

IDENTIFIKACIJA I ANALIZA TEHNOLOŠKIH ZAHTEVA U PROIZVODNIM PROCESIMA

Po pravilu, najznačajnije karakteristike tehnoloških zahteva su:

pojavni oblik (količina)

mesto nastanka / završetka tehnoloških zahteva

vreme nastanka/završetka, odnosno zakon nastanka/završetka

TZ u vremenu

trajanje realizacije TZ

interval strpljivosti TZ

limitirajući faktori koji se pojavljuju pri realizaciji TZ

Karakteristike tehnoloških zahteva, na prvi pogled identične, mogu imati značajne razlike u praksi. Iz tog razloga je neophodno sagledati obeležja karakteristika tehnoloških zahteva (obično nazvanim obeležja TZ). Obično se pojavljuju sledeća obeležja, pri čemu se navode njihovi ekstremi:

determinističnost - stohastičnost

stacionarnost - nestacionarnost

kontinuitet - diskontinuitet

homogenost - nehomogenost

POJAVNI OBLIK (KOLIČINA) MATERIJALA PQ analiza

Pojavni oblik materijala je, po pravilu, osnovna karakteristika tehnoloških zahteva u proizvodnim i ostalim procesima a posebno onim vezanim za logistiku.

Materijali u procesima proizvodnje se pojavljuju u cilju ostvarivanja željenog izlaznog rezultata - funkcionisanja proizvodnog sistema. U zavisnosti od vrste procesa (mesta i uloge firme) to može biti stvaranje novog (finalnog) proizvoda, dorada, reciklaža,... ili pružanje neke logističke ili druge usluge.

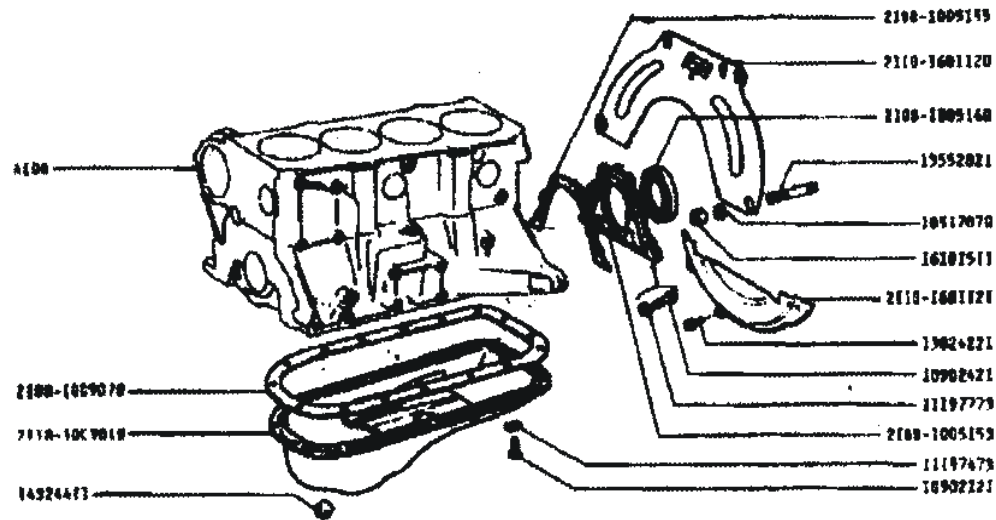
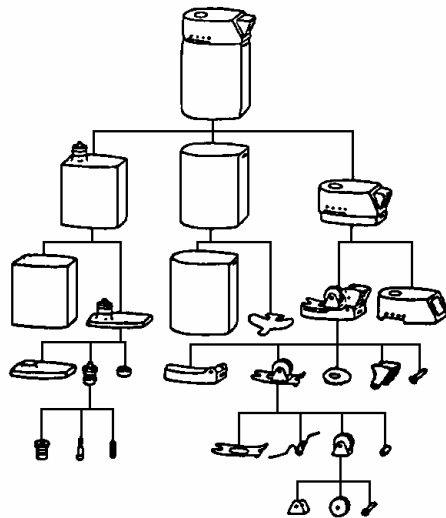
Osnovni cilj ***proizvodnih procesa*** je formiranje traženog (željenog) izlaza i on je ***generator skupa aktivnosti*** čija realizacija je neophodne za ostvarivanje tog cilja.

Materijali koji se pojavljuju u domenu logističkih aktivnosti u proizvodnim i/ili drugim) procesima se sreću na različitim mestima (fazama rada) i u različitim elementarnim aktivnostima:

- na proizvodnim radnim mestima,
- transportu,
- manipulisanju,
- raznim fazama skladištenja,
- sortiranju, pakovanju, raspakivanju,
- kontroli i dr.

*Na svakom od tih mesta, odnosno kod svake od ovih aktivnosti, oni **materijali mogu imati drugačije karakteristike i obeležja**, saglasno tehnološkom procesu.*

Kao prikaz spektra *pojavnih oblika materijala* na slikama su data dva primera – upaljač za cigarete i blok SUS motora sa strukturom i pripadajućim elementima.



Lako se uočava da stepen složenosti ove karakteristike TZ izuzetno varira od tipa proizvoda, tipa proizvodnje i dr., a slične razlike mogu da se sretnu i u nizu drugih logističkih procesa.

Jasno, to nisu ekstremni primeri, jer treba imati u vidu koji je spektar mogućih pojava oblika materijala u teškoj mašinskoj industriji, brodogradnji i sl., a sa druge strane u industrijskim sistemima sa finalnim proizvodima koji su svojim dimenzijama ekstremno malih dimenzija (izrada satova, nakita, ...).

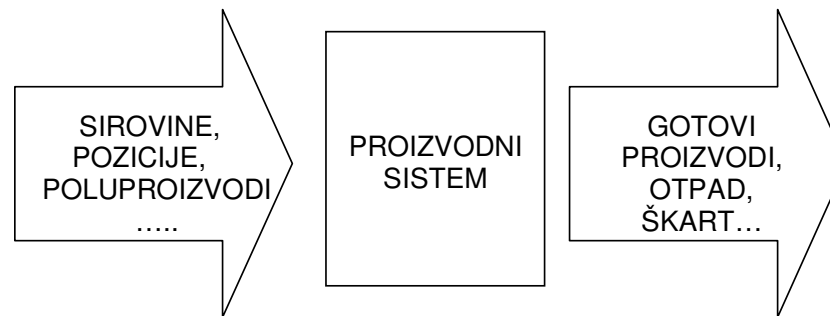
U industrijskim procesima, **materijali** se tipično pojavljuju kao:

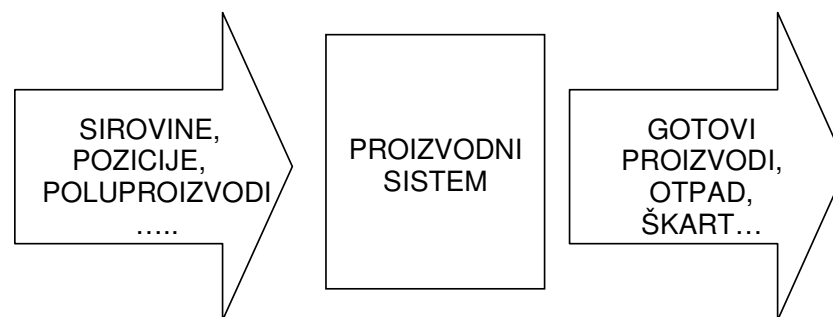
- ulazna veličina
- element (predmet rada) u procesu, i
- kao izlazna veličina

Kao **ulazna veličina**, materijali se uobičajeno pojavljuju kao sirovina, pozicija ili pol-uproizvod, sklop.

U **proizvodnom procesu**, to je najčešće promenljiva veličina na kojoj se, shodno definisanoj tehnologiji proizvodnog procesa, realizuju po pravilu razne fizičko - hemijske promene. To su tipično aktivnosti prerade, obrade i montaže.

Izlazna veličina su tipično gotovi proizvodi, otpad i škart.

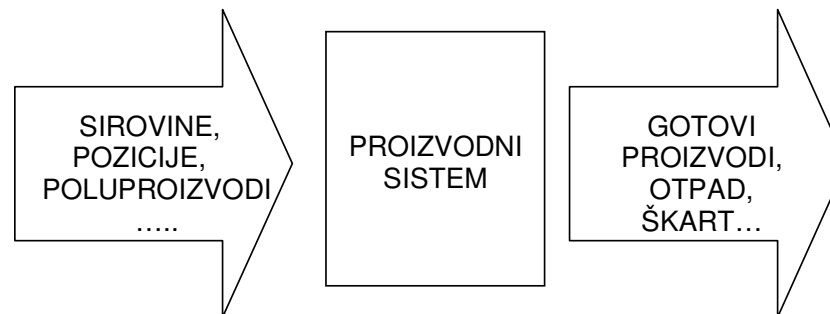




Izrada gotovog proizvoda predstavlja, kako je već rečeno, *generator aktivnosti* u proizvodnom sistemu. *Obim tih aktivnosti* zavisi od plana i programa proizvodnje.

Iz tog razloga, *u svakoj od ove tri faze je neophodno sagledati pojavne oblike materijala, njihovu strukturu i druge parametre koji su od značaja za dalje tehnološko projektovanje*.

Jasno, svaki od pojava oblika, u svakoj od navedenih faza, karakteriše i *količina materijala*, koja je jedna od veoma važnih karakteristika TZ za logističke procese. U industrijskim procesima su *informacije o količinama materijala povezane sa proizvodnim planom i programom*, a koji je karakterističan za različite tipove proizvodnih organizacija, primenjenih tehnologija proizvodnje i dr.



PROIZVODNI PLAN I PROGRAM

Proizvodni plan definiše

osnovne grupe (strukturu) proizvoda

Na osnovu proizvodnog plana (u okviru osnovnih grupa) se dalje utvrđuje

proizvodni program koji treba da realizuje konkretan proizvodni sistem.

Na primer, fabrika osvežavajućih pića, prema proizvodnom planu, u osnovnoj strukturi može da obuhvati proizvodnju prirodnih sokova, veštačkih sokova, posebnih gaziranih napitaka,

Svaka od osnovnih grupa sadrži specifičan skup proizvoda. Za navedeni primer plana proizvodnje osvežavajućih pića, npr. proizvodni program prirodnih sokova može da se sastoji od raznih vrsta voća, različitih vrsta i/ili veličina pakovanja,

Sličnih primera ima veoma mnogo – auto-industrija, elektronska industrija, tekstilna industrija, prehrambena industrija,

Za svaki od proizvoda iz proizvodnog programa (često nazvanim i asortiman proizvoda) je neophodno definisati koliko ih treba realizovati u vremenu, odnosno odrediti količinu proizvoda koja će se, na neki način, pojaviti kao ulazna veličina u logističkim procesima.

Drugim rečima, za svaki element asortimana proizvoda

– (**P**roduction)

neophodno je utvrditi količinu

– (**Q**uantity) kvantitet - broj jedinica koji treba da se proizvede u nekom intervalu vremena.

Analiza u ovoj oblasti (u literaturi često nazvana **PQ analiza**) je polazna osnova za definisanje osnovnih karakteristika tehnoloških zahteva – pojavnog oblika i količine materijala koji će se pojaviti u tokovima materijala i drugim logističkim aktivnostima u vremenu.

Neophodno je naglasiti da je pojavni oblik materijala, koji je za njega čvrsto vezan, je po pravilu baziran na osnovnoj tehnologiji izrade proizvoda.

Proizvodni plan i program se definišu strukturom (asortimanom) i obimom (količinom) proizvoda. On se utvrđuje za određeno vreme (vremenski interval) i za svaki artikal obuhvata

proizvodnju finalnog proizvoda za tržište,

proizvodnju rezervnih delova

i nadoknadu škarta.

S obzirom da je za analizu logističkih aktivnosti ***polazna informacija količina (poznatog) materijala koji će se pojaviti u analiziranim procesima***, potrebno je na odgovarajući način kvantifikovati merodavni broj proizvoda koji treba da bude izlaz iz proizvodnog sistema u vremenu.

Količina proizvoda koja (treba da) se plasira na tržišta i sam plasman proizvoda su posebna oblast istraživanja (obično marketinška), ali veoma bitna za našu struku. Ovo je značajno kako u industriji, tako i u drugim delatnostima pošto se na neki način uvek vezuju za logističke aktivnosti bilo u samom preduzeću ili njegovom okruženju.

Diskusija merodavnog obima proizvodnje pri prisustvu škarta

Definisanje plana i asortimana proizvodnje, (koje spada u posebnu oblast istraživanja), zahteva niz nekada veoma složenih analiza vezanih za:

- mogućnosti/zainteresovanosti tržišta za koje je namenjen proizvod,**
- BND, životni vek proizvoda**
- trendove raznih relevantnih parametara, korelacione i druge analize relevantnih parametara (broj stanovnika, potrošnja, faktor porodice, ...)**
- primenu linearnog programiranja i niza drugih metoda operacionih istraživanja i dr.)**
- i mnoge druge alate ekonomskih istraživanja**

Jednostavni primer utvrđivanja obima proizvodnje korišćenjem linearnog programiranja:

Obično se optimum definiše preko maksimalne dobiti

Mašina	Artikli (kapacitet mašina)		Potrebna količina
	Artikal 1 (x_1)	Artikal 2 (x_2)	
Mašina A	5	2	24
Mašina B	1	5	24
Montaža	6	6	36
DOBIT	500	800	

Funkcija cilja:

$$\underline{\mathbf{Z = 500 X1 + 800 X2}}$$

$$5 X1 + 2 X2 \leq 24 \quad (1)$$

$$X1 + 5 X2 \leq 24 \quad (2)$$

$$\underline{6 X1 + 6 X2 \leq 36 \quad (3)}$$

$$X1 \geq 0$$

$$X2 \geq 0$$

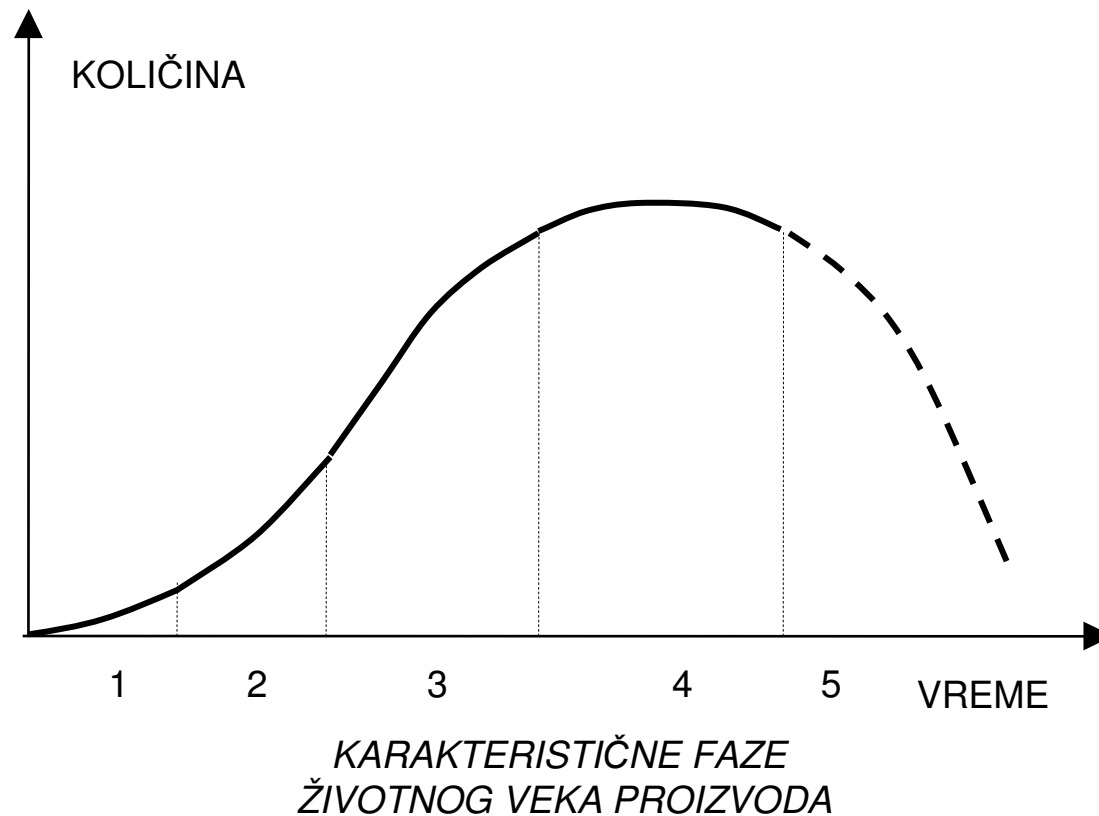
Optimum:

$$X1 = 1,5$$

$$\underline{X2 = 4,5}$$

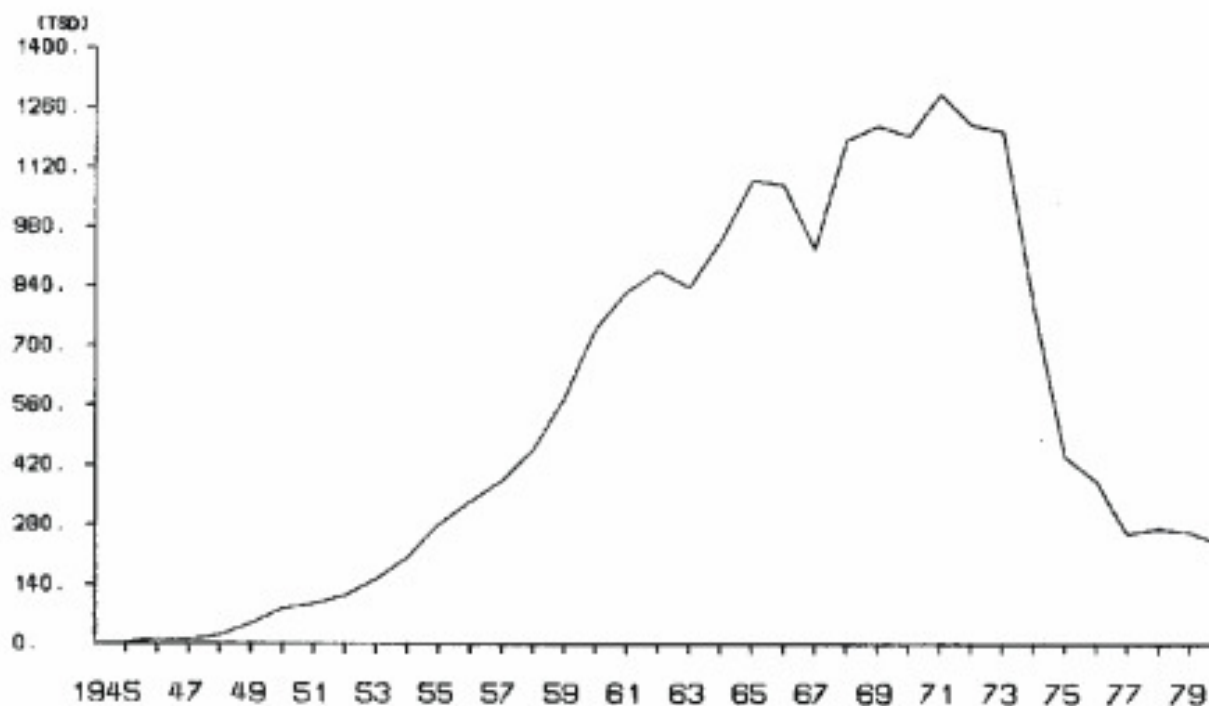
$$\mathbf{Z = 4350 \text{ nj}}$$

Za svaki proizvod, što se tiče **njegovog veka na tržištu** i **količine koja se plasira u vremenu**, tipičan je karakterističan oblik krive (zakovitosti obima plasmana), kao i karakteristične faze tokom celog perioda prisustva proizvod na tržištu.



- 1 - inicijalna faza (uvođenje)
- 2 - razvojna faza (porast)
- 3 - faza realizacije (zrelost)
- 4 - faza korišćenja (stagnacija)
- 5 - faza gašenja (degeneracija)

Primer – Kretanje obima proizvodnje VW – “bube”
sa kompletnim asortimanom



Logistička funkcija promene obima proizvodnje (u vremenu) se u nekim slučajevima može da opiše sledećim izrazom:

$$y(t) = \frac{S}{1 + a_1 e^{a_2 t}}$$

Ovo je funkcija tri parametra (S, a1 i a2) koji se u konkretnim zadacima određuju odgovarajućim metodama.

Struktura (asortiman) proizvoda (P) se predstavlja kao suma p_i , a količina (Q) za svaki proizvod u vremenu iz asortimana se označava sa q_i ($i = 1, \dots, n$). Formalizovano, za jedan proizvodni sistem, obim proizvodnje može da se izrazi sledećom relacijom:

$$\sum p_i \times q_i$$

na primer,
različitih modela televizora \times broj svakog modela

Zavisno od vrste industrije, karakteristika i tipa proizvoda, ***količina proizvoda može biti izražena na razne načine*** - može biti u ***komadima, težini, zapremini, ili nekom drugom pokazatelju*** (kombinovanom i sl.).

Pitanje ***dimenzije (izmeritelja)*** kod velikog asortimana proizvoda može biti značajan problem i u praksi se ponekad sreće situacija da se ukupan obim proizvodnje izražava zajedničkim izmeriteljem – novčanom (ili nekom drugom) jedinicom.

Naredna tabela za jednu proizvodnu firmu ilustruje ove pristupe

KAPACITETI I OSTVARENI OBIM PROIZVODNJE

- Osnovni raspoloživi proizvodni kapaciteti iznose oko 3 400 tona, i to u Fabrici "ALI" 1 800 tona i Fabrici "ELP" 1 600 tona.
- Proizvodni kapaciteti proizvodnje AD "Elektroporcelan" su sledeći:

Pregled kapaciteta AD "Elektroporcelan"

Proizvodni program	Instalisani kapaciteti u t	Raspoloživi kapaciteti u t
Fabrika "ALI"		
Izolatori niskog napona	1 560	360
Izolatori srednjeg napona	2 700	900
Izolatori visokog napona	540	540
Fabrika "ELP"		
Presovani porcelan	1 100	500
Steatit	700	300
Montaža	700	300
NVT osigurači	500	500
UKUPNO	7 800	3 400

S obzirom na veoma veliki spektar različitih situacija u praksi, proizvodni program u okviru industrijskog preduzeća može biti razvijen kao

- tačan
- svedeni i
- indiferentan

TAČAN PROGRAM sadrži *potpunu tehničku dokumentaciju o svakom proizvodu*, čime je omogućena detaljna razrada tehnološkog dela projekta. *Izrađuje se na osnovu detaljne tehničko-tehnološke dokumentacije za svaki deo*, tako da je izrada ovakvog programa najčešće dugotrajna i složena.

Primenjuje se kod masovne, velikoserijske proizvodnje sa manjim asortimanom proizvoda.

Pripadajuća tehnička dokumentacija je obimna i detaljna. Treba da sadrži: crteže, dijagrame, operacione liste, tehnološke postupke, specifikacije, liste materijala i td. koji pružaju polazne informacije o pojavnim oblicima materijala, fizičko hemijskim karakteristikama i td.

SVEDENI PROGRAM obuhvata tehnološku dokumentaciju samo za reprezentne proizvode.

Za ovaj skup proizvoda dokumentacija se radi sa istim stepenom detaljnosti kao za tačan program. Time se omogućava znatno skraćenje postupka projektovanja jer se za svaku grupu tehnološki sličnih delova određuje jedan predstavnik (reprezent). Za ostale proizvode se obično daju samo spiskovi redosleda tehnoloških operacija.

Svedeni program se primenjuje u slučaju raznovrsnog asortimana proizvoda, najčešće u serijskoj proizvodnji ili ako se ne raspolaže potpunom dokumentacijom za sve proizvode. Definisiranje (određivanje) reprezentata se bazira na raznim tehnikama, i oni mogu biti fiktivni (proračunski) i realni. Obično se kao parametri za određivanje reprezentata koriste masa, broj ili vreme izrade. Ovaj pristup određivanja reprezentata se primenjuje kako u domenu tehnologije proizvodnih procesa, tako i sa aspekta logistike (unutrašnjeg transporta).

INDIFERENTNI prikaz programa je karakterističan za permanentno promenljive asortimane proizvoda u okviru odgovarajućih grupa proizvoda.

Ovakav pristup je tipičan za maloserijsku i pojedinačnu proizvodnju. Zbog čestih izmena u programu i asortimanu *po pravilu ne postoji ni detaljno urađena tehničko - tehnološka dokumentacija*. Tada se proizvodni program obično deli na karakteristične težinske grupe, operiše se srednjim težinama delova, prosečnim dimenzijama i slično.

Ovakav pristup je pogodan i u idejnoj fazi serijske i masovne proizvodnje.

U praksi, **prikupljanje informacija** o pojavnim oblicima materijala (ali i drugim karakteristikama tehnoloških zahteva) se sprovodi

- za *sve elemente* vezane za skup proizvoda

- za *merodavan uzorak* iz skupa proizvoda,

pri čemu se reprezent određuje iskustveno ili nekom od metoda (ABC, klaster analizom i dr.). Za definisane uzorke obrada informacija se najčešće sprovodi po nivoima tehnološke složenosti procesa.

Prikupljanje relevantnih informacija može biti realizovano na neki od sledećih metoda (ili kombinovano):

1. Obradom raspoložive dokumentacije

2. Snimanjem realnog procesa

3. Intervjuom

(razgovor sa odgovornim licima koji su u direktnoj ili bliskoj vezi sa analiziranim procesom; ovim putem mogu da se u relativno kratkom vremenu dobiju kvalitetne informacije, ali se potencijalna subjektivnost pojavljuje kao značajan nedostatak ovakvog pristupa).

4. Anketom

(radi se na bazi preliminarnog poznavanja komponenti procesa koji se analizira)

- POSTUPCI PROJEKTOVANJA SA POTPUNOM DOKUMENTACIJOM

U klasičnim postupcima su veoma zahtevni i veoma retko se primenjuju.

U novije vreme u razvoj proizvoda i proizvodnje se u velikoj meri uključuju razne tehnike obrade podataka (crteža, lista, spiskova i dr.) i tu posebno mesto ima **računarska tehnika**.

Jedan od začetaka uvođenja novih tehnologija u ovoj oblasti su CAD - CAM softverski alati, koji su razvijeni do nivoa da pri razvoju proizvoda “automatski” daju:

- rekapitulacije potrebnih materijala
- odgovarajuće crteže svih pozicija koje sadrži finalni proizvod,
- preglede potrebnih materijala, tehnologije i parametre izrade i dr.

Reč je o izuzetno kompleksnim programima koji su po pravilu izuzetno skupi za naše uslove, a potrebno je i značajno vreme za njihovo savlađivanje, odnosno obuku za praktičnu primenu u svakodnevnom radu. U okviru primene CAM, ovi programi se danas povezuju direktno (on-line) sa proizvodnim mašinama (radnim mestima)

IZBOR REPREZENATA

Postoji više načina izbora reprezentata

- iskustveni,*
- metoda slučajnog uzorka,*
- ABC analiza, klaster analiza...*

Tako na primer, koristeći rezultate ABC analize primenjuju se sledeća pravila:

Podskup A zahteva detaljnu analizu pripadajućih elemenata

Za elemente podskupa B se može obaviti analiza sa manjim stepenom detaljnosti, uz eventualne korekcije na bazi rezultata analiza podskupa A

Elementi podskupa C se najčešće procenjuju na bazi rezultata dobijenih u okviru podskupova A i B (ekstrapolacija i sl).

*I u okviru ABC analize veoma je značajno **utvrđivanje merodavnog parametra** na osnovu koga se određuje relativno učešće pojedinih elemenata. Može biti i kombinovano ili na bazi višekriterijumskog vrednovanja, ali za logističke procese, posebno u domenu unutrašnjeg transporta često su neophodne analize po nekom i od naturalnih parametara.*