Теорија гласи да што је производ или проблем комплекснији више је потребно времена да се он конструише или реши. Дакле, да би се правилно искористила ова метода за процену потребног времена, потребно је имати на уму функцију овог производа. Приликом процеса развоја производа мора се нагласити онда да није дозвољено превелико одступање функције производа од његовог првобитног концепта.

Корак 4: Развити распоред за задатке.

Следећи корак је развити распоред за задатке, он може бити врло комплексан. Циљ је имати сваки задатак извршен пре него што су резултати тог задатка потребни и у исто време, максимално искористити запослене. Притом, битно је направити распоред процене конструкције или неку другу врсту контроле која ће проверавати рад процеса.

За сваки задатак је неопходно знати који је корак претходни, који су задаци који морају бити извршени пре њега, и његовог наследника, и задатке који могу бити урађени тек после њега. Када се јасно дефинишу ове информације, може се изградити распоред задатака. Метода која се зове *CPM* (Цритицал Патх Метход) помаже да се детерминише најефикаснији распоред задатака.

Често су задаци међусобно зависни (два задатка захтевају међусобно донешене одлуке како би се извршиле), зато је неопходно истражити како задаци могу да се започну са недовољним информацијама од претходника и како могу да проследе недовољне информације наследницима.

Корак 5: Проценити цену развоја производа.

Документ за планирање који је претходно објашњен може послужити и за процену трошкове конструисања новог производа. Иако су трошкови конструисања око 5% свих трошкова, ови трошкови нису занемарљиви. Неке смернице приликом прављења процене трошкова су [2]:

- Потребно је узети у обзир плате запослених који раде на овим пројектима, затим узети у обзир потребан број сати потребан за извршење задатка. Овим се прорачунава која је цена сваког сата рада запослених. На ове расходе потребно је додати и цене одржавања зграда где се рад врши и све трошкове који иду са тим.

- Већина конструкција машинских елемената захтева израду прототипа чија цена улази у процену трошкова. Такође се узима у обзир цена ако се користе разни компјутерски програми чија лиценца за рад се плаћа.
- За многе пројекте је неопходно да људи који учествују у пројекту путују као би се саветовали са другим стручњацима, другим члановима тима, сусретање са продавцима и купцима. Трошкови путовања се могу брзо нагомилати и зато је неопходно узети и њих у обзир приликом прорачуна ових трошкова.

4.8 Комуникација током процеса конструисања

Комуникација правих информација са правим људима у право време један је од главних обележја успешног конструкторског пројекта и кључни разлог постојања *PLM* -а. Сва комуникација започиње неформалним дискусијама лицем у лице и белешкама на папирима. Парадокс инжењерског конструисања настаје код ових неформалних облика комуникације:

- Они су битни и морају бити неформални ако се желе делити информације и како би се остварио напредак,
- У већини случајева информације нису у облику који је документован за будућу употребу.

За доношење многих одлука, информације и аргументи који се користе не бележе се као део трајног конструкторског записа па се могу лако изгубити или погрешно протумачити. Због тога је веома битно да се уложи напори за снимање важних дискусија и одлука [2].

4.8.1 Конструкторски записи и белешке

У решавању било ког конструкторског проблема, неопходно је да се прате развијене идеје и одлуке донете у конструкторским белешкама. Поједине компаније то захтевају, при чему је сваки унос потписан и датиран у правне сврхе. Конструкторска свеска која је редовно нумерисана, потписана и датирана сматра се добром документацијом. Поред тога, тужба конструктора или компаније због повреде проузроковане производом може се победити или изгубити на основу записа.

Конструкторска свеска је дневник конструкције, која не мора бити уредна али је потребно да садржи све скице, белешке и прорачуне који се тичу конструкције. Ова свеска, при првом уносу треба да садржи име конструктора, име компаније и наслов проблема, као и број, датум и потпис на свакој страници. Информације садржане у записима су оно што се управља и интегрише у *PLM* систему [2].

4.8.2 Документи који комуницирају са менаџментом

Током процеса конструисања одржавају се периодичне презентације менаџерима, купцима и осталим члановима тима. Ове презентације се обично називају прегледи конструкције. Иако не постоји постављен образац за разматрање конструкције, обично захтевају писмену и усмену комуникацију. Без обзира на облик, ове смернице су корисне у припреми материјала за предлог конструкције.

Учинити то разумљиво примаоцу. Одговорност пошиљаоца информација даје јасну комуникацију. Односно, битно је да се објасни концепт другима и да постоји јасно разумевање онога што већ знају, а не знају о концепту и технологијама које се користе.

Пажљиво разматрање о распореду презентације. Како би се објаснила нека конструкција, најбољи приступ је у три корака:

- Представити цео концепт или склоп и објаснити његову укупну функцију,
- Описати главне делове и како се односе на целину и њену функцију,
- Повезати делове заједно у целину.

Овај приступ делује и у покушају да се опише напредак у пројекту:

- Дати целу слику,
- Детаљно одредити важне задатке,
- Поново приказати целу слику.

У вези са овом смерницом, нове идеје се морају постепено уводити. Потребно је да се увек започне са оним што је публици познато, и радити према непознатом. Најважније је да се жаргони или изрази који су публици непознати избегавају.

Спремити квалитетан материјал. Најбољи начин да се постигне поента и да се било који састанак добро заврши, јесте припремити се. То подразумева:

- Имати добра визуелна помагала и писмену документацију,
- Следити дневни ред,
- Бити спреман за питања која су изван представљеног материјала.

Добра визуелна помагала укључују дијаграме и скице посебно припремљене за комуникацију о добро дефинисаној тачки. Ако је публика у прегледу конструкције, потребно је упознати са њом помоћу цртежа. Најбитније је имати писмени дневни ред, јер без дневног реда састанак обично губи фокус [2].

4.8.3 Документи који описују коначни пројекат

Често је потребно направити извештај о конструкцији. Следећи формат је добар оквир који треба следити.

1. Насловна страна: наслов конструкционог пројекта треба да се налази на средини странице, а испод ње се наводе следеће ставке:

- Датум,
- Погон,
- Име инструктора,
- Имена чланова тима.

2. Резиме:

- Сврха резимеа је пружање кључних информација унапред, тако да читалац током читања извештаја има очекивања која се континуирано испуњавају.
- Резиме треба да буде написан као да читалац није потпуно информисан о пројекту и неће нужно да чита сам извештај.
- Мора да садржи кратак опис пројекта, процеса и резултата.
- Треба да буде једна страница или мање, а највише један број.

3. Садржај: садржи наслове секција и бројеве страница.

4. Проблем и циљеви конструкције: навести јасну и сажету дефиницију проблема и предвиђених циљева. Приказати ограничења конструкције и утицај на трошкове.

- Укључити одговарајуће производе у пројекат како би читалац могао да схвати информације у контексту.
- Коначни циљеви пројекта такође морају бити представљени у облику сета техничких спецификација.

5. Детаљна пројектна документација: приказивање свих елемената конструкције, укључујући и објашњење.

- Прављење претпоставки које оправдавају одлуке конструкције,
- Функција система,
- Могућност да се испуне инжењерске спецификације,
- Развој прототипова, њихово тестирање и резултати у односу на инжењерске спецификације,
- Анализа трошкова,
- Процеси производње који су искоришћени,
- Људски фактори који су узети у обзир,
- Сви дијаграми фигуре и табеле морају бити дефинисани са јасним и прецизним називима. За сваку фигуру у извештају битно је објаснити њене карактеристике у тексту.

6. Лабораторијски тестови и резултати за све делове система који су направљени и тестирани. Приказати резултате табелама, дијаграмима и другим методама. Такође, описати како се планира да се тестира коначни систем.

7. Рачуни материјала: расходи делова рачунају само оне делове у коначној конструкцији. Детаљан рачун материјала, број делова, описи делова и цена.

8. Gantt дијаграм: приказати комплетну листу задатака који се морају обавити, временски распоред за извршење и који делови тима имају примарну одговорност за сваки задатак.

9. Етичко разматрање: пружити информације за етичко разматрање који управљају спецификацијом производа који се развио или који треба узети у обзир као потенцијални производ за маркетинг.

10. Безбедност: обезбедити информацију о безбедности конструисаног производа.

11. Закључци: обезбедити одговарајућу листу резултата.

12. Захвалности: направити листу појединаца и компанија који су пружили помоћ саветима, опремом, новцем, примерима итд.

13. Референце: књиге, патенти, научни часописи итд.

14. Додаци: који могу бити корисни за одређене информације:

- Детаљни прорачуни и компјутерски генерисани подаци,
- Спецификација произвођача,
- Оригинални лабораторијски подаци.

5. ЗАКЉУЧАК

Данас, глобално тржиште диктира нове услове пословања. Овакви услови пословања су оријентисани на купца и на његове захтеве. Циљ јесте да се развију нови производи у што краћем временском периоду уз максималну уштеду ресурса. Кључну улогу у развоју производа игра поцес конструисања. Како би компанија постигла конкурентно место на тржишту, ефикасност конструисања својих производа мора подићи на виши ниво.

Главни покретач успешног процеса конструисања јесте конструкторски тим. Састављен је од одређеног броја људи и свако од њих поседује одговарајуће вештине. Интеграцијом ових вештина долази се до адекватног решења, односно циља. Главна особина конструкторског тима јесте креативност. С обзиром на то да повећава конкурентност компаније на глобалном тржишту, ова особина тима доводи и до иновативности која је изузетно битна за саму организацију.

Савременим приступом конструисања долази се до иновативних производа. Како би се постигао овакав вид производа потребно је проћи кроз следеће фазе:

- Откривање производа,
- Планирање пројекта,
- Дефинисање производа,
- Идејно решење,
- Развој производа,
- Подршка производа.

Како би се постигла успешна имплементација процеса конструисања неопходно је да се свакој наведеној фази приступи са озбиљношћу, јер се на тај начин постиже висока ефективност и ефикасност самог процеса. Од велике важности је изабрати пројекат који ће се први предузети. Правилним избором смањују се нежељени губици и осигурава се постизање жељеног резултата. Ово се може постићи применом *SWOT* анализе, а затим применом анализе предности и недостатака.

За сваку компанију је веома важно да постигне оптимално решење у виду високог квалитета производа, који настаје у што краћем временском периоду и прате га ниски трошкови израде. То се постиже захваљујући савременом приступу процеса конструисања.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wickert J.; Lewis K., (2013.), *An Introduction to Mechanical Engineering*, USA, Cengage Learning.
- [2] Ullman G. D., (2010.), *The Mechanical Design Process*, New York, The McGraw-Hill Companies.
- [3] Метода конструисања,
https://www.google.com/search?q=problemi+u+realizaciji+novog+proizvoda&rlz=1C1GCEA_enRS862RS862&tbm=isch&sxsrf=ACYBGNSfkidRjLBayRrdtrLl1UwCXVRQ8A:1568969408243&source=lnms&sa=X&ved=0ahUKEwjZn_fBgt_kAhWSpIsKHXwJChIQ_AUICygC&biw=836&bih=738&dpr=1.25, август, 2019.
- [4] Бицикла из 1885. године , <https://karadara.net/bicikl-kroz-istoriju-nastanak-i-razvojkargo-bicikla/>, август, 2019.
- [5] Бицикла из 2019. године, <https://putsarana.com/isprobajte-najnovije-modele-bicikala-na-rog-joma-demo-danima-u-virovitici/>, август, 2019.
- [6] Levačić G., (2012.), *Marketing i izgradnja brenda*, Varaždin, Hrvatski zavod za zapošljavanje.