

# PROJEKTOVANJE U HEMIJSKOJ INDUSTRIJI

PREDAVANJA ZA STUDENTE  
I SEMESTARA SPECIJALISTIČKIH STUDIJA HEMIJSKE TEHNOLOGIJE

ŠIRA LITERATURA:

1. Đ. Zrnić, *Projektovanje fabrika*, Univerzitet u Beogradu, 1993.
2. M. Heleta, D. Cvetković, *Osnove inženjerstva i savremene metode u inženjerstvu*, Beograd, 2009.
3. *Zakon o uređenju prostora i izgradnji objekata Crne Gore*
4. *Zakon o životnoj sredini Crne Gore*
5. E.Bausbacher, R. H., *Process Plant Layout and Piping Design*, PTR Prentice-Hall, 1993.
6. G.Towler, R. S., *Chemical Engineering Design-Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*, Elsevier, 2008

## UVOD

### Cilj i zadatak projektovanja

Nedostatak pojedinih proizvoda na tržištu može se otkloniti na jedan od sljedećih načina:

1. Povećanjem obima proizvodnje (npr. boljim korišćenjem postojećih proizvodnih kapaciteta);
2. Rekonstrukcijom postojećih fabrika (radi povećanja kapaciteta, promjene asortimana, konstrukcije i dizajna proizvoda, promjene tehnološkog procesa i opreme);
3. Izgradnjom novih fabrika.

**Projektovanje je polazna faza investicionog ciklusa koja treba da obezbijedi rekonstrukciju postojeće ili izgradnju nove fabrike.**

U projektovanju se moraju razmotriti mnogi *tehnički, organizacioni i ekonomski* zadaci i pripremiti *rješenja* koje treba da *zadovolje sve uslove i zahtjeve postavljene od strane investitora*. Usvojena rješenja moraju biti savremena, planirana proizvodnja mora zadovoljiti povoljne ekonomske pokazatelje, a proizvodi moraju posjedovati zahtijevani kvalitet. Uz to, sva ponuđena rješenja treba da se nalaze u okviru odgovarajućih granica tehničkih i ekonomskih uslova. Sam postupak projektovanja je kompleksan i projektantski tim mora biti sastavljen od stručnjaka različitog profila.

Ukoliko se projektovanje posmatra sa aspekta nekih standardnih postupka, može da se okarakteriše kao:

- **Djelatnost (stvaralačka djelatnost)** koja ima za cilj da riješi određene zadatke i obezbijedi uslove za stvaranje nečeg novog i korisnog;
- **Modeliranje** procesa (i funkcija, često postavljenih intuitivno) do njihovog ostvarenja.

Uspjeh u projektovanju zavisi od pravilnog korišćenja savremenih naučnih dostignuća, kao i rezultata koja su potvrđeni u praksi i za koja postoji relevantno iskustvo. Potrebno je upozoriti da je, najčešće, mala vjerovatnoća da projekat bude uspješan ako se kod usvajanja konačnih rješenja zanemari ovakav pristup.

*U nastavku će se osnovna pažnja obratiti na redosljed projektovanja, metode i sadržaj projektne dokumentacija. Sami rezultati projektovanja će se razmatrati kroz neke od primjera.*

**Zadatak** projektanta (posmatrano tradicionalno) je da izradi **crteže** sa pratećom dokumentacijom koje treba da odobri investitor. Prezentovana dokumentacija treba da sadrži sve potrebne detalje da bi se usvojena rješenja realizovala kao i preduslove da bi se kod implementacije postignuli traženi rezultati. U pripremi rješenja projektanti moraju **predviđati** buduće mogućnosti. Predviđanje može predstavljati problem ukoliko prognoze nijesu objektivne, pa je projektant često prinuđen da sprovodi iterativna istraživanja.

Ako **crtež u razmjeri** predstavlja zadatak projektanta, onda je on i **glavni instrument**. Pošto lako podliježe izmjenama, kod razmatranja više varijanti i traženja najpovoljnijeg rješenja, crtež se posmatra kao **model** koji može da sačuva prethodno izvedena rješenja. Međutim, kod istraživanja više varijanti vrijeme za optimizaciju pomoću crteža je veoma dugo, pa je znanje i iskustvo projektanta da se orjentiše na oblast prihvatljivih rješenja od presudnog značaja. Ako je potrebno razmotriti uticajne faktore koji su van prostora obuhvaćenih crtežom on je beskoristan i mora se pristupiti potpunom modelovanju.

Različite faze projektovanja mogu pratiti predviđene i nepredviđene teškoće. U *početnoj fazi* je prisutan **dug period traženja originalnog rješenja** (prikupljanje i analiza informacija) pa se gubi dosta vremena čak i za rješavanje trivijalnih zadataka.

U fazi stabilnog rada na projektu, komplikovano je uskladiti **odnos cilja i sredstava**. Ako se relacije njihove međuzavisnosti mogu postaviti u matematičkoj formi, povoljno je primijeniti računare za izvođenje optimalnog rješenja.

U svim fazama rada često se otkrivaju **nove mogućnosti** sa originalnim rješenjima. Tada se početni zadaci odnosno projektni zadatak mora izmijeniti. Projektant mora znati kako se usaglašava projektni zadatak kada se mijenjaju rješenja ili koncepcije. Isti postupak je i kada iz niza **alternativa** treba izabrati najpovoljniju. *Efikasnost* tada zavisi od projektanta. On treba da bude dobro informisan, sa iskustvom i fleksibilnim razmišljanjem kako bi svoje istraživanje skoncentrisao na oblasti u kojima očekuje rješenje. U protivnom se može desiti da se blokira donošenje konačnih rješenja. Takvi problemi se posebno javljaju u slučajevima kada je sistem komplikovan, a rješenja neizvjesna.

Posebno treba naglasiti da cilj projektovanja nije samo zadovoljenje trenutnih potreba. Naime, mnoge trenutne potreba nestaju a zamjenjuju ih nove. Tako se u rješenjima moraju ugraditi i parametri koji vrednuju prihvatljive pravce razvoja.

## Odlučivanje

Rješenja savremenih projektantskih zadataka proizilaze iz velikog broja informacija tako da se stvaralačko mišljenje projektanta mora bazirati na obimnom teorijskom i praktičnom **znanju**. Osim znanja neophodne je primijeniti **metode** koje mogu obezbijediti donošenje rješenja.

**Savremene metode** razmatraju *način razmišljanja i pristup* koji prethodi izradi projekta. Opšte kod svih ovih metoda projektovanja je da projektanta treba primorati da **»misli naglas«** i tako druge ušesnike u projektu upozna sa svojim mišljenjem.

Efikasan rad postiže se podijelom zadatka na djelove i preciziranjem veze između izdvojenih djelova. Tako učesnici u projektu prate i ocjenjuju rezultate u ostalim djelovima projekta. Izdvojeni djelovi zadatka se mogu rješavati *konsekventno ili paralelno*. Povezanost djelova (blokova) mora biti unaprijed zadata i poznata od samog početka. Projektantski zadatci koji se ponavljaju mogu se rješavati automatski.

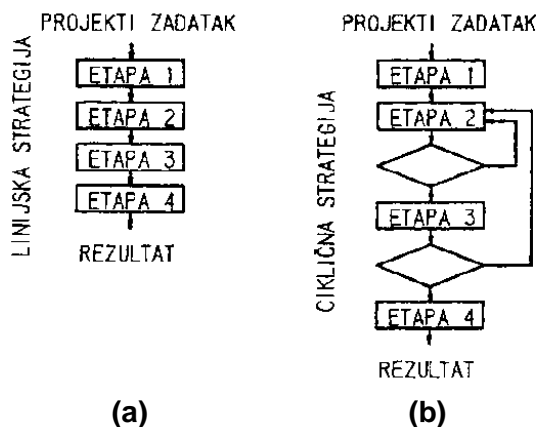
Mnogi zadaci projektovanja se, međutim, ne mogu raščlaniti. Tada rukovodilac projekta preuzima punu odgovornost za donošenje rješenja, od početka postavlja zadatke, sastavlja opštu šemu i raspoređuje rad saradnika. Takav metod rada se često poistovjećuje sa **metodom »crne kutije«**.

*Ako postoji veliki rizik zbog krupnih grešaka kod projektovanja neizbježno je primijeniti eksperimente (provjere, simulacije i sl.).*

U metodologiji projektovanja se izdvaja **linearni i ciklični rad**. Veoma je poželjno obezbijediti što veću *linearnost*, odnosno što više smanjiti *cikličnost*. Linearnost znači da se svi važniji problemi poznati na samom početku rada. Tada konačni rezultat proizilazi iz rješenja (odluke) izdvojenih etapa, slika 1a. Cikličnost znači da važni parcijalni rezultati dolaze u prvi plan kod kasnijih etapa rada. Tada se može otkriti da je potrebno korigovati rješenja ili izvršiti promjene kod projekta. Slika 1b šematski pokazuje da odluka iz prve dvije etape može ostati neprimijećena (prihvatljiva) do donošenja odluke iz etape 3. Nakon toga nju treba ponovo preispitati.

Pokušaji da se svaki zadatak linearizuje, tj. rješenje dobije nakon jednokratnog prolaza etapa zahtijeva veoma kompleksne preduslove (definiciju svih promjenljivih, zavisnosti između njih i optimalnih vrijednosti). Ako se operacije višestruko ponavljaju onda postoji mogućnost automatizacije postupka izvođenja rješenja. Nedostatak potpune linearizacije je što se razmatra mnogo varijanti, tako se troši i mnogo vremena, ali i zanemaruju rezultati parcijalnih istraživanja.

Savremeni proces projektovanja treba da bude efikasan na svim nivoima. Pri tome treba da postoji i spremnost za radikalne izmjene. Što više ljudi treba da bude uključeno u predlaganju ideja i donošenje parcijalnih rješenja.



Slika 1. Šematski prikaz linijskog (a) i cikličnog (b) izvođenja rješenja

Kad se postavlja dileme o metodama, često se razdvaja odnos između **logičkih i intuitivnih metoda**. Na pitanje da li su ovo alternative ili elementi koji se mogu objediniti nema jasnog odgovora. Razlog za to je potreba da se poveže i logika i intuicija pri rješavanju svakog zadatka. Sam način povezivanja zavisi od konkretnog zadatka i konkretnog projektanta.

Projektovanje kao logički proces obuhvata tri etape:

- analizu problema,
- sintezu,
- ocjenu (vrednovanje) alternativnih rješenja.

Ove etape se nazivaju: divergencija, transformacija i konvergencija.

**Prva faza obuhvata istraživanje za obezbjeđivanje dovoljno informacija.** Polazi se od planiranog zadatka. Rad sadrži i logičku i intuitivnu komponentu, a obuhvata pregled literature, istraživanja i anketiranja korisnika. Stalno se potencira planirano rješenje i tako vrši podsticanje korisnika. Organizuju se rasprave radi sakupljanja i obrade primjedbi, sugestija i sl.

Svi prikupljeni elementi trebaju da pruže podatke za razradu projekta. Takođe je potrebno praviti bilans troškova da se ne bi izabrala skupa rješenja. Kao rezultat treba da se dobije opšta konceptijska šema projektovanog objekta. Na kraju se ukaže na optimalna rješenja (premda pojedini autori smatraju da optimalna rješenja nije mogući dostići, ali je moguće sprovesti optimalna istraživanja).

**Druga faza projektovanja počinje kada je problem u znatnoj mjeri definisan.** Tada se pravi šema za ocjenu i projekat detaljnije razrađuje. Šema treba da pojednostavi zadatak donošenjem odluka o tome šta je značajno, a šta može da se zanemari. Projektantski zadaci se raščlanjuju na podzadatke, preciziraju ciljevi, granice i odredi način rješavanja (paralelno ili po redoslijedu). Važno je da se preciziraju prava (slobode) izmjene ciljeva i brzina ocjene posljedica takvih izmjena, da se ne bi izazvao zastoje u radu.

U ovoj fazi je najviše prisutna ličnost projektanta. Ovdje može da se primijeni i kolektivno odlučivanje, odnosno može da se glasa o jednoj ili drugoj varijanti koje obezbjeđuju dostizanje cilja.

Sistemske zadaci se transformišu koristeći matematičke i grafoanalitičke metode (matrice međuzavisnosti, grafike međuzavisnosti, sistematska istraživanje, postupke optimizacije).

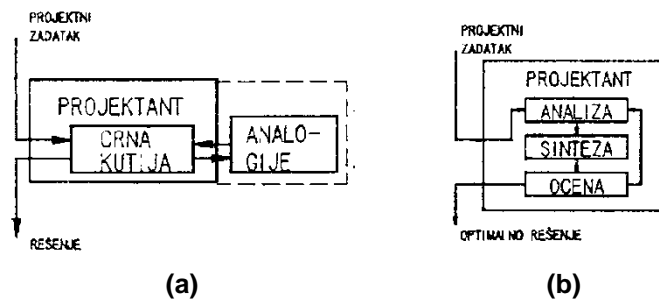
**Treća faza projektovanja nastaje tek kada je zadatak potpuno određen i kada su promjenljive i ciljevi definisani.** Projektant korak po korak rješava protivrječnosti iz druge faze sve dok iz mnoštva alternativa ne ostane jedna, kao rješenje koje treba da sprovede u život.

Ostvarivanje ove faze je moguće sa strategijom da se prvo riješi cijeli objekat, a zatim podsistemi ili se iz rješenja podsistema izvodi rješenje objekta. Oba načina se često koriste.

**U odnosu na rad projektanta,** potencira se mišljenje da on realizuje istraživanje po sistemu »crne kutije« (sa idejom na izlazu). Sa aspekta logike projektant realizuje logički proces, a sa aspekta upravljanja projektant ostvaruje sistem sa povratnom spregom. Analiza, sistematizacija i predlog rješenja se odvija korišćenjem niza memorisanih informacija.

Ako se čovjek posmatra kao »crna kutija«, to se u početnoj fazi projektovanja brzo generišu podaci koji se odnose na zadatak, analogno uklanjanju filtera na ulazu u kutiju. Podaci se nakon »uvođenja« klasifikuje i svede na skladnu strukturu. Projektno rješenje može da bude formirano kada projektanti mogu ubjedljivo da obrazlože svaki prijedlog. Autori rješenja, takođe, moraju uvijek u potpunosti biti svjesni »posljedica svoga djelovanja«. Kod »crne kutije« za pretvaranje ulaznog signala u izlazni koriste se analogija prikazana na slici 2a.

Logični proces rada projektanta liči na rad računara: koristi samo informacije koje su unešene i djeluje po zadatoj šemi, sprovodi analizu i ocjenu i ponavlja ciklus dok ne nađe najbolje rešenja, slika 2b. Takva slika je opravdana kada se vrši optimizacija promjenljivih u dobro poznatoj situaciji projektovanja.



**Slika 2.** Prikaz rješavanja zadatka po metodi »crne kutije« (a) i računara (b)

Smatra se da objektivizacija procesa mišljenja i njegove podjela na kategorije intuitivnog, logičnog i proceduralnog je omogućila pojavu velikog broja metoda. Kod tradicionalnog načina projektovanja sve ovo je bio jedan proces koji je najviše zavisio od projektanta.

Cilj objektivizacije i rasčlanjivanja projekta je da se poveća broj informacija, a naročito da se olakša postupak »izlaska iz prvog kruga misli« prisutno čak i kod talentovanih projektanata. Međutim, i mnogo ideja može izazvati gubljenje kontrole nad projektom i stvoriti opasnost za odstupanje od zdrave logike. To je ozbiljan nedostatak savremenih metoda projektovanja.

## Projektantski zadaci (kao sistem) i tehnike prikazivanja

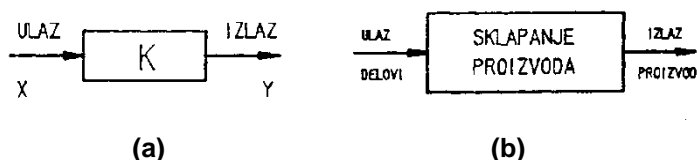
**Sistem** se obično smatra ograničenim i sređenim kompleksom elemenata sa uređenim funkcijama za postizanje cilja. Iskustvo je pokazalo da uspješno planiranje i projektovanje zahtijeva **sistemski prilaz**. Svaki sistem može da se razloži na **podsisteme**.

**Elementi** sistema su njegovi najmanji djelovi koji zajednički funkcionišu. Zajedničko funkcionisanje znači da utiču makar na jednu komponentu iz sistema. Djelovi mogu biti objekti (materijal, roba, mašine, transportna sredstva ili ljudi), aktivnosti kretanja (transport, pretovar, uskladištenje itd), ili transformacija (obrada, filtriranje, homogenizacija itd). Elementi i njihove međuzavisnosti kvantitativno se vrednuju, uključujući obračun troškova i optimizaciju dobiti. Tako se stvara hijerarhija čija povezanost mora biti uzeta u obzir pri projektovanju.

Za predstavljanje sistema upotrebljavaju se izvjesne **tehnike** koje ilustrativno mogu prikazati vezu između podsistema i komponenti. Npr. blok dijagrami, karte toka, mrežni dijagrami,

analitički i simulacioni modeli. Opis funkcija kod ovih metoda je različit. U kartama toka, blok dijagramima i mrežnim dijagramima koriste se *blokovi-koraci* sa *ulazom* i *izlazom*. Kada se prikažu koraci, ulaz i izlaz definišu se i *međusobni odnosi*.

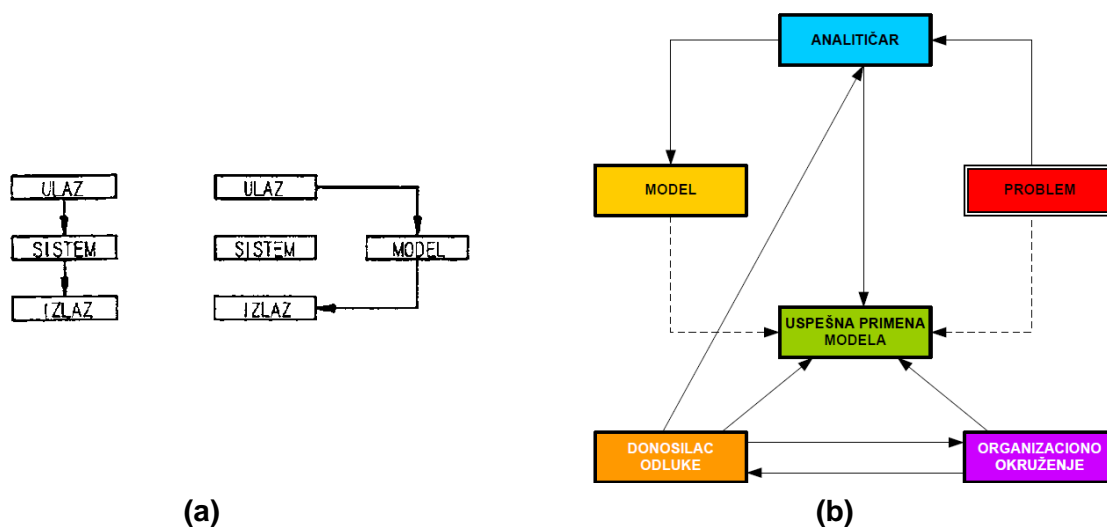
Na slici 3a prikazan je odnos ulaza (X) i izlaza (Y) pomoću matematičkih funkcija (K). Na slici 3b je prikazano jednostavno sklapanje proizvoda sa ulazom djelova za sklapanje, a izlazom sklopljenim proizvodom. Sklapanje u ovom slučaju predstavlja funkciju odnosno transformaciju. Transformacija u svakom bloku može biti fizička, hemijska, ali i aktivnosti kretanja (transport, uskladištenje itd.).



Slika 3. Blok sa matematičkom transformacijom (a) i proizvodnom operacijom (b)

### Model

Kompleksni sistem može da se analizira kao stvaran (slika 4a), što zahtijeva dug vremenski period, velike troškove, a često je takva analiza nemoguća. Drugi način je da se posmatra ponašanje njegovog modela (slika 4b). Svrha analize je da se predvidi rad i ponašanje sistema pri zadatim uslovima.



Slika 4. Analiza ponašanja sistema (a) i modela sistema (b)

Model je imitacija realnog sistema i mora da ispuni sljedeće zahtjeve:

- da predvidi ponašanje sistema u datoj situaciji,
- da se njime eksperimentiše znatno lakše nego sa sistemom.

Model treba da opisuje sistem detaljno. To je moguće obezbijediti samo ako postoji osnovna teorija o ponašanju sistema. Kod izrade modela je potrebno pojednostaviti neke ključne elemente teorije. Preduslov za to je detaljno poznavanje procesa i promjenljivih koje treba uključiti. Veoma često se model izradi samo na bazi osnovnih funkcija da bi se sagledala složenost problema. Ukoliko se u model uključe sve promjenljive isti postaje neoperativan i neekonomičan.

Kod već formiranog modela potrebno je odrediti njegovu **valjanost**. Ona se odnosi na provjeru podudarnosti ponašanja sistema i modela. Treba napomenuti da apsolutna podudarnost nije moguća. Zato se ocjena valjanosti svodi na pitanje *do kojih granica ulaznih parametara model*

može dati prihvatljive rezultate. S obzirom na cilj istraživanja mogu se izdvojiti tri tipa valjanosti:

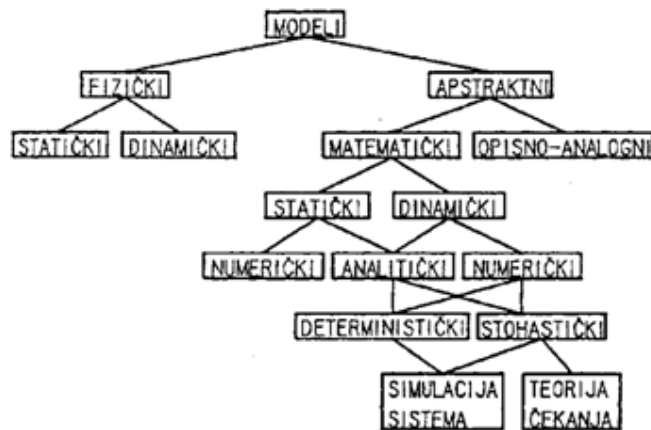
- replikativna (odnosi se na podudarnost podata dobijenih modeliranjem i snimljenih na realnom sistemu),
- predikativna (odnosi se na mogućnost korišćenja modela za predviđanje),
- strukturalna (odnosi se na primjenu modela za istraživanje samog sistema).

Problem ocjene valjanosti modela je sam po sebi kompleksan i zahtijeva dosta opširno razmatranje. Često se razmatara *empirijski i racionalni pristupak*. U prvom slučaju se empirijski provjere svi postulati, a u drugom se vrši odabir samo određenih.

Modeli se mogu podijeliti na dvije osnovne grupe: **fizičke i apstraktne**. Ove grupe se mogu dalje sistematizirati saglasno šemi sa slike 5.

U projektovanju se najčešće koriste *fizički (statički) modeli* u završnoj fazi pri formiranju *layout-a* (modeli opreme od hartije, drveta, plastične mase itd.).

Kod apstraktnih modela se koriste simboli i matematička logika za njihovu prezentaciju.



Slika 5. Sistematizacija modela

*Matematički modeli* predstavljaju skup matematičkih operacija i podataka koji opisuju ponašanje tog sistema u okolnostima koje se proučavaju. Kako su realni sistemi komplikovani, matematički modeli ih mogu podržavati samo u određenom domenu. Oni se mogu razvrstati na:

*Statičke* - stanje se posmatra u datom trenutku,

*Dinamičke* - stanje se posmatra u različitim vremenima,

*Determinističke* - promjenljive mogu da se izmjere ili izračunaju,

*Stohastičke* - promjenljive nijesu tačno poznate unaprijed, ali postoje teorije o njihovom ponašanju,

*Diskretne* - stanje sistema se mijenja u datom intervalu vremena,

*Kontinualne* - stanje sistema se mijenja kontinualno sa vremenom.

*Opisno-analogni modeli* se najčešće koriste za analizu redosljeda izvođenja tehnoloških procesa (npr. dijagram procesa izrade), analizu kretanja materijala (dijagram toka, dijagram kretanja itd.), i raspored opreme i prostora (mrežni dijagram).

## Alternative

Kod postojanja alternativnih rješenja projektantskih zadataka postupak odlučivanja obuhvata :

- *Formiranje alternativa;*
- *Vrednovanje i izbor alternativa;*
- *Dinamičku analizu za najpovoljniju varijantu.*

Formiranje alternativa se može podijeliti na pet koraka.

1. *Korak.* Obuhvata formiranje opšteg modela (fabrike, radionice, skladišta) i analizu njegove funkcije. Osnova za konstruisanje modela je šema tehnološkog procesa i dijagram toka materijala.
2. *Korak.* Obuhvata eliminisanje nekompatibilnih rješenja.
3. *Korak.* Kod kompleksnih problema izdvoje se podsistema koje treba posebno vrednovati.
4. *Korak.* Eliminišu se rješenja koja ne zadovoljavaju projektni zahtjev.
5. *Korak.* Odrede se alternative za dalji postupak koje u svim kriterijumima zadovoljavaju postavljeni cilj.

Neophodni podaci za *analizu i vrednovanje* pojedinih alternativa se dobijaju iz kataloga, ponuda i druge tehničke dokumentacije proizvođača opreme (formira se banka osnovnih podataka). Parametri za vrednovanje i izbor se moraju izdvojiti i obrazložiti.

*Postavlja se pitanje koja tehnička i ekonomska rješenja uzeti u obzir?*

Postojeće stanje tehnike karakteriše stalni razvoj mašina, transportnih uređaja i sistema koji su već dugo vremena poznati. To treba uzeti u obzir kod planiranja i projektovanja. *Iz poznatih tehničkih i organizacionih elemenata moraju se tražiti rješenja koja daju dobar raspored opreme, racionalan tok kretanja materijala, smanjenje radne snage, malu potrošnju energije, visok stepen iskorišćenja prostora, itd. Rješenja treba izabrati tako da najbolje ispunjavaju tehničke i ekonomske uslove date projektnim zadatkom.* Za to je potrebno razviti postupak klasifikacije alternativa i odrediti parametre prema kojima će se vršiti izbor. U osnovi se to može postići:

- prema intuiciji,
- prema formalnim pravilima rješavanja.

U prvom slučaju se izbor dobije kao rezultat mišljenja jedne ili više osoba koje učestvuju u odlučivanju. **Kriterijumi** za izbor su unaprijed poznati kao i način na koji se dobija rješenje. Ovaj postupak je dosta jednostavan i omogućava brzo donošenje odluke.

U drugom slučaju se polazi od utvrđenog modela koji opisuje proces pomoću šeme, blok dijagrama, algoritma ili računskog postupka. Znači, problem izbora je preveden na rezultate dobijene na osnovu veze modela i faktora koji su značajni za odlučivanje. Tada i djelimična optimizacija može biti dovoljna za donošenje odluke.

Pri projektovanju se često suočavamo sa potpuno *oprečnim uticajnim faktorima*. Tako je veoma značajno procijeniti koje od njih treba posebno razmatrati. Ako uticajni faktori nijesu precizno procijenjeni postoji mogućnost da se usvoji neko neracionalno rješenje. Kod rješavanja zadatka kriterijumi koje stoje na raspolaganju se postavljaju prema *odgovarajućem prioritetu*. Pošto se radi o donošenju odluka korisno je poznavati hijerarhiju kriterijuma za odlučivanje. Neki od značajnih kriterijuma su: tehnički, ekonomski, kriterijumi uslovljenosti i opšti kriterijumi.

Analiza **korisnosti** (odnos prema novčanim sredstvima) može da posluži kod pripreme za odlučivanja. Ona ne može zamijeniti ostale kriterijume, ali može značajno dopuniti donošenje pravilne odluke iz mnoštva mogućih alternativa. Naime, donošenje odluke kao završni čin procesa odlučivanja, podrazumijeva izbor u skladu sa unaprijed definisanim odnosom prema riziku. Suočeni sa takvom situacijom, donosioci odluka mogu različito procijeniti i dobit i gubitak (često je za jednu osobu velika dobit ili veliki gubitak, ono što za drugu može biti beznačajno). Zbog toga numerički iskaz određenih vrijednosti, koje se zahtijevaju u situaciji donošenja odluke sa rizikom, predstavlja značajnu dopunu ostalih rezultata. **Funkcija korisnosti treba da pokaže kakav je prihvaćeni stav prema problemu za koji se donosi odluka u uslovima rizika i neizvjesnosti.** Kada je funkcija korisnosti (matematička zavisnost od novčanih sredstava) konkavnog oblika, govori se o maloj sklonosti prema riziku, za razliku od funkcije konveksnog oblika, kada se govori o visokoj sklonosti prema riziku. Premda se navode i mogućnosti



kombinovanja ovih oblika, u praksi su matematičke zavisnosti korisnosti od novčanih sredstava, najčešće, eksponencijalna, kvadratna i logaritamska funkcija.

Ne treba zaboraviti i na uslove sa višestrukim, obično protivurječnim uticajnim faktorima i kriterijuma. U tim slučajevima zahtijeva se tzv. **višekriterijumsko odlučivanje**. Specifičnost višekriterijumskog odlučivanja je i višeatributivna korisnost, koja zahtijeva posebnu proceduru pripreme, istraživanja i završne procjene.

## VJEŽBA 1. CRTEŽI, ALTERNATIVE I MODELI

### CRTEŽI

Sastavni dio svakog projektnog elaborata predstavljaju crteži: proizvoda, uređaja, elementa uređaja, tehnološkog procesa, postrojenja, *layout*-a opreme i radnih mjesta, rasporeda fabričkih odjeljenja, dispozicionog plana fabrike i dr.

U projektnoj dokumentaciji crteži treba da pruže potrebne informacije o:

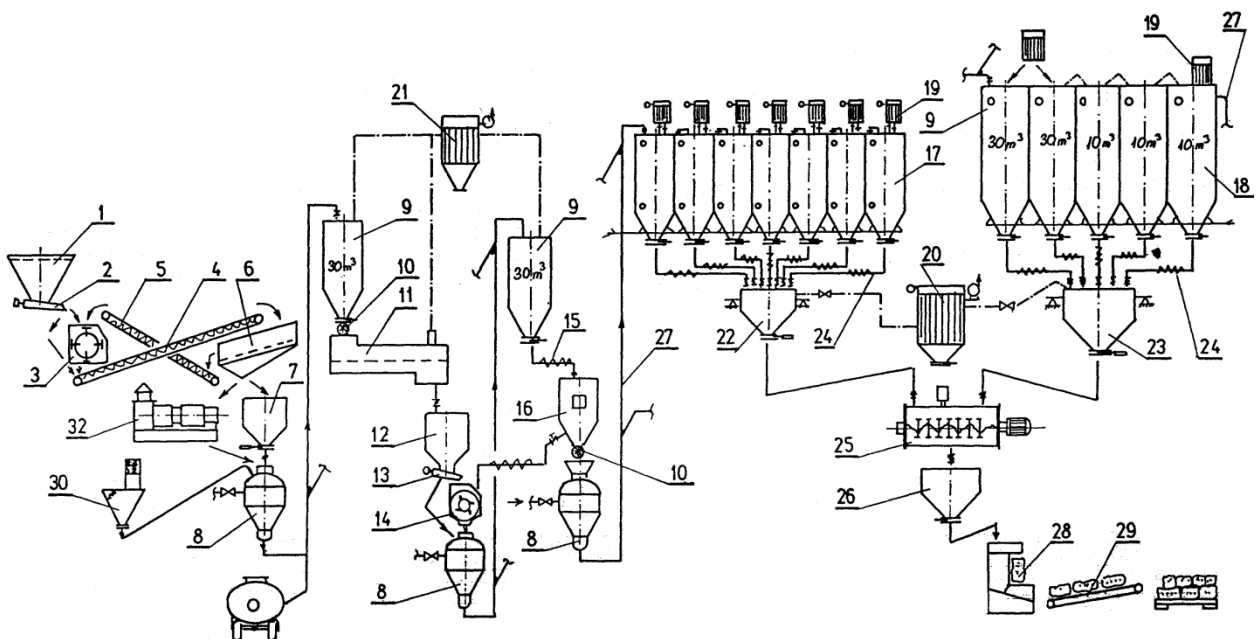
1. tehnološkom procesu (šema tehnološkog procesa, redosled operacija);
2. prostornom rasporedu objekata, fabričkih odjeljenja, opreme, radnih mjesta, transportnih puteva i sl.;
3. izgledu nekog proizvoda, elementa, sklopa (dimenzije, presjeci, projekcije, materijal i dr.), operacijama za izradu i sklapanje.

Jedan sklopni crtež u procesnoj industriji mora da sadrži sledeće podatke:

- Razmjeru;
- Naziv crteža;
- Broj crteža;
- Datum izrade;
- Imena odgovornih lica;
- Brojnu oznaku i naziv svih pozicija (elemenata);
- Osnovne dimenzije svakog elementa sa potrebnim brojem projekcija;
- Broj komada za svaki element;
- Vrstu materijala za svaki element;
- Težinu svakog elementa.

#### Primjeri crteža:

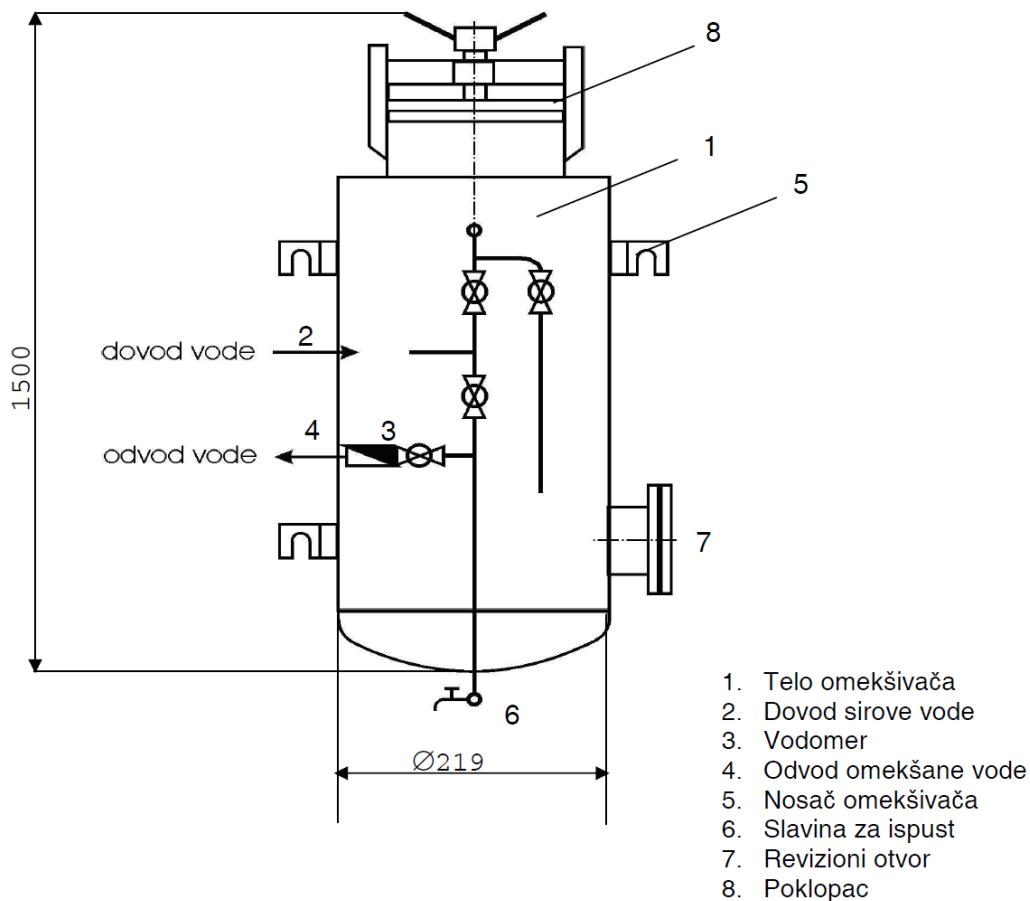
Tipični primjeri crteža koji se izrađuju u različitim fazama projektovanja u oblasti hemijskog inženjerstva (šeme tehnološkog procesa, proizvodnog sredstva, fabričke hale i situacionog plana) prikazani su na slikama 6-9.



**Slika 6.** Primjer šeme tehnološkog procesa proizvodnje nemetalnih prahova (oznake postrojenja i opreme biće objašnjene u vježbi Proizvodni program)

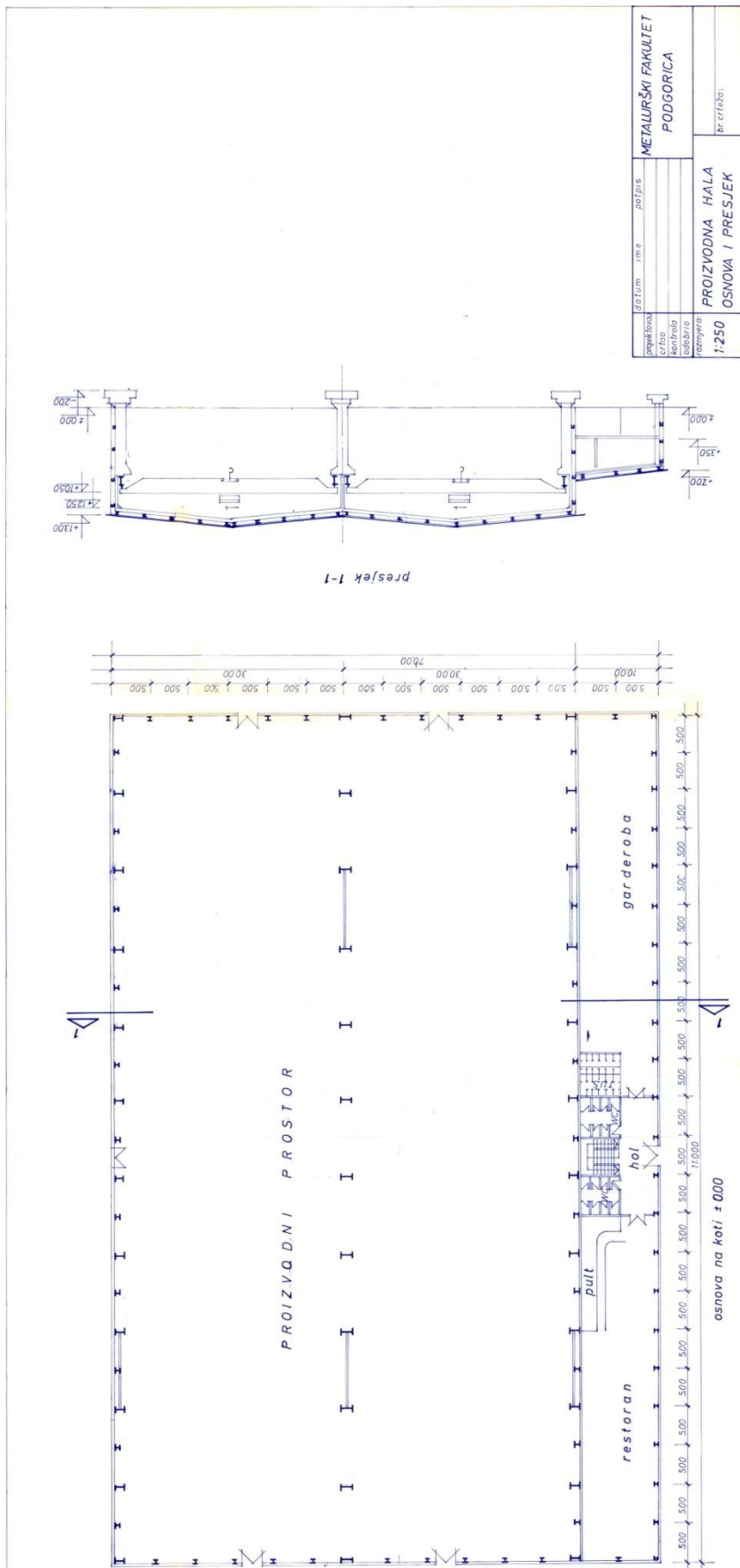


**OMEKŠIVAČ VODE  
BEZ POSUDE ZA SO**

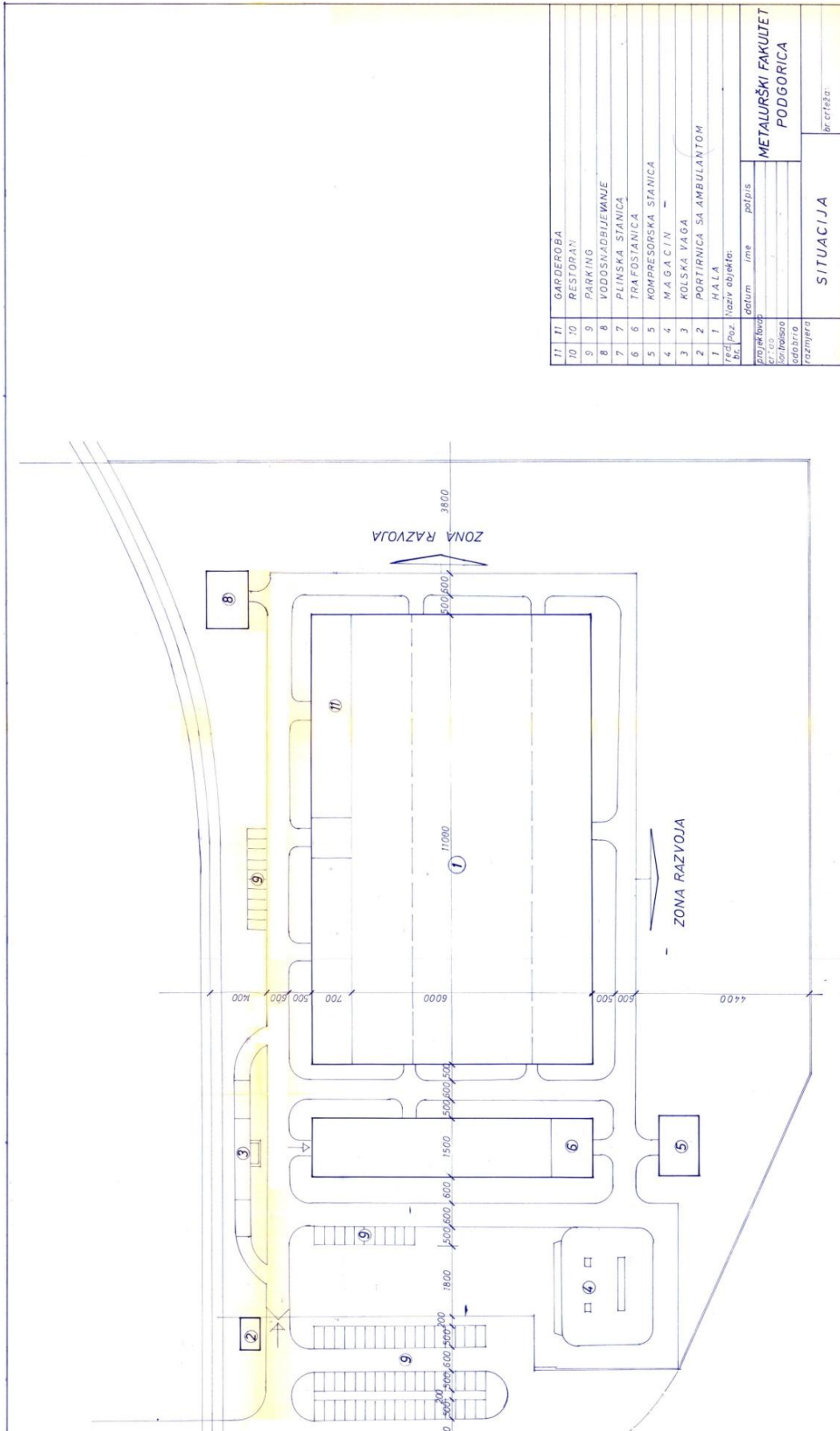


|    |   |  |         |      |
|----|---|--|---------|------|
| 1  | Protok vode V (m <sup>3</sup> /h)                 | 0,5 - 1  | 1,5 - 2 |      |
| 2  | Nazivni prečnik D (mm)                            | 200  | 300     |      |
| 3  | Prečnik armature d (mm)                           | 15   | 25      |      |
| 4  | Ukupna visina H (mm)                              | 1,500  | 1,500   |      |
| 5  | UKUPNA TVRDOĆA SIROVE VODE UT                     | Količina omekšane vode između dve regeneracije (m <sup>3</sup> ) |         |      |
|    |   | 6  | 17,0    | 37,0 |
|    |   | 8  | 13,0    | 28,0 |
|    |   | 10   | 10,0    | 22,0 |
|    |   | 12   | 8,5     | 18,0 |
|    |   | 14   | 7,5     | 16,0 |
|    |   | 16   | 6,5     | 14,0 |
|    |   | 18   | 5,5     | 12,0 |
|    |   | 20   | 5,2     | 11,0 |
|    |   | 22   | 4,6     | 10,0 |
|    |   | 24   | 4,3     | 9,0  |
|    |   | 26   | 4,0     | 8,5  |
| 28 | 3,7   | 8,0  |         |      |
| 30 | 3,4   | 7,3  |         |      |
| 6  | Potrebna količina soli za jednu regeneraciju (kg) | 5,5  | 12,0    |      |
| 7  | Ukupna težina omekšivača cca (kg)                 | 150  | 210     |      |

**Slika 7.** Crtež postrojenja za omekšavanje vode sa prikazom delova i gabaritnih dimenzija [?]



Slika 8. Crtež osnove i vertikalnog presjeka fabričke hale



Slika 9. Crtež situacionog plana fabričkog postrojenja

## ALTERNATIVE

Pojmovi *alternative* i *modeli* objašnjeni su na primjeru proizvodnje **anodiziranih aluminijumskih profila**.

Osnovni podaci o proizvodu:

- Naziv proizvoda: Anodizirani aluminijumski proizvodi (slika 10.);
- Vrsta materijala: Tehnički aluminijum i legure koje se mogu anodizirati;
- Tehnološki proces pripreme: Anodizacija i *pull over* bojanje.



**Slika 10.** Pregled proizvoda koji se završno površinski obrađuju anodizacijom

*Opis za profile:* Presovani profili od legura aluminijuma nalaze široku primjenu za izradu tzv. eloksirane bravarije (prozori i vrata). Na površina ovih profila u cilju zaštite i izgleda nanosi se sloj oksida postupkom anodizacije ili plastične mase postupkom *pull over* bojanja. Na slici 11. prikazani su fotografije aluminijumskih profila za bravariju sa različitim stanjem (izgledom) površine.

*Osnovni zahtjevi* - anodizirani profili moraju zadovoljiti zahtjeve u pogledu:

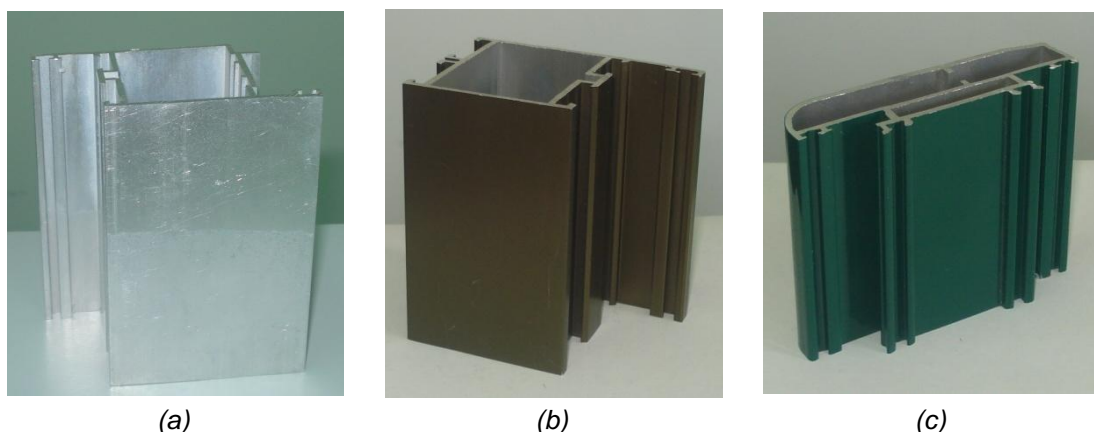
- mehaničkih osobina (stabilnost konstrukcija),
- toplotnog efekta (izolacija u odnosu na spoljnu temperaturu),
- debljine anodiziranog sloja (zaštita),
- boje anodiziranog sloja (izgled).

**Alternativna rješenja** pri projektovanja mogu se odnositi na izbora: asortimana proizvoda, vrste materijala, obima proizvodnje, tehnološkog procesa, opreme, i sl. Izbor najoptimalnijih rješenja vrši se kroz proceduru vrednovanja alternativa.

***Prva grupa alternativnih rješenja*** je izbor materijala: *aluminijumske legure, čelik, drvo i plastične mase*.

Kada se izaberu aluminijumske legure, duga alternativa se odnosi na izbora izgleda površine:

1. Prirodna (netretirana površina (Slika 11a));
2. Anodizirana - elektrolitičko nanošenje sloja oksida (Slika 11b);
3. *Pull over* bojanje - elektrostatičko bojanje nanošenjem sloja plastične mase (Slika 11c).



**Slika 11.** Tipični primjeri prototipa aluminijumskih profila sa različitim stanjem površine: nenagriženo / nagriženo (a), anodizirano (b) i pull over bojano (c)

**Druga grupa alternativnih rješenja** se odnosi na izbor boja koje se anodizacijom nanose na površinu profila (Slika 12).



**Slika 12.** Alternative za izbor boja koje se nanose anodizacijom

## MODELI

Kod tehnoloških procesa koji se mogu precizno opisati matematičkim modelima pruža se mogućnost da se u industrijskim uslovima oni mogu pouzdano voditi i kontrolisati sa visokim stepenom automatizacije.

Tipičan primjer takvog procesa je zaštita i bojanje površine aluminijumskih proizvoda u elektro-hemijskom procesu anodizacije. Kontrolisana veličina je debljina formiranog oksidnog sloja.

Ovaj proces se precizno može opisati matematičkim modelom (formulom):

$$S = 0.03 \cdot d \cdot t$$

S – debljina nanešenog oksidnog sloja ( $\mu\text{m}$ );

d – gustina struje ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ );

t – vrijeme tretmana (min);

0.03 – koeficijent koji zavisi od vrste rastvora u kome se proces odvija.

## Simulacija procesa

### Osnovni podaci

Prosječne brzine korozije aluminijuma u različitim atmosferama:

- Gradska atmosfera 0,0008 mm/god,
- Morska atmosfera 0,0007 mm/god,
- Ruralna atmosfera 0,000025 mm/god.

Debljine za profile namijenjene za izradu bravarije (vrata i prozore):

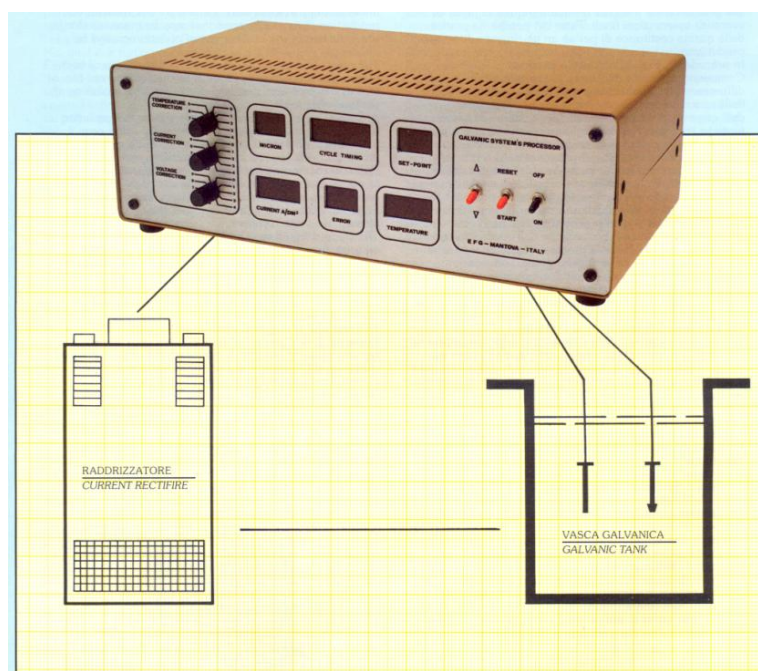
- zid profila: 1,4-2,0 mm,
- anodno-oksidni sloj: 18-23  $\mu\text{m}$ ,
- sloj plastifikacije: 60-80  $\mu\text{m}$ ,
- gustina poroznog oksidnog filma je u opsegu 2,9 do 3,8 g/cm<sup>3</sup>.

Proces eloksaže:

- Mehanička priprema četkanjem profila pomoću uređaja sa kružnim četkama od tankih žica od nerđajućeg čelika,
- Odmaščivanje u deterdžentima na temperaturi od 65-75 °C u trajanju od 10 minuta,
- Odmaščivanje u mineralnoj sodi na temperaturi od 40-60 °C u trajanju od 5 minuta,
- Neutralizacija u azotnoj kiselini,
- Anodizacija u sumpornoj kiselini,
- Bojanje u rastvoru za dobijanje nijanse eloksaže (ova operacija se ne primjenjuje ukoliko se traži boja eloksaže u prirodnoj boji aluminijuma),
- Zatvaranje pora, silitiranje - hladno i toplo, oko 3 minuta.

Kvalitet anodnog sloja zavisi od kvalitete aluminijuma (Al99.5 i legure AlMgSi0.5, AlMg1, AlMg3), koncentracije elektrolita, temperature i jačine struje. Kontrola ovih parametara se prati kompjuterski i pulsni ispravljačem (Slika 13). Kada se postigne odgovarajuća debljina sloja ispravljač se automatski isključuje, a podaci se zapisuju i kvalitet eloksirane šarže je određen.

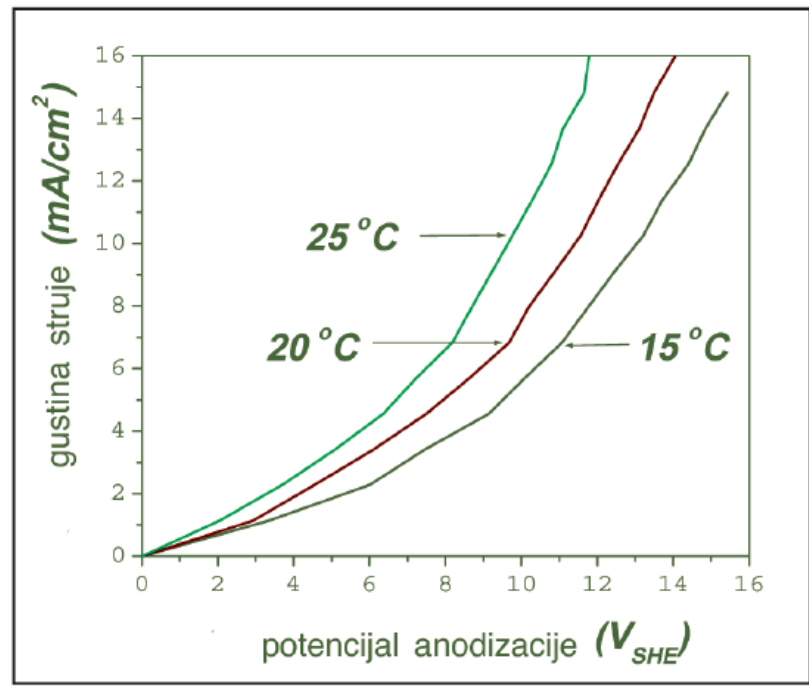
Površinski sloj se pretvara u staklasto kristalnu prevlaku. Preporučena debljina za aluminijske profile od kojih se izrađuju prozori i vrata je 20  $\mu\text{m}$  (tanji slojevi su nedovoljno otporni na habanje i trošenje, deblji slojevi pucaju kod savijanja profila).



Slika 13. Oprema-uređaj za kontrolu debljine anodnog sloja



**Anodizacija** se obavlja sa jednosmjernim naponom od 15-20 V i gustinom struje od 15-20 mA/cm<sup>2</sup>. Gustina struje na zadanom naponu zavisi od temperature i koncentracije rastvora (Slika 14.). Vrijeme trajanja procesa anodizacije je od 30 do 60 minuta, a zavisi od zahtijevane debljine oksidnog filma.

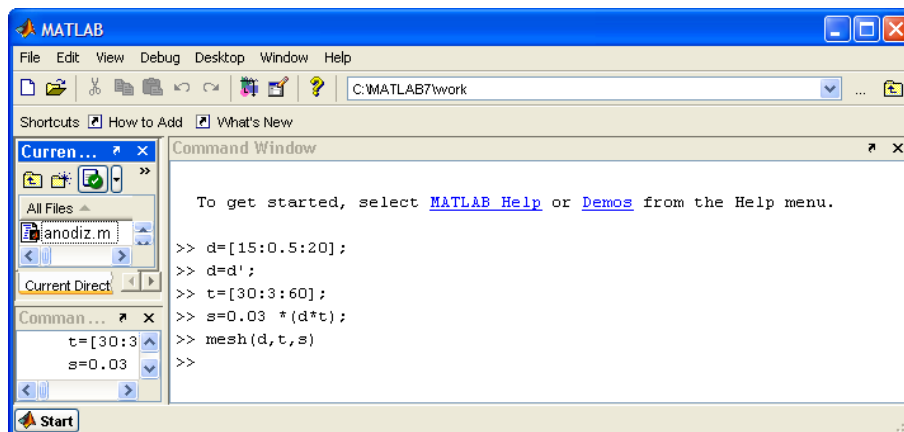


Slika 14. Zavisnost gustine struje od napona i temperature

Parametri simulacije

- **Gustina struje:** 15-20 mA/cm<sup>2</sup>; korak 0.5 mA/cm<sup>2</sup>;
- **Vrijeme:** 30-60 minuta; korak 3 minuta.

Matematičko modeliranje (simulaciju) procesa anodizacije moguće je sprovesti u programskom paketu **MATLAB**. Komandni prozor MATLAB-a sa upisanim relacijama za proračun i parametrima procesa prikazan je na slici 15. Na slici 16. prikazan je i izvršni prozor (M-file) MATLAB-a za upisanim algoritmom za simulaciju.



Slika 15. Komandni prozor MATLAB-a sa relacijama i parametrima za proračun

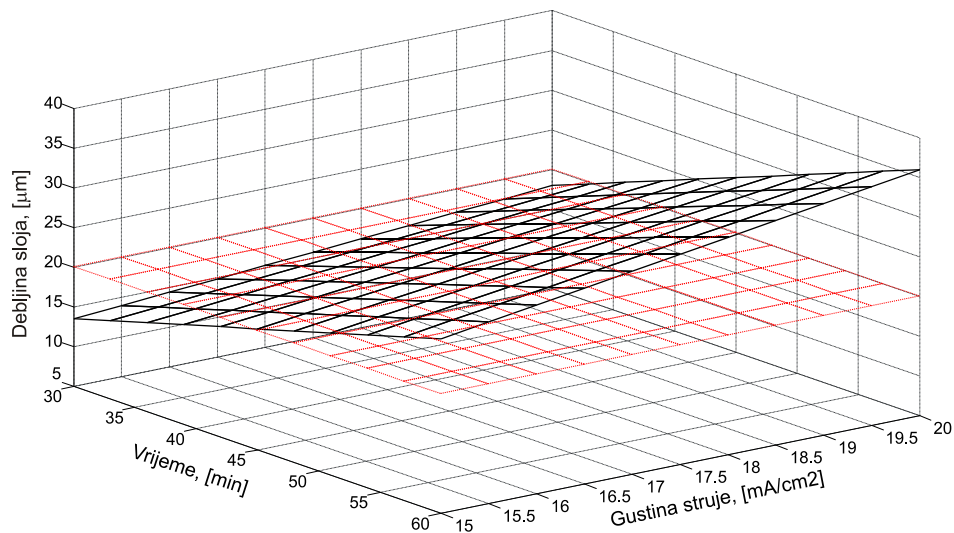
```

Editor - C:\MATLAB7\work\anodiz.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
[Icons] Stack: Base
1  % matematički model procesa anodizacije
2  - d=input('Gustina struje ')
3  - d=d'
4  - t=input('Vrijeme ')
5  - s=0.03*(d*t)
6  - mesh(d,t,s)
    
```

Slika 16. M-file MATLAB-a sa algoritmom za proračun (simulaciju)

### Rezultati simulacije

Trojni dijagram procesa anodizacije prikazan je na slici 17. sa dobijenim vrijednostima debljine anodnog sloja za ulazne parametre procese i preporučenom vrijednošću debljine sloja od 20  $\mu\text{m}$ .



Slika 17. Simulacioni dijagram procesa anodizacije

### I Domaći zadatak

#### IZBOR I OPIS PROIZVODA

Po sopstvenom nahođenju izabrati jedan proizvod iz oblasti hemijskog inženjerstva i dati njegov opis u obimu koji se smatra zadovoljavajući.

## INŽENJERING DISCIPLINE I SISTEMSKI INŽENJERING

### Inženjering discipline

U tradicionalnom smislu pod pojmom inženjeringa podrazumijeva se prije svega **projektantski i izvođački inženjering** kao posebne discipline u pojedinim oblastima (npr. građevinarstava, energetike, mašinstva, hemije, itd.) koje su uključene u izgradnju objekata ili postrojenja.

Razvoj tehnologija, primjena naučnih i matematičkih metoda obuhvatila je oblasti izrade proizvoda, projektovanja, izvođenja i održavanja složenih objekata i postrojenja, jednom riječju svih elemenata **složenih sistema**. Danas **inženjering discipline** obuhvata nove oblasti, tako da imamo:

- inženjering informatike,
- softverski inženjering,
- inženjering logistike,
- finansijski inženjering,
- inženjering sigurnosti,
- inženjering životne sredine,
- inženjering ergonomije,
- inženjering pouzdanosti,
- inženjering održavanja, itd.

**Značaj inženjeringa** je u sistematskom pristupu razvoju, projektovanju, izvođenju i održavanju sistema kroz sve faze njegovog životnog ciklusa.

**Efikasnost i efektivnost** u svim procesima inženjering može se postići:

- kombinovanjem velikog broja široko obuhvatnih metoda u svim fazama razvoja i projektovanja,
- primjenom kvalitetnih alata,
- automatizovanjem ovih metoda i alata,
- primjenom tehnologija za izvođenje sistema,
- primenom tehnika za obezbjeđenje kvaliteta,
- koordinacijom, kontrolom i upravljanjem u svim ovim fazama.

Svaki inženjering koristi određene **metode, alate i procedure ili tehnologije** u svim fazama realizacije sa ciljem da se olakša razvoj i izvođenje sistema.

**Metode** predstavljaju neophodan i uz određene pretpostavke propisani sistematski način na koji se izvršavaju pojedini zadaci inženjeringa. One pokrivaju široki spektar zadataka planiranja, analiza, projektovanja, izvođenja, testiranja i održavanja. Metode se mogu međusobno kombinovati nezavisno od toga koja je od njih najpogodnija za rješavanje datog problema. Za izbor metode najznačajnija je minimizacija troškova razvoja i obezbjeđenje kvaliteta razvijenog sistema.

**Alati** obezbjeđuju podršku u primjeni metoda. Oni predstavljaju neophodnu pomoć za pojednostavljenje i ako je moguće, automatizovanje aktivnosti razvoja i izvođenja sistema, kao što su: upravljanje projektom odnosno planiranje, procjenjivanje, terminiranje, modelovanje, analizu, projektovanje, dokumentovanje, izvođenje, upravljanje dinamikom i troškovima projekta, upravljanje kvalitetom, procjena rizika uticaja na životnu i radnu sredinu, upravljanje podacima i dr. Svaki metod danas poseduje određeno pomoćno sredstvo (instrument ili alat).

Neki od sistemskih alata koji se koriste u strateškom i inženjerskom menadžmentu i u menadžmentu procesa su:

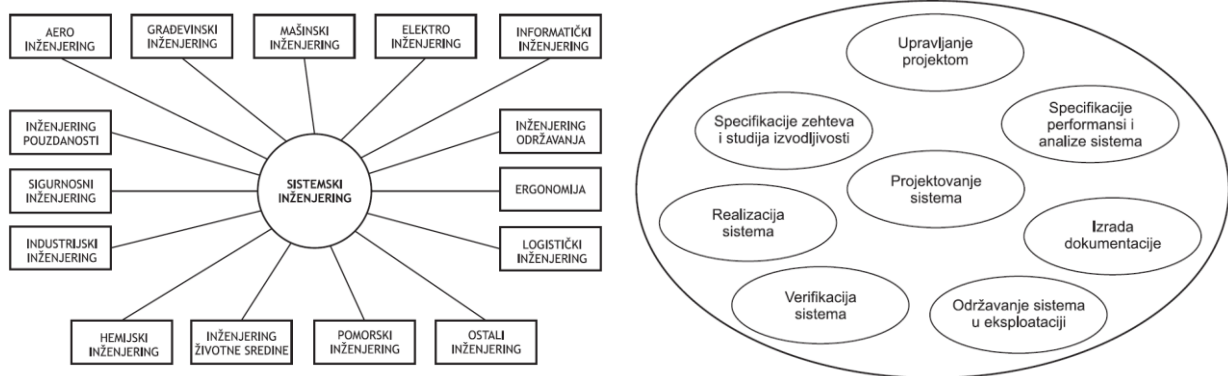
- Alati za određivanje i preispitivanje vizija, misija i ciljeva (SWOT, CSF, Scenario,

- Portfolio,...);
- WBS (Work Breakdown Structure) - Alat za razbijanje (rasčlanjivanje) poslova na elementarne djelove;
- Alati za snimanje postojećeg stanja procesa (Dijagram aktivnosti, IDEF, ...);
- Alati za modelovanje i analize procesa (Flow Chart, Work Flow, ...);
- Alati za redizajn procesa (AHP, Delfi, Pareto, ...);
- Razvijanje funkcije kvaliteta (QFD);
- Konkurentni inženjering (CE);
- Gantogram i mrežni dijagram uz korišćenje softverskog paketa MS Project;
- Iškava dijagram (dijagram *riblja kost*);
- Statističko upravljanje procesom (SPC) koji obuhvata više alata;
- Analiza mogućih grešaka i njihovih efekata (FMEA).

**Procedure ili tehnologije** predstavljaju "lijepak" koji povezuje metode i alate. Procedura predstavlja niz konkretnih koraka koje je potrebno izvršiti prilikom rješavanja datog problema ili grupe problema primjenom određenog metoda. Procedure definišu:

- redosljed izvođenja metodoloških koraka i primjene pojedinih metoda,
- izbor alata za podršku u primjeni metoda,
- koje rezultate treba realizovati u pojedinim metodološkim koracima,
- kakve kontrole treba ugraditi u razvoj sistema u cilju obezbjeđenja kvaliteta,
- putokaze za menadžere u ocjenjivanju planiranog razvoja.

Za primjenu određene procedure ne može se dati opšti recept, jer se priroda sistema (koji se razvija) i očekivanja korisnika značajno razlikuju. Svaki složeni sistem se sastoji od više drugih sistema i podsistema i nije ga moguće kreirati, projektovati i izgraditi uz učešće samo jedne inženjering discipline. Integraciju različitih disciplina za kreiranje optimalnih rešenja i osnovne aktivnosti, bez obzira na disciplinu, prikazane su na slici 18.



**Slika 18.** Integracija različitih inženjering disciplina i osnovne aktivnosti inženjeringa

Da bi zadovoljio potrebe izvođenja složenih sistema, inženjering se razvija u dva međusobno komplementarna pravca:

- I **Razvoj pojedinačnih inženjering disciplina** sa težištem na produbljivanju specijalističkih profesionalno-tehnoloških znanja, metoda, alata i pocedura, u cilju njihove primjene kod rješavanja pojedinih problema vezanih za sistem;
- II **Razvoj sistemskih metoda, alata i procedura**, kako u profesionalno-tehnološkom smislu vezanih za sam sistem, tako i u upravljačkom smislu, sa ciljem da se izvrši optimalna integracija svih inženjeringa koji učestvuju u realizaciji projekta.

Pošto svaki inženjering, bez obzira na disciplinu kojoj pripada, prolazi kroz identične procese kreiranja, projektovanja, izvođenja i održavanja objekta, sistemski pristup je moguće primijeniti u svim navedenim procesima. To dovodi do višeg kvaliteta i inovativnosti samog sistema, kao i veće efikasnosti, odnosno skraćenja rokova izvođenja i uštede troškova, kao i povećanja

kvaliteta izvedenih rješenja. Na osnovu ovih stavova razvijen je **sistemski inženjering** koji uspješno integriše različite inženjering discipline, naročito kod realizacije složenih sistema.

### Sistemski inženjering

**Sistemski inženjering** (*Systems Engineering*) je interdisciplinarna oblast inženjeringa fokusirana na razvijanje i vođenje složenih projekata (kao sistema). On obuhvata logično povezane aktivnosti i odluke koje treba da izvrše:

1. **Transformaciju operativnih potreba korisnika** upisane specifikacije performansi sistema i preporučenu konfiguraciju sistema i podsistema;
2. **Interdisciplinarno integrisanje** tehničkih parametara sistema i osiguranje kompatibilnosti svih fizičkih, funkcionalnih i programskih međuveza kako bi se zadovoljile potrebe korisnika;
3. **Interdisciplinarno integrisanje** pouzdanosti, bezbjednosti, održivosti, logističke podrške, etičnosti da bi se zadovoljila očekivanja korisnika i ispunili zahtjevi (propisa, standarda itd.) opšte prihvatljivosti sistema.

U sistemskom inženjeringu, matematici, nauci i drugim oblastima, centralna stvar je **sistem**. **Koncept sistema** čini jezgro da se zamišljaju, koncipiraju i projektuju svi objekti, transportni sistemi, postrojenja za proizvodnju i konverziju energije i materijala, fabrike, računarski sistemi i softverska rješenja, finansijska konstrukciju za realizaciju složenih objekata i mnogi drugi djelovi na kojima se bazira i funkcioniše cjelina nazvana sistem.

Praktično, sistemski inženjering je:

- **interdisciplinaran** po svojoj prirodi,
- usmjeren na **formiranje novih sistema** od postojećih,
- **usmjeren na izgradnju sistema** koji treba da funkcioniše tokom čitavog, obično dugog, životnog vijeka, i
- **usredsređen na odgovarajuću integraciju** mnogih i različito orijentisanih naučnih i inženjerskih disciplina, koje su neophodne u sveobuhvatnom inženjering projektu.

Neke od osnovnih osobina sistemskog inženjeringa su:

- **Metodološki**, sistemski inženjering prepoznaje svaki sistem i njegove funkcije, integrisane od različitih podsistema i podfunkcija.
- **Osnovni cilj** sistemskog inženjeringa je da definiše konfiguraciju karakteristika svakog sistema i podsistema i veze između njih.
- **Sistemski način razmišljanja** omogućuje da se zajednička pravila unutar različitih sistema identifikuju i unapređuju.
- Sistemski inženjering **integriše** vrhunska tehnička znanja za kreiranje složenog sistema i znanja iz menadžmenta za njegovu realizaciju kroz projektni menadžment.
- Procesi sistemskog inženjeringa, kao niz interdisciplinarnih aktivnosti, zahtijevaju **angažovanje niza timova** sa različitim znanjima i ulogama koji će zajednički definisati i izgraditi sistem.

Kao rezultat rastuće primjene sistemskog inženjeringa osnovana je 1995. godine organizacija pod nazivom **Međunarodni savjet za sistemski inženjering** (INCOSE) sa ciljem unapređenja edukacije za njegovu primjenu u praksi.

Jedna analiza od strane *INCOSE Systems Engineering center of excellence* (SECOE) pokazuje da optimalne aktivnosti utrošene na sistemski inženjering iznose 15÷20% od ukupnih aktivnosti na projektu, a da sistemski inženjering sigurno vodi ka sniženju troškova i ostvarenju drugih efekata na projektu.

## POJMOVI, DEFINICIJE I OZNAKE U PROJEKTOVANJU I IZGRADNJI

### INŽENJERSTVO<sup>1</sup>

Inženjerstvo se može posmatrati kao širi pojam naučno-tehničke discipline, dok je inženjering pragmatična disciplina za primjenu rješenja u praksi kroz inženjerske projekte.

Termin **inženjerstvo** u praksi se koristi da označi **disciplinu** koja primjenjuje **naučna, matematička i tehnička znanja i principe** za razvoj, projektovanje, izradu i primjenu proizvoda, objekata ili procesa.

Termin **inženjering** u praksi se koristi da označi **organizaciju ili proces** u kome se praktično primjenjuje disciplina inženjerstva. Kao **pragmatična disciplina za realizaciju projekata** može se definisati kao **studiju izbora koncepcije, aktivnosti projektovanja i izvođenja nekog investicionog projekta, koji obuhvata objekte, opremu, proizvode i/ili procese, primjenom projektnog menadžmenta**. Značaj inženjeringa se ogleda u optimizaciji investicionih troškova, vremena izvođenja, troškova puštanja u rad, količine i kvaliteta proizvoda, rentabilnosti projekta, uspjehu u transferu tehnologije, itd.

**Inženjer** je osoba koja je obrazovana da se profesionalno bavi inženjerstvom. On je obučen i posjeduje vještine za **projektovanje i izvođenje radova** u disciplinama inženjeringa (građevinski inženjering, elektro inženjering, itd.), ili za interdisciplinarni pristup projektovanja i upravljanja kompleksnim projektima primjenom **sistemskog inženjeringa**. Profesija inženjera ostvaruje vezu između potreba društva i komercijalne primjenjivosti rješenja, sa jedne strane, i nauke i umjetnosti sa druge strane.

Inženjer pronalazi, razvija i primjenjuje funkcionalna, ekonomična i bezbjedna rješenja praktičnih problema pri realizaciji projekta:

- primjenom matematičkih, naučnih i tehničkih znanja i iskustava iz različitih disciplina,
- korišćenjem menadžerskih tehnika i alata za vođenje projekta,
- primjenom sistemskih metoda u tehničkim i upravljačkim procesima projekta.

**Inženjerska etika** predstavlja način ponašanja inženjera tokom vršenja profesionalnih obaveza kojima teži ka ispunjenju principa održivog razvoja, u pogledu očuvanja bezbjednosti, zdravlja i životne sredine, i opšteg društvenog napretka.

**Sistemski inženjering** (*Systems Engineering*) je interdisciplinarna oblast inženjeringa fokusirana na metode projektovanja složenih sistema i upravljanja sa kompleksnim inženjering projektima u kojima učestvuje više različitih inženjering disciplina. On identifikuje metode koje mogu biti primijenjene u disciplinama inženjeringa. Primjena ovih metoda je moguća u procesima **upravljanja projektom i u tehničkim procesima** svakog od inženjeringa.

**Sistem** je skup međusobno povezanih ili međusobno uticajnih elemenata. Definicija termina *sistem* je univerzalna. Primjeri nekih opštepoznatih sistema su: sunčev sistem, elektro-energetski sistem, obrazovni sistem, menadžment sistem, itd.

**Koncept sistema** omogućuje inženjerima:

- Da zamisle, koncipiraju i projektuju **složene** objekte, proizvode i procese kao **sisteme**.
- Da koriste **složene sistemske alate**, metode i analize za projektovanja i izgradnju složenih sistema.

**Inženjerski menadžment** (*Engineering Management*) je oblast koja povezuje inženjering i menadžment, a uključuje cjelokupni menadžment organizacije sa orijentacijom na izradu, izvođenje, inženjering, tehnologiju i proizvodnju.

<sup>1</sup> M. Heleta, D. Cvetković, *Osnove inženjerstva i savremene metode u inženjerstvu*, Beograd, 2009.

**Projekat (Project)** je jedinstven proces koji se sastoji od niza koordinisanih i kontrolisanih aktivnosti sa datumom početka i završetka, preduzetim za ostvarenje cilja koji ispunjava utvrđene zahtjeve, uključujući ograničenja vremena, troškova i resursa.

**Projektni menadžment (Project Management)** je **upravljanje projektom**, tj. vještina usmjeravanja i koordinisanja ljudskih i materijalnih resursa u toku čitavog životnog vijeka projekta, koristeći moderne tehnike menadžmenta, da bi se postigli planirani ciljevi u pogledu obima, troškova, rokova i kvaliteta na zadovoljstvo korisnika.

**Projektovanje i razvoj (Design and development)** je komplet procesa koji transformišu zahtjeve u specificirane karakteristike ili u specifikacije proizvoda, procesa ili sistema.

**Specifikacija** je dokument koji sadrži detalje o zahtjevu. Specifikacija se može odnositi na:

- **aktivnosti** koje mogu da obuhvate dokumentovane procedure, specifikacije procesa i ispitivanja, itd.,
- **proizvode** koje mogu da obuhvate specifikacije performansi, specifikacije proizvoda, specifikacije crteža, itd.

**Organizacija** je grupa ljudi i sredstava sa uređenim odgovornostima, ovlašćenjima i međusobnim odnosima. *Termin organizacija* obuhvata sledeće organizacione oblike - kompanija, korporacija, firma, preduzeće, institucija, dobrotvorna organizacija ili dio sa potpunom ili ograničenom odgovornošću.

### Vrste inženjeringa prema metodologiji planiranja i realizacije aktivnosti i procesa

- **Klasičan serijski inženjering** je sekvencijalno ili redosledno serijsko odvijanje aktivnosti ili procesa.
- **Konkurentni (simultani) inženjering** je paralelno odvijanje aktivnosti ili procesa uz jaku interakciju između projektnih timova.

### Tipovi inženjeringa prema vrsti procesa koji realizuju

- **Konsultantski inženjering (Consulting Engineering)** obuhvata *pripremu* studija investicionih elemenata: izbora varijanti rješenja, troškova, obezbjeđenja finansiranja, vremena izvođenja, troškova puštanja u rad, rentabilnosti projekta, transfera tehnologije, obezbjeđenja kvaliteta ...
- **Izvođački inženjering (Construction Engineering)** obuhvata organizaciju, nabavku opreme, monitoring i nadzor izgradnje, izgradnju, opremanje i puštanje u rad objekta.
- **Projektantski inženjering (Design Engineering)** obuhvata razvoj, izradu projektne i tehnološke dokumentacije.

**Modelovanje** za inženjerski kadar predstavlja veoma važan postupak koji im omogućava: rješavanje različitih problema u tekućoj proizvodnji, rješavanje različitih problema prilikom osvajanja nove tehnologije ili proizvoda, kreiranje novih (originalnih) tehnoloških postupaka, tehnoloških sistema, opreme, uređaja, različitih proizvodnih komponeneta, inovacija i drugo.

**Prototip** (od grčkih riječi *protos* i *typos*) predstavlja prvu sliku, prauzorak, obrazac, uzor, prvi snimak, prvi primjerak, prvi otisak. U novije vrijeme to je pojam za prvi primjerak nekog predmeta ili uređaja koji će posle toga biti lanisiran (uveden) u proizvodnju **nulte serije**, a zatim u **redovnu serijsku ili masovnu proizvodnju**.

**Nulta «0» serija** je u proizvodnju lansiran određeni manji broj komada koji se ne izrađuju u prototipnoj radionici već u radionicama redovnog procesa proizvodnje. Cilj je da se isproba proces redovne proizvodnje na manjem broju komada, jer ako nešto nije dobro isprojektovano, pokazaće se greške u procesu ili na finalnoj kontroli proizvoda. Ako je nulta serija prošla bez

grešaka očigledno je da su sve faze projektovanja urađene kvalitetno. Suprotno, vrše se popravka u dokumentaciji, pa se ponovo proba nulta serija.

## UREĐENJA PROSTORA I IZGRADNJA OBJEKATA<sup>2</sup>

**Uređenje prostora:** Smatra se praćenje stanja u prostoru (monitoring), utvrđivanje namjene, uslova i načina korišćenja prostora kroz izradu i donošenje planskih dokumenata, sprovođenje planskih dokumenata i uređivanje građevinskog zemljišta.

**Izgradnja objekata:** Predstavlja skup radnji koje obuhvataju izradu tehničke dokumentacije, izdavanje građevinske dozvole, građenje objekta i izdavanje upotrebne dozvole.

### Načela uređenja prostora i izgradnje objekata

Uređenje prostora zasniva se na načelima:

- usklađenog ekonomskog, socijalnog, ekološkog, energetskog i kulturnog razvoja prostora;
- održivog razvoja;
- podsticanja ravnomjernog ekonomskog razvoja;
- racionalnog korišćenja i zaštite prostora i prirodnih resursa;
- usaglašenosti sa evropskim normativima i standardima, ...

Izgradnja objekata zasniva se na načelima:

- zaštite javnog interesa, nepokretnosti i imovine;
- usaglašenosti sa evropskim normativima i standardima;
- stabilnosti i trajnosti objekata, aseizmičnog projektovanja i građenja objekata;
- zaštite zdravlja, živote sredine i prostora;...

### Značenje izraza u oblasti uređenja prostora i izgradnje objekata

Pojedini izrazi koji se koriste imaju sljedeće značenje:

- **prostor** je sastav fizičkih struktura iznad i ispod zemljine površine, do kojih dosežu neposredni uticaji ljudske djelatnosti;
- **prostorni razvoj** je izmjena prostora ljudskom djelatnošću u cilju njegove zaštite, unapređenja, korišćenja i upravljanja;
- **namjena površina** je planskim dokumentom određena svrha za koju se prostor može urediti, izgraditi ili koristiti na način određen planskim dokumentom;
- **javna površina** je prostor utvrđen planskim dokumentom za objekte čije je korišćenje, odnosno izgradnja od opšteg interesa;
- **indeks izgrađenosti** je količnik građevinske bruto površine objekata i površine parcele (lokacije, bloka, zone) izražene u istim mjernim jedinicama;
- **indeks zauzetosti** je količnik izgrađene površine na određenoj parceli (lokaciji, bloku, zoni) i ukupne površine parcele izražene u istim mjernim jedinicama;
- **nivelaciono rješenje** je utvrđivanje nivelacionih tehničkih uslova uređenja prostora na osnovu planskog dokumenta, odnosno na osnovu pravila urbanističke struke;
- **regulaciona linija** je linija koja dijeli javnu površinu od površina namijenjenih za druge namjene;
- **građevinska linija** je linija na, iznad i ispod površine zemlje i vode definisana grafički i numerički;
- **urbanizacija** je usmjeravanje i podsticanje izgradnje na određenom području u skladu sa prirodnim svojstvima prostora, razmještajem stanovništva, usmjeravanjem privrednih aktivnosti, izgradnjom infrastrukturnih sistema i mreže objekata društvenog standarda;
- **zaštitne zone** su površine zemljišta, vodne površine ili vazdušni prostor koji su definisani planskim dokumentom i namijenjeni za zaštitu života i zdravlja ljudi, zaštitu živote sredine, bezbjednost i funkciju građevina, površina ili prostora, u skladu sa posebnim

<sup>2</sup> Zakon o uređenju prostora i izgradnji objekata Crne Gore



propisima;

- **građevinsko zemljište** je zemljište koje je određeno planskim dokumentom za građenje objekata;
- **građenje objekta** je izvođenje radova (pripremnih radova, zemljanih radova, radova na izradi građevinskih konstrukcija, građevinsko-instalaterskih radova, radova na ugradnji građevinskih proizvoda, ugradnji postrojenja i opreme i drugih radova) radi građenja novog objekta, rekonstrukcije, ili radi promjene stanja u prostoru;
- **objekat** je prostorna, funkcionalna, konstruktivna, arhitektonska, estetska, tehničko-tehnološka ili biotehnička cjelina sa instalacijama, postrojenjima i opremom, odnosno same instalacije, postrojenja i oprema koja se ugrađuje u objekat ili samostalno izvodi (zgrade svih vrsta, saobraćajni, vodoprivredni, telekomunikacioni i energetski objekti, unutrašnja i spoljna mreža i instalacije, objekti komunalne infrastrukture, industrijski, poljoprivredni i drugi privredni objekti, javne zelene površine, objekti sporta i rekreacije, groblja, skloništa i dr.);
- **investitor** je lice na čije ime se izdaje građevinska dozvola;
- **pripremnii radovi** su radovi koji prethode građenju objekta: ograđivanje gradilišta; radovi na uklanjanju postojećih objekata, izmještanje saobraćajnica i instalacija, skretanje vodotokova i dr; građenje i postavljanje objekata i instalacija privremenog karaktera za potrebe izvođenja radova; obezbjeđenje prostora za dopremu i smještaj građevinskog materijala i drugi radovi kojima se obezbjeđuje sigurnost susjednih objekata, saniranje terena i obezbjeđenje nesmetanog odvijanja saobraćaja i korišćenje okolnog prostora, zemljani radovi;
- **rekonstrukcija** je izvođenje građevinskih i drugih radova na postojećem objektu, kojima se vrši: nadogradnja; dogradnja; zamjena instalacija, uređaja, postrojenja i opreme kojima se mijenja postojeći kapacitet; utiče na stabilnost i sigurnost objekta; mijenjaju bitni konstruktivni elementi; mijenja tehnološki proces; mijenja spoljni izgled koji je određen uslovima za uređenje prostora, utiče na bezbjednost susjednih objekata, saobraćaja i živote sredine, mijenja režim voda; mijenjaju uslovi zaštite prirodne i nepokretne kulturne baštine i dobara;
- **adaptacija** je izvođenje radova na održavanju objekta i radova koji nijesu od uticaja na stabilnost objekta, odnosno pojedinih njegovih djelova;
- **održavanje objekta** je tehničko osmatranje objekta u eksploataciji i obezbjeđenje adekvatnog korišćenja objekta tokom njegove eksploatacije, zamjena instalacija, uređaja, postrojenja i opreme kojima se ne mijenja postojeći kapacitet, kao i tekuće održavanje objekata putne i željezničke infrastrukture, elektroenergetskih, vodovodnih, kanizacionih, telekomunikacionih i ostalih objekata;
- **građevinski proizvodi** su građevinski materijali i iz njih izrađeni građevinski elementi, kao i drugi proizvodi ili poluproizvodi koji su namijenjeni za trajnu ugradnju u objekte;
- **gradilište** je prostor na kome se gradi, odnosno uklanja objekat, kao i prostor potreban za primjenu tehnologije građenja;
- **porodična stambena zgrada** je zgrada namijenjena za stanovanje površine do 500 m<sup>2</sup> i sa najviše četiri zasebne stambene jedinice;
- **energetska efikasnost** je odnos između postignutog učinka, usluga, dobara ili energije i inputa energije;
- **poboljšanje energetske efikasnosti** je povećanje efikasnosti korišćenja krajnje energije kao posljedica promjena u tehnologiji, ponašanju korisnika i/ili ekonomskim promjenama.

### **Planski dokumenti za uređenje prostora**

Planskim dokumentom određuje se organizacija, korišćenje i namjena prostora, kao i mjere i smjernice za uređenje, zaštitu i unapređenje prostora.

### **Međusobna usklađenost planskih dokumenata**

Planski dokumenti moraju biti međusobno usklađeni, na način što se planski dokumenti uži teritorijalnih cjelina, u pogledu namjene prostora i koncepcije uređenja prostora, usklađuju sa planskim dokumentima širih teritorijalnih cjelina.

## **Vrste i sadržaj planinskih dokumenata**

Planski dokumenti su:

- a) Državni planski dokumenti;
- b) Lokalni planski dokumenti.

Državni planski dokumenti su:

- 1) Prostorni plan;
- 2) Prostorni plan posebne namjene;
- 3) Detaljni prostorni plan;
- 4) Državna studija lokacije.

### **Prostorni plan**

Prostorni plan je strateški dokument i opšta osnova organizacije i uređenja prostora. Prostornim planom Crne Gore određuju se državni ciljevi i mjere prostornog razvoja, u skladu sa ukupnim ekonomskim, socijalnim, ekološkim i kulturno-istorijskim razvojem Crne Gore.

Lokalni planski dokumenti su:

- 1) Prostorno - urbanistički plan lokalne samouprave;
- 2) Detaljni urbanistički plan;
- 3) Urbanistički projekat;
- 4) Lokalna studija lokacije.

### **Detaljni urbanistički plan**

Detaljnim urbanističkim planom određuju se uslovi za izgradnju objekata u naseljima na području prostorno urbanističkog plana lokalne samouprave.

Detaljni urbanistički plan obavezno se donosi za sva naselja ili djelove naselja za koja je to određeno prostorno-urbanističkim planom lokalne samouprave.

### **Urbanistička parcela**

Urbanistička parcela je dio prostora formiran na osnovu plana parcelacije i uslova i smjernica koje se utvrđuju planskim dokumentom, a koji obuhvata jednu ili više katastarskih parcela i njihovih djelova i koji zadovoljava uslove izgradnje propisane planskim dokumentom.

Na urbanističku parcelu mora se obezbijediti pristup s gradske saobraćajnice i javnog puta.

Urbanistička parcela grafički se iskazuje na kopiji plana parcelacije.

### **Lokacija**

Lokacija je mjesto na kome se izvode radovi kojima se prostor privodi namjeni u skladu sa urbanističko-tehničkim uslovima i smjernicama utvrđenim planskim dokumentom.

Lokacija može biti jedna urbanistička parcela, više urbanističkih parcela i dio jedne urbanističke parcele.

### **Izgradnja objekata**

Izgradnja objekata može se obavljati samo u skladu sa zakonom i drugim propisima, tehničkim normativima i normama kvaliteta.

### **Uslov građenja**

*Objekat se može graditi na osnovu građevinske dozvole i tehničke dokumentacije.*

### **Uslov korišćenja**

Korišćenje objekta dozvoljeno je nakon pribavljanja upotrebne dozvole. U katastar

nepokretnosti može se upisati samo objekat za koji je izdata upotrebna dozvola.

### Tehnički propisi

Tehničkim propisima, standardima, tehničkim normativima i normama kvaliteta u oblasti izgradnje objekata se, u skladu sa načelima evropskog zakonodavstva, razrađuju, odnosno propisuju uslovi za:

- stabilnost i trajnost objekata, aseizmičko projektovanje i građenje objekata;
- zaštitu zdravlja, zaštitu životne sredine i prostora;
- zaštitu od prirodnih i tehničko-tehnoloških nesreća;
- zaštitu od požara, eksplozija i industrijskih incidenata;
- toplotnu zaštitu;
- racionalno korišćenje energije i energetske efikasnosti;
- zaštitu od buke i vibracija.

### Zabrana priključenja na tehničku infrastrukturu

Gradilište, odnosno objekat na kome se izvode radovi bez građevinske dozvole i glavnog projekta ili objekat koji je izgrađen bez građevinske dozvole i glavnog projekta, ne može biti priključen na tehničku infrastrukturu (elektroenergetsku, vodovodnu, kanizacionu, putnu i dr.).

### Tehnička dokumentacija

Tehnička dokumentacija je skup pisane, numeričke i grafičke dokumentacije kojom se utvrđuje koncepcija, uslovi i način građenja objekta. *Tehnička dokumentacija se izrađuje na osnovu urbanističko-tehničkih uslova.*

### Vrste tehničke dokumentacije

Tehnička dokumentacija, zavisno od vrste objekta i nivoa razrade, izrađuje se kao:

- 1) Idejno rješenje;
- 2) Idejni projekat;
- 3) Glavni projekat sa detaljima za izvođenje radova (glavni projekat);
- 4) Projekat održavanja objekta.

Tehničku dokumentaciju čine:

- 1) Projekat arhitekture objekta i projekat unutrašnje arhitekture;
- 2) Projekat građevinskih konstrukcija i drugi građevinski projekti;
- 3) Projekti elektro-instalacija jake i slabe struje;
- 4) Projekti termotehničkih instalacija, mašinskih postrojenja, uređaja i instalacija;
- 5) Projekat uređenja terena i pejzažne arhitekture;
- 6) Ostali projekti i elaborati: geomehanika, seizmika, tehnologija, uticaj zahvata na životu sredinu, protivpožarna zaštita, zaštita na radu, toplotna i zvučna zaštita objekta, energetska efikasnost i drugo u skladu sa namjenom objekta.

### Idejno rješenje

Idejno rješenje je projekat kojim se utvrđuju:

- generalna koncepcija;
- tehničko-tehnološke i ekonomske karakteristike i opravdanost za izgradnju objekta.

Idejno rješenje sadrži podatke o: makrolokaciji objekta; načinu obezbjeđenja infrastrukture (elektro, hidrotehničke, telekomunikacione i dr.); mogućim varijantama prostornih i arhitektonskih rješenja; funkcionalnosti i racionalnosti rješenja.

Idejno rješenje radi se za potrebe investitora, kao i za potrebe provjere atraktivnih lokacija u planskoj dokumentaciji putem javnog konkursa.

## **Idejni projekat**

Idejni projekat je projekat kojim se određuju:

- položaj, kapacitet, arhitektonske, tehničke, tehnološke i funkcionalne karakteristike objekta;
- organizacioni elementi izgradnje objekta;
- elementi održavanja objekta;
- procijenjena vrijednost radova na izgradnji objekta.

Idejni projekat naročito sadrži podatke o: mikrolokaciji objekta; tehničko-tehnološkim i eksploatacionim karakteristikama objekta; orjentacionom proračunu stabilnosti i sigurnosti objekta; tehničko-tehnološkim i organizacionim elementima izgradnje objekta; analizi varijantnih energetskih sistema objekata/zgrada sa procjenom energetske efikasnosti objekata/zgrada; rješenju infrastrukture; analizi varijantnih, konstruktivnih i građevinskih rješenja, orjentacionoj vrijednosti radova na izgradnji objekta.

Idejni projekat sadrži, u skladu sa posebnim propisima, i podatke o procjeni uticaja zahvata na životu sredinu. Idejnim projektom može se odrediti i faznost (tehničko-tehnološka i funkcionalna cjelina) građenja objekta.

Idejni projekat se izrađuje za potrebe izdavanja građevinske dozvole.

## **Glavni projekat**

Glavni projekat je projekat kojim se utvrđuju tehnološke, arhitektonsko-građevinske, tehničke i eksploatacione karakteristike objekta sa opremom i instalacijama, sa razradom svih neophodnih detalja za građenje objekta i vrijednost radova na izgradnji objekata.

Glavni projekat naročito sadrži:

- arhitektonska, odnosno građevinska rješenja, proračun stabilnosti i sigurnosti objekta i proračune iz oblasti građevinske fizike i energetske efikasnosti;
- razradu tehničko-tehnoloških i eksploatacionih karakteristika objekta sa opremom i instalacijama, uključujući i energetske karakteristike objekata/zgrada;
- razrada detalja za izvođenje radova obuhvaćenih glavnim projektom, kao i tehničko-tehnološka i organizaciona rješenja za izgradnju objekta;
- razradu priključaka objekta na odgovarajuću saobraćajnu i drugu infrastrukturu i uređenje slobodnih površina;
- tehnička rješenja za zaštitu objekta i susjednih objekata od požara i eksplozija i druga tehnička rješenja zaštite;
- razradu mjera za sprječavanje i smanjenje negativnih uticaja zahvata na životu sredinu;
- troškove izgradnje i održavanja objekta;
- druge projekte i elaborate, u skladu sa namjenom objekta.

Ako se za građenje objekta glavnim projektom predviđa ugrađivanje djelova, elemenata i opreme, koja je fabrički proizvedena, glavni projekat ne mora sadržati onaj dio na osnovu kojeg su djelovi, elementi i oprema proizvedeni, ali se moraju priložiti dokazi o postojanju te dokumentacije, atesti i garancija njihove funkcionalnosti.

Glavni projekat se izrađuje za potrebe izdavanja građevinske dozvole kao i za građenje objekta.

## **Projekat održavanja objekta**

Projekat održavanja objekta izrađuje se za objekte kod kojih je redovno održavanje od posebnog značaja za nesmetanu i sigurnu upotrebu, a naročito za objekte od opšteg interesa.

Projektom održavanja objekta posebno se određuje tehničko osmatranje tla i objekta u toku eksploatacije, namjensko korišćenje objekta sa preduzimanjem mjera neophodnih za stabilnost objekta, zaštitu žvotne sredine, energetske efikasnost objekata, kao i ostalih mjera potrebnih za korišćenje objekta.

### **Vodeći projektant i odgovorni projektant**

Izradom tehničke dokumentacije rukovode vodeći projektant i odgovorni projektant. Vodeći projektant rukovodi izradom tehničke dokumentacije u cjelini i odgovoran je za usaglašenost svih faza projekta. Odgovorni projektant rukovodi izradom pojedinih djelova tehničke dokumentacije. Vodeći projektant ujedno može biti i odgovorni projektant.

Vodeći projektant i odgovorni projektant može biti samo diplomirani inženjer ili specijalista odgovarajuće tehničke struke za izradu pojedinih djelova tehničke dokumentacije, sa tri godine radnog iskustva na izradi, reviziji, nadzoru, pregledu ili ocjeni tehničke dokumentacije, položenim stručnim ispitom i da je član Komore.

Vodeći projektant i odgovorni projektant za porodične stambene zgrade može biti sa visokom školskom spremom (Bachelor) odgovarajuće tehničke struke, sa tri godine radnog iskustva na poslovima izrade tehničke dokumentacije, položenim stručnim ispitom i da je član Komore.

### **Revizija tehničke dokumentacije**

Idejni projekat i glavni projekat podliježu reviziji. Revizija obuhvata:

- provjeru usklađenosti projekta sa urbanističko-tehničkim uslovima;
- ocjenu namjenskih podloga za temeljenje objekta;
- provjeru ispravnosti i tačnosti tehničko-tehnoloških rješenja objekta;
- arhitektonska rješenja izgradnje objekta;
- provjeru stabilnosti i bezbjednosti;
- racionalnost projektovanih materijala;
- usklađenost sa zakonom i drugim propisima, tehničkim normativima, standardima i normama kvaliteta;
- međusobnu usklađenost svih djelova tehničke dokumentacije, kao i provjeru predmjera i predračuna svih radova na izgradnji objekta.

Vršioca revizije imenuje investitor.

### **Izveštaj o reviziji i ovjera tehničke dokumentacije**

O izvršenoj reviziji idejnog projekta i glavnog projekta sačinjava se Izveštaj ovjeren i potpisan od strane revidenta. Revident je dužan da u Izveštaju o izvršenoj reviziji projekta navede tačne i istinite konstatacije o usklađenosti sa uslovima iz zakona.

Sastavni dio Izveštaja o reviziji glavnog projekta su i saglasnosti izdate od strane nadležnih organa u skladu sa posebnim propisima.

Ovjera idejnog projekta i glavnog projekta vrši se na svaki dio tehničke dokumentacije, štambiljem na kojem je upisan broj, datum i potpis revidenta, kao i pečatom na svaki list.

### **Građevinska dozvola**

Građevinsku dozvolu za objekat koji se gradi po državnom planskom dokumentu izdaje organ uprave. Građevinsku dozvolu za objekat koji se gradi po lokalnom planskom dokumentu izdaje organ lokalne uprave. Građevinska dozvola izdaje se rješenjem.

Organ uprave izdaje građevinsku dozvolu za:

- **objekte bazne i hemijske industrije; crne i obojene metalurgije; objekte za proizvodnju celuloze i papira; objekte za preradu kože i krzna; objekte u kojima se proizvode i skladište opasne materije i slične objekte i postrojenja koja bi svojim radom mogla ugroziti životu sredinu;**
- **postrojenja na tečni i naftni gas;**
- **visoke brane i akumulacije ispunjene vodom, jalovinom ili pepelom za koje je propisano tehničko osmatranje;**

- objekte od posebnog značaja za odbranu Crne Gore;
- poslovne, stambene i stambeno-poslovne zgrade koje imaju preko 3.000 m<sup>2</sup>;
- objekte za obrazovanje, nauku i zdravstvo koji imaju preko 3.000 m<sup>2</sup>;
- hotele, vjerske objekte, pozorišne, bioskopske, sportske, izložbene i slične dvorane, koji imaju preko 3.000 m<sup>2</sup>;
- **silose zapremine preko 3.000 m<sup>3</sup> i više;**
- hale raspona preko 30m, konstrukcije sistema ljuske, prednapregnute i spregnute konstrukcije i kupole;
- mostove raspona preko 30m;
- **sanitarne deponije otpadaka i postrojenja za tretman čvrstog i opasnog otpada;**
- sisteme i objekte koji se grade na teritoriji dvije ili više jedinica lokalne samouprave;
- koncesije kojima se izazivaju promjene u prostoru;
- **stanice i postrojenja za uskladištenje i pretakanje goriva;**
- stadione kapaciteta preko 3.000 posjetilaca;
- tunele dužine preko 200 m.

### Dokumentacija na osnovu koje se izdaje građevinska dozvola

Građevinska dozvola izdaje se na osnovu:

- Idejnog projekta, odnosno glavnog projekta, izrađenog u četiri primjerka od kojih je jedan u zaštićenoj digitalnoj formi;
- Izvještaja o izvršenoj reviziji, u skladu sa ovim zakonom, idejnog, odnosno glavnog projekta;
- Dokaza o pravu svojine, odnosno drugom pravu na građevinskom zemljištu ili dokaza o pravu građenja, odnosno drugom pravu na objektu, ako se radi o rekonstrukciji objekta.

U postupku izdavanja građevinske dozvole provjerava se da li je idejni, odnosno glavni projekat izrađen i revidovan u skladu sa urbanističko-tehničkim uslovima i zakonom.

### Građenje objekta

Građenje objekta može se započeti na osnovu građevinske dozvole i revidovanog glavnog projekta.

### Glavni inženjer i odgovorni inženjer

Izvođač radova je dužan da odredi glavnog inženjera i odgovornog inženjera za građenje objekta, odnosno izvođenje radova na objektu. Izvođenjem radova na objektu rukovode glavni inženjer i odgovorni inženjer.

Glavni inženjer i odgovorni inženjer za objekte za koje građevinsku dozvolu izdaje organ uprave može biti inženjer ili specijalista odgovarajuće tehničke struke, sa tri godine radnog iskustva na poslovima građenja, nadzora ili tehničkog pregleda objekata sa položenim stručnim ispitom i da je član Komore.

Glavni inženjer i odgovorni inženjer za objekte za koje građevinsku dozvolu izdaje organ lokalne uprave može biti sa školskom spremom (Bachelor) odgovarajuće tehničke struke, sa tri godine radnog iskustva na poslovima projektovanja, građenja, nadzora ili tehničkog pregleda objekata sa položenim stručnim ispitom i da je član Komore.

### Stručni nadzor

U toku građenja objekta investitor je dužan da obezbijedi Stručni nadzor. Nadzor obuhvata, naročito:

- kontrolu izvođenja radova prema tehničkoj dokumentaciji;
- provjeru kvaliteta izvođenja radova i primjene propisa, standarda, ...

### Upotrebna dozvola

Upotrebnu dozvolu izdaje rješenjem organ nadležan za izdavanje građevinske dozvole.

## Probni rad

Kod objekata koji imaju ugrađene instalacije, opremu i postrojenja, koja služe tehnološkom procesu a ne samom objektu, investitor će po završetku montaže, a prije tehničkog pregleda pristupiti probnom radu, uz prethodno pribavljenu saglasnost nadležne inspekcije.

Nakon pribavljene saglasnosti, inspektor za građevinarstvo izdaje rješenje za probni rad. Probim radom se ispituje funkcionisanje izgrađenih instalacija, opreme i postrojenja, utvrđuje kvalitet izvedenih radova, ugrađenog materijala i ispunjenje projektom predviđenih parametara tehničkog procesa.

## Komora u oblasti uređenja prostora i izgradnje objekata

U cilju obezbjeđivanja stručnosti i zaštite javnog interesa, lica koja rade na poslovima uređenja prostora i izgradnje objekata, učlanjuju se u Komoru u oblasti uređenja prostora i izgradnje objekata.

## ŽIVOTNA SREDINA<sup>3</sup>

### Integrisano upravljanje životnom sredinom

Država posebno štiti životnu sredinu. Zaštitom životne sredine obezbjeđuje se cjelovito **očuvanje kvaliteta** životne sredine, očuvanje biološke i pejzažne raznovrsnosti, **racionalno korišćenje prirodnih dobara i energije** na najpovoljniji način za životnu sredinu, kao osnovni uslov **zdravog i održivog razvoja**.

### Ciljevi zaštita životne sredine

Zaštita životne sredine sprovodi se u cilju:

- 1) zaštite života i zdravlja ljudi;
- 2) zaštite biljnog i životinjskog svijeta, biološke i pejzažne raznovrsnosti, kao i očuvanja ekološke stabilnosti;
- 3) zaštite i poboljšanja kvaliteta pojedinih segmenata životne sredine;
- 4) zaštite ozonskog omotača i ublažavanje klimatskih promjena;
- 5) zaštite i obnavljanja kulturnih i estetskih vrijednosti pejzaža;
- 6) sprečavanja i smanjenja zagađenja životne sredine;
- 7) održivog korišćenja prirodnih resursa;
- 8) racionalnog korišćenja energije i podsticanja upotrebe obnovljivih izvora energije;
- 9) uklanjanja posljedica zagađenja životne sredine;
- 10) poboljšanja narušene prirodne ravnoteže i ponovno uspostavljanje njenih regenerativnih sposobnosti;
- 11) **ostvarenja održive proizvodnje i potrošnje;**
- 12) **smanjenja korišćenja i supstitucije hemikalija koje sa svojim opasnim i štetnim karakteristikama mogu ugroziti životnu sredinu i zdravlje ljudi;**
- 13) održivog korišćenja prirodnih dobara, bez većeg oštećenja i ugrožavanja životne sredine;
- 14) unapređenja stanja životne sredine i obezbjeđivanje zdrave životne sredine.

### Principi zaštite životne sredine

Principi zaštite životne sredine su:

- 1) Princip održivog razvoja

Prilikom usvajanja i donošenja strategija, planova, programa i propisa mora se podsticati održivi razvoj. U svrhu ostvarivanja održivog razvoja zahtjevi zaštite životne sredine moraju biti uključeni u svim područjima privrednog i socijalnog razvoja;

<sup>3</sup> Zakon o životnoj sredini Crne Gore

- 2) Princip integrisanog pristupa zaštiti životne sredine  
Integrisanim pristupom zaštite životne sredine sprečava se, odnosno smanjuje na najmanju moguću mjeru rizik za životnu sredinu. Zahtjevi za visokim stepenom zaštite životne sredine i poboljšanjem kvaliteta životne sredine moraju biti sastavni dio svih polazišta kojima je cilj uravnoteženi ekonomski razvoj, a osiguravaju se u skladu sa principom održivog razvoja;
- 3) Princip očuvanja prirodnih resursa  
*Prirodni resursi* koriste se pod uslovima i na način kojima se obezbjeđuje očuvanje vrijednosti geodiverziteta, biodiverziteta, zaštićenih prirodnih dobara i predjela.  
*Obnovljivi prirodni resursi* koriste se pod uslovima koji obezbjeđuju njihovu trajnu i efikasnu obnovu i stalno unapređivanje kvaliteta.  
*Neobnovljivi prirodni resursi* koriste se pod uslovima koji obezbjeđuju njihovo dugoročno ekonomično i razumno korišćenje, uključujući ograničavanje korišćenja strateških ili rijetkih prirodnih resursa i supstituciju drugim raspoloživim resursima, kompozitnim ili vještačkim materijalima.
- 4) Princip saradnje  
Održivi razvoj postiže se saradnjom i zajedničkim djelovanjem Skupštine, Vlade i jedinica lokalne samouprave, kao i svih drugih učesnika u cilju zaštite životne sredine.  
Država obezbjeđuje saradnju i solidarnost u rješavanju globalnih i međudržavnih pitanja zaštite životne sredine, posebno kroz međunarodne ugovore, saradnjom sa drugim državama i sklapanjem odgovarajućih sporazuma, kao i obavještavanjem drugih država o prekograničnim uticajima na životnu sredinu, o ekološkim udesima, kao i međunarodnom razmjenom informacija o životnoj sredini.
- 5) Princip zagađivač plaća  
Zagađivač, odnosno njegov pravni sljedbenik, odgovoran za zagađivanje i štetu nanijetu životnoj sredini, dužan je da naknadi štetu i da snosi troškove otklanjanja štete, u skladu sa zakonom.
- 6) Princip korisnik plaća  
Svako ko koristi prirodne resurse mora da plati cijenu za njihovo korišćenje i rekultivaciju prostora u skladu sa zakonom.
- 7) **Obavezno osiguranje**  
Zagađivač životne sredine obavezan je da se osigura od odgovornosti za štetu od mogućeg zagađenja.
- 8) **Princip prevencije**  
*Svaka aktivnost mora biti planirana i sprovedena na način da: prouzrokuje najmanju moguću promjenu u životnoj sredini, odnosno da predstavlja najmanji mogući rizik po životnu sredinu i zdravlje ljudi; smanji opterećenje prostora i potrošnje sirovina i energije u izgradnji, kao i u proizvodnji, distribuciji i upotrebi; uključi mogućnost reciklaže; spriječi ili ograniči uticaj na životnu sredinu na samom izvoru zagađenja.*
- 9) **Princip predostrožnosti**  
*Kada nije sigurno kakve posljedice može prouzrokovati eventualni zahvat moraju se sprovesti sve raspoložive procedure za ocjenu očekivanih uticaja i preventivne mjere kako bi se izbjegle negativne posljedice po zdravlje ljudi i životnu sredinu.*  
*Kada prijete opasnost od stvarne i nepopravljive štete za zdravlje ljudi i životnu sredinu, ne smije se odlagati preduzimanje neophodnih mjera zaštite, pa ni u slučaju kada ta opasnost nije u cjelini naučno dokazana.*



*Odustaje se, odnosno neće se obavljati djelatnost i/ili obaviti zahvat, koji ima naučno dokazanu ili pretpostavljenu vjerovatnoću štetnog i trajno štetnog uticaja na životnu sredinu.*

10) Princip supsidijarne odgovornosti

Država otklanja posljedice zagađivanja životne sredine i smanjenja štete u slučajevima kada je zagađivač nepoznat, kao i kada šteta potiče usljed zagađivanja životne sredine iz izvora van teritorije države.

11) Princip primjene podsticajnih mjera

Državni organi i organi lokalne samouprave podstiču djelatnosti u vezi sa zaštitom životne sredine koje sprečavaju ili smanjuju zagađenje životne sredine, kao i zahvate u životnoj sredini koji smanjuju upotrebu materija, sirovina i energije, manje zagađuju životnu sredinu ili ga iskorištavaju u dozvoljenim granicama.

12) Princip pristupa informacijama i učešća javnosti

Svako ima pravo da bude obaviješten o stanju životne sredine i da učestvuje u procesu donošenja odluka čije bi sprovođenje moglo da utiče na životnu sredinu.

Podaci o stanju životne sredine su javni.

### Značenje izraza

Izrazi koji se koriste imaju sledeće značenje:

- 1) **Životna sredina** je prirodno okruženje: vazduh, zemljište, voda i more, biljni i životinjski svijet; pojave i djelovanja: klima, jonizujuća i nejonizujuća zračenja, buka i vibracije, kao i okruženje koje je stvorio čovjek: gradovi i druga naselja, kulturno-istorijska baština, infrastrukturni, industrijski i drugi objekti;
- 2) **Zaštita životne sredine** je skup aktivnosti, mjera, uslova i instrumenata kojima se prati, sprečava, ublažava i ograničava zagađivanje životne sredine, čuva i održava prirodna ravnoteža, održivo koriste i unapređuju prirodne i radom stvorene vrijednosti;
- 3) **Kvalitet životne sredine** je stanje životne sredine, odnosno segmenata životne sredine, koje je posledica djelovanja prirodnih pojava, odnosno ljudskog djelovanja, a koje se iskazuje fizičkim, hemijskim, biološkim, estetskim i drugim indikatorima;
- 4) **Standard kvaliteta životne sredine** je propisani kvalitet životne sredine ili pojedinih segmenata životne sredine na određenom području;
- 5) **Integrirano upravljanje zaštitom životne sredine** je skup povezanih i usklađenih odluka i mjera kojima se ostvaruje jedinstvena zaštita životne sredine, izbjegavanje i smanjivanje rizika po životnu sredinu, kao i poboljšavanje i ostvarivanje efikasne zaštite životne sredine;
- 6) **Održivi razvoj** je ekonomski i socijalni razvoj društva koji u zadovoljavanju potreba današnjih generacija uvažava iste mogućnosti zadovoljavanja potreba budućih generacija i omogućuje dugoročno očuvanje kvaliteta životne sredine, biološke raznovrsnosti i pejzaža;
- 7) **Održivo upravljanje** je korišćenje prirodnih resursa na način da se ne smanjuje kvalitet i kvantitet ukupnih vrijednosti, održava se i unapređuje njihov potencijal;
- 8) **Prirodni resursi** su djelovi žive ili nežive prirode koje čovjek koristi ili može koristiti radi zadovoljavanja svojih potreba;
- 9) **Prirodno dobro** je očuvani dio prirode, koji ima trajni ekološki, naučni, kulturni, obrazovni, zdravstveno-rekreativni, turistički i drugi značaj;
- 10) **Zaštićeno prirodno dobro** je prirodno dobro koje zbog svojih posebnih vrijednosti i odlika (geodiverziteta, biodiverziteta, predjela, pejzaža i dr.) i kao dobro od opšteg interesa uživa posebnu zaštitu;
- 11) **Javno prirodno dobro** jeste uređeni ili neuređeni dio prirodnog bogatstva, odnosno vazduha, vodnih dobara, priobalja, podzemnih dobara, šumskih dobara, predjela ili prostora, dostupan svima u skladu sa propisima;
- 12) **Ekosistem** je dinamička zajednica živog svijeta (biocenoze) i staništa (biotopa) koji

- međusobno djeluju u određenom prostoru;
- 13) **Nacionalna lista indikatora** je popis indikatora kojima se propisuje vremenska dinamika prikupljanja podataka, format, izvor i način toka podataka;
  - 14) **Biodiverzitet** (biološka raznovrsnost) predstavlja raznovrsnost živih organizama svih ekosistema, kao i raznolikost u okviru vrste, između vrsta i njihovih životnih zajednica;
  - 15) **Zagađivanje životne sredine** je unošenje zagađujućih materija ili energije u životnu sredinu, izazvano ljudskom djelatnošću ili prirodnim procesima koje ima ili može imati štetne posljedice na kvalitet životne sredine i zdravlje ljudi;
  - 16) **Zagađivač** je svako pravno ili fizičko lice koje posrednim ili neposrednim djelovanjem ili propuštanjem djelovanja uzrokuje zagađenje životne sredine i koje je upisano u katastar zagađivača;
  - 17) **Zagađujuće materije** su sve prirodne i vještačke materije, kao i pojave i djelovanja koje remete prirodni sastav, osobine ili integritet životne sredine u cjelini;
  - 18) **Katastar zagađivača** je registar svih vrsta zagađivača životne sredine sa podacima o njihovoj lokaciji, proizvodnim procesima, zagađujućim materijama koje se koriste kao sirovina ili nastaju kao poluproizvod, proizvod ili nusproizvod, dinamika ispuštanja zagađujućih materija, mjestima ispusta i načinu i postupku njihovog uklanjanja;
  - 19) **Kapacitet životne sredine** je sposobnost životne sredine ili nekog njenog dijela da prihvati određenu količinu zagađujućih materija po jedinici vremena i da je pretvori u bezopasan oblik ili nepovratno odloži, a da od toga ne nastupi nepovratna šteta (zagađenje);
  - 20) **Otpad** je svaka materija ili predmet koji je vlasnik odbacio ili je dužan da odbaci;
  - 21) **Hemikalija** je svaka materija u čvrstom, gasovitom ili tečnom stanju koja sa svojim opasnim i štetnim karakteristikama može ugroziti životnu sredinu i zdravlje ljudi;
  - 22) **Opterećenja** su: emisije štetnih materija, fizički i biološki činioci (energija, buka, toplota, svjetlost i dr.), kao i djelatnosti koje ugrožavaju ili bi mogle ugroziti segmente životne sredine;
  - 23) **Opterećivanje životne sredine** je svaki zahvat ili posljedica uticaja zahvata na životnu sredinu ili uticaj određene aktivnosti na životnu sredinu, koja sama ili povezana s drugim aktivnostima može izazvati ili je mogla izazvati zagađivanje životne sredine, smanjenje kvaliteta životne sredine, štetu životnoj sredini, rizik po životnu sredinu ili korišćenje životne sredine;
  - 24) **Monitoring** je sistematsko i redovno osmatranje, mjerenje i procjenjivanje parametara životne sredine (voda, vazduh, zemljište, biodiverzitet i sl.) i promjena kvaliteta i kvantiteta životne sredine, emisije zagađujućih materija i korišćenja prirodnih resursa;
  - 25) **Emisija** je ispuštanje zagađujućih materija i/ili energije u životnu sredinu i njene segmente;
  - 26) **Domino efekat** je niz povezanih efekata koji zbog međusobnog razmještaja i blizine postrojenja, odnosno dijelova postrojenja ili grupe postrojenja i količina opasnih materija prisutnih u tim postrojenjima povećavaju mogućnost izbijanja udesa ili pogoršavaju posljedice nastalog udesa;
  - 27) **Imisija** je koncentracija zagađujućih materija i/ili nivoa energije u životnoj sredini, kojom se ocjenjuje kvalitet životne sredine;
  - 28) **Zahvat** je svaki rad ili aktivnost koja može dovesti do privremene ili trajne degradacije životne sredine, a koji se odnose na korišćenje prostora, izgradnju ili rekonstrukciju objekata, uvođenje i promjenu tehnologija, eksploataciju prirodnih resursa i izvođenje drugih radova;
  - 29) **Rizik** je određeni nivo vjerovatnoće da neka aktivnost, direktno ili indirektno, izazove opasnost po životnu sredinu, život i zdravlje ljudi;
  - 30) **Udes** je nepredviđeni i nekontrolisani događaj u životnoj sredini ili značajnija emisija jedne ili više opasnih materija, odnosno njihovih jedinjenja u životnoj sredini;
  - 31) **Opasna materija** je propisom utvrđena materija ili mješavina koja je u postrojenju prisutna kao sirovina, proizvod, nusproizvod ili poluproizvod, uključujući i one materije za koje se može pretpostaviti da mogu nastati u slučaju udesa;
  - 32) **Šteta u životnoj sredini** je šteta nanijeta:
    - Biljnim i/ili životinjskim vrstama i njihovim staništima, a koja ima bitan negativan

uticaj na postizanje i održavanje povoljnog stanja vrste ili stanišnog tipa;  
Vodama, a koja ima bitan negativan uticaj na ekološki potencijal voda, hemijski i/ili količinski status voda, u skladu s posebnim propisima;  
Tlu, čije zagađenje, odnosno oštećenje je dovelo do rizika za njegove ekološke funkcije i zdravlje ljudi, u skladu s posebnim propisima;

- 33) **Degradacija životne sredine** je proces narušavanja kvaliteta životne sredine koji nastaje prirodnom ili ljudskom aktivnošću ili je posledica nepreduzimanja mjera radi otklanjanja uzroka narušavanja kvaliteta ili štete po životnu sredinu, prirodne ili radom stvorene vrijednosti;
- 34) **Sanacija** je skup propisanih mjera i aktivnosti kojima se uspostavlja ili nadomješta stanje životne sredine koje je bilo prije nastanka štete, odnosno zagađenja životne sredine;
- 35) **Informacija o životnoj sredini** je svaka informacija u pisanom, vizuelnom, audio, elektronskom ili bilo kom drugom dostupnom obliku koja se odnosi na životnu sredinu.
- 36) **Javnost** je jedno ili više fizičkih ili pravnih lica, njihova udruženja, asocijacije, organizacije ili grupe;
- 37) **Promjena klime** je promjena klime koja je direktno ili indirektno uslovljena ljudskim aktivnostima koje izazivaju promjene u sastavu globalne atmosfere i koja utiče na prirodna kolebanja klime, osmotrena tokom uporedivih vremenskih perioda;
- 38) **Klimatski sistem** je cjelina koja obuhvata atmosferu, hidrosferu, biosferu i geosferu i njihove interakcije;
- 39) **Emisije gasova** je oslobađanje gasova staklene bašte, odnosno njihovih prethodnika u atmosferu iznad određenog područja i u određenom periodu vremena;
- 40) **Regionalna organizacija ekonomske integracije** je organizacija formirana od država određenog regiona nadležna i ovlašćena za primjenu Konvencije o promjeni klime i njenih protokola;
- 41) **Rezervoar** je jedna ili više komponenti klimatskog sistema gdje je uskladišten neki gas staklene bašte ili njihov prethodnik;
- 42) **Ponor** je bilo koji proces, aktivnost ili mehanizam kojim se neki gas staklene bašte, aerosol ili prethodnik gasa staklene bašte odstranjuje iz atmosfere;
- 43) **Izvor** je bilo koji proces ili aktivnost usled koje se neki gas staklene bašte, aerosol ili prethodnik gasa staklene bašte oslobađa u atmosferu.

## **Dokumenti održivog razvoja i zaštite životne sredine**

Dokumenti održivog razvoja i zaštite životne sredine su:

- Nacionalna strategija održivog razvoja (na period od četiri godine, donosi Vlada);
- Nacionalni program zaštite životne sredine (na period od četiri godine, donosi Vlada);
- Lokalni planovi zaštite životne sredine;
- Strategije, planovi i programi koji se donose prema posebnim propisima u pojedinim oblastima za pojedine segmente životne sredine i opterećenja.

## **Nacionalna strategija održivog razvoja**

Nacionalnom strategijom održivog razvoja dugoročno se usmjerava privredni i socijalni razvoj i zaštita životne sredine ka održivom razvoju. Strategijom se utvrđuju smjernice dugoročnog djelovanja, definišu ciljevi i utvrđuju mjere za njihovo ostvarivanje, uzimajući u obzir postojeće stanje i preuzete međunarodne obaveze.

## **Nacionalni program zaštite životne sredine**

Nacionalnim programom zaštite životne sredine utvrđuju se ciljevi zaštite životne sredine i prioriteti njihovog ostvarivanja.

Program sadrži naročito: mjere i aktivnosti za zaštitu životne sredine, način sprovođenja mjera, redoslijed ostvarivanja mjera, rok izvršavanja, nosioce sprovođenja mjera, projekte, procjenu

sredstava za sprovođenje Programa, analizu efekata, kao i druga pitanja od značaja za sprovođenje ovog dokumenta.

### Instrumenti zaštite životne sredine

Instrumenti zaštite životne sredine su:

- 1) **Standardi kvaliteta životne sredine;**
- 2) **Tehnički standardi zaštite životne sredine;**
- 3) Strateška procjena uticaja na životnu sredinu;
- 4) **Procjena uticaja na životnu sredinu;**
- 5) Mjere zaštite životne sredine za projekte za koje nije propisana obaveza procjene uticaja na životnu sredinu;
- 6) Integrisano sprečavanje i kontrola zagađivanja;
- 7) Sprečavanje i kontrola udesa koji uključuju opasne materije;
- 8) Prostorni planovi;
- 9) **Sistem upravljanja životnom sredinom (EMAS);**
- 10) **Hitne mjere u pojedinim slučajevima zagađenja preko dozvoljene granice;**
- 11) Drugi instrumenti zaštite životne sredine utvrđeni posebnim propisima.

### Standardi kvaliteta životne sredine

*Standardi kvaliteta životne sredine sadrže granične vrijednosti zagađivanja za pojedine segmente životne sredine, kao i za naročito vrijedna, osjetljiva ili ugrožena područja.*

### Tehnički standardi zaštite životne sredine

Za određene proizvode, postrojenja, pogone ili uređaje, opremu i proizvodne postupke koji mogu prouzrokovati rizik ili opasnost po životnu sredinu, određuju se tehnički standardi zaštite životne sredine.

*Tehničkim standardima određuju se granične vrijednosti emisija u proizvodnim postupcima, kao i granične vrijednosti sastojaka proizvoda.*

### Sprečavanje i kontrola udesa koji uključuju opasne materije

*Sprečavanje udesa odnosi se na postrojenja u kojima se opasne materije: proizvode, prerađuju, skladište, nastaju kao nusprodukt u procesu proizvodnje, koriste kao sirovine u proizvodnji, odnosno tehnološkom procesu, transportuju unutar postrojenja i/ili odlaze u svrhu proizvodnog procesa, odnosno mogu nastati prilikom velikog udesa.*

*Popis vrsta opasnih materija, način utvrđivanja količina, dozvoljene količine i kriterijume za kategorizaciju i karakterizaciju opasnih materija, kao i druga pitanja od značaja za postupak sprečavanja udesa uređuje se propisom.*

### Djelatnosti opasne za životnu sredinu i odgovornost za štetu u životnoj sredini

Zagađivač koji obavlja djelatnost koja predstavlja rizik za životnu sredinu i zdravlje ljudi odgovara za štetu nanijetu životnoj sredini u skladu sa principima o odgovornosti za štetu od opasne djelatnosti.

### Ekološki znak

Ekološki znak utvrđuje se **za proizvode namijenjene opštoj potrošnji, izuzev** proizvoda za **ishranu, pića i farmaceutskih proizvoda koji** u poređenju sa sličnim proizvodima **manje zagađuju životnu sredinu** pri proizvodnji, plasmanu, prometu, potrošnji i odlaganju ili su dobijeni reciklažom otpada.

Ekološki znak utvrđuje se i **za procese i usluge koji manje zagađuju životnu sredinu.**

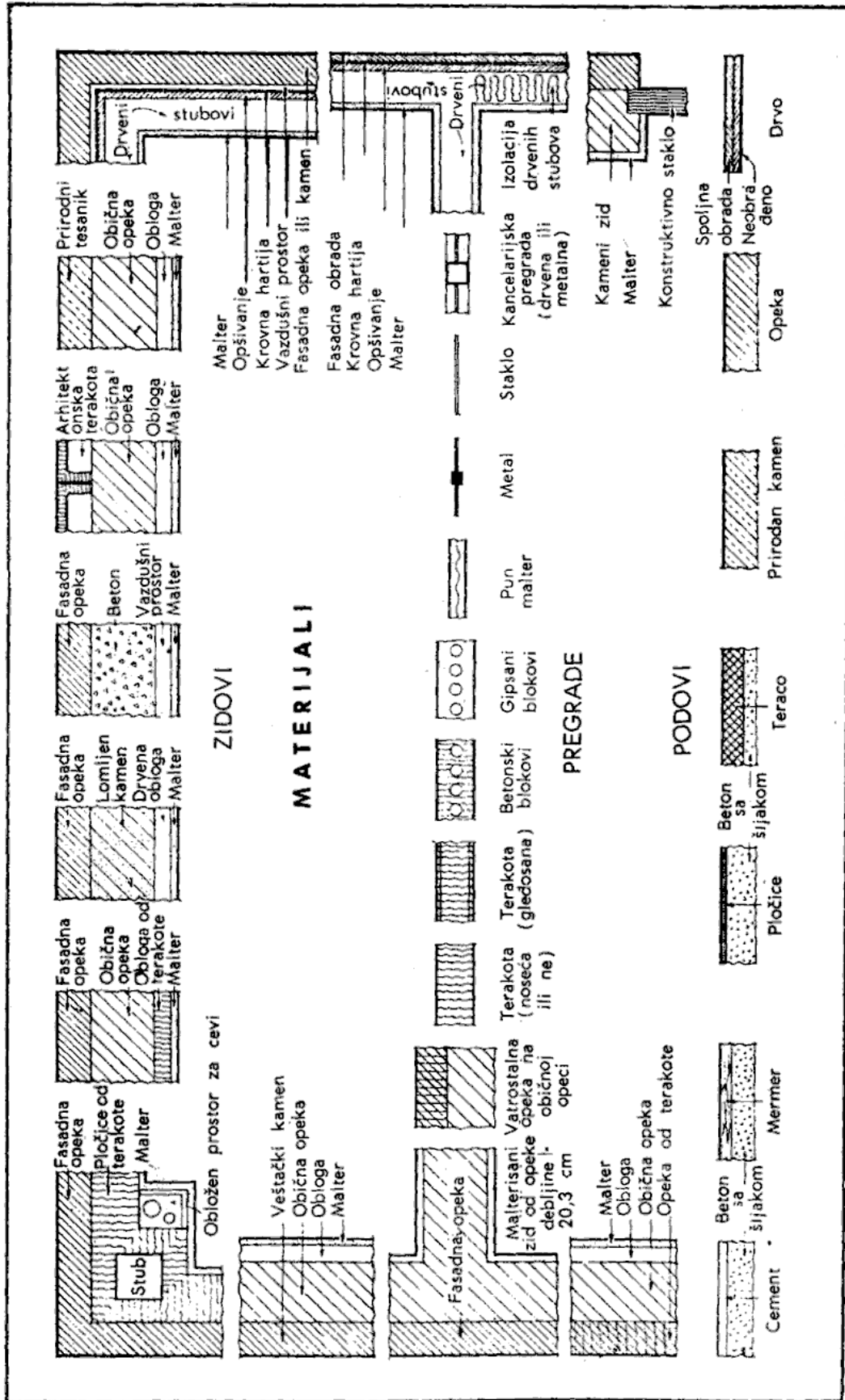
Za proizvode, procese ili usluge može se dobiti pravo na korišćenje ekološkog znaka ako se njihovom proizvodnjom, odnosno odvijanjem, odnosno pružanjem smanjuje:

- 1) potrošnja energetskih resursa;
- 2) emisija štetnih i opasnih materija;
- 3) proizvodnja otpada;
- 4) potrošnja prirodnih resursa i dr.

## **OZNAKE NA TEHNIČKOJ DOKUMENTACIJI**

Crteži u dokumentaciji moraju sadržati sve elemente bitne za izgradnju objekata, sa prikazanim presjecima i naznačenim materijalima od koga se ti elementi izrađuju. Na crtežima moraju biti ucrtane instalacije (električne, vodovodne, kanalizacione, grijanja, provjetravanja, otprašivanja i sl.). Svi ovi elementi prikazuju se pomoću odgovarajućih oznaka - simbola. Simbole treba prikazati u obliku koji je prihvaćen za prepoznavanje.

Na slici 19. i u tabelama 1-4 prikazani su primjeri korišćenih oznaka.



Slika 19. Oznake za građevinske elemente

Tabela 1. OZNAKE - Grijanje, ventilacija i kondicionisanje vazduha – 1

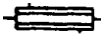
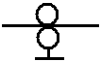


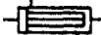




















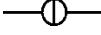



| GRIJANJE  |  | PROVJETRAVANJE  |  |
|---|--|---|--|
| Eliminator vazduha (hvatač kapljica)                                |  | Kontrolna vratanca  |  |
| Anker   |  | Klapna za zatvaranje  |  |
| Kompenzaciona cijev   |  | Klapna za regulaciju  |  |
| Obujmica ili konzola  |  | Automatski damperi  |  |
| Izmjenjivač toplote   |  | Amortizeri od platna  |  |
| Površina prenosa toplote, osnova (naznačiti tip, kao npr. radiator) |  | Jezik   |  |
| Pumpa (naznačiti vrstu, kao vakum-pumpa)                            |  | Usmjerač  |  |
| Usporač   |  | Kanal (prvi broj - dimenzija pokazane strane, drugi - nepokazane) |  |
| Cisterna (rezeorvar) (označiti vrstu)                               |  | Presjek kanala (otpadni vazduh ili povratni vazduh)               |  |
| Termometar  |  | Presjek kanala (dovodnog)   |  |
| Termostat   |  | Rešetka za izvlačenje u plafonu (naznačiti vrstu)                 |  |
| Kondezni lonac  |  | Rešetka za izvlačenje u zidu (naznačiti tip)                      |  |
| Kondezni lonac sa ozračavanjem i termostatom                        |  | Ventilator i motor sa zaštitom kaiša                              |  |
| Kondezni lonac sa plovkom   |  | Kosi pad u pravcu strujanja vazduha                               |  |
| Kondezni lonac sa plovkom i termostatom                             |  | Kosi uspon u pravcu strujanja vazduha                             |  |
| Kondezni lonac sa termostatom                                       |  | Žaluzija na ulazu svježeg vazduha                                 |  |
| Individualni kalorifer (sa centrifugalnim ventilatorom) osnova      |  | Presjek otvora žaluzije   |  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Individualni kalorifer (sa aksijalnim ventilatorom) osnova |  | Plafonska rešetka za ubacivanje vazduha (naznačiti tip)                |  |
| Individualni ventilator osnova                             |  | Zidne rešetke za ubacivanje vazduha                                    |  |
| Povratni ventil  |  | Usmjerači  |  |
| Slavina sa dijafragmom                                     |  | Damper volumena  |  |
| Šiber slavina  |  | Kompresorski agregat sa zatvorenim karterom, rotacioni, direktno vezan |  |
| Ventil slavina   |  | Kompresorski agregat, kapslovan karter klipni                          |  |
| Šiber sa usadnim ključem i kapom                           |  | Kompresorski agregat, kapslovan karter rotacioni                       |  |
| Slavina sa mehaničkim pokretanjem                          |  | Presostat  |  |
| Slavina za redukciju pritiska                              |  | Prekidač na pritisak   |  |
| Ventil sigurnosti (za pritisak ili vakum)                  |  | Sigurnosni prekidač na pritisak  |  |
| Mjesto za ozračavanje                                      |  | Skupljač, horizontalan   |  |

Tabela 2. OZNAKE - Grijanje, ventilacija i kondicionisanje vazduha – 2

| GRIJANJE  |  | PROVJETRANJE                  |  |
|---|--|-------------------------------|--|
| Kapilarna cijev   |  | Skupljač, vertikalni          |  |
| Kompresor   |  | Taložnik mulja                |  |
| Kompresor sa zatvorenim karterom, rotacioni, sa kaišom            |  | Basen za vodu za kvašenje     |  |
| Kompresor sa otvorenim karterom, klipni sa kaišom                 |  | Toplotni indikator            |  |
| Kompresor sa otvorenim karterom, klipni direktno vezan            |  | Termostat (daljinski)         |  |
| Kondezator sa rebrima za vazdušno hlađenje, sa prisilnom promajom |  | Automatski ekspanzioni ventil |  |
| Kondezator sa rebrima za  |  | Kompresorska slavina na       |  |



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| vazdušno hlađenje, sa prirodnom promajom                          |   | strani visokog pritiska, prigušeni tip  |   |
| Kondezator vodom hlađen, sistem cijev u cijev                     |    | Usisni ventil za stalni pritisak  |    |
| Kondezator vodom hlađen sa učaurenom zmijom                       |    | Ventil za regulaciju pritiska u isparivaču za naglo isključenje                 |    |
| Kondezator vodom hlađen sa učaurenim snopom cijevi                |    | Prigušni ventil za regulaciju pritiska u isparivaču sa termostatom              |    |
| Postrojenje za kondenzaciju, vazdušno hlađenje                    |    | Prigušni ventil za regulaciju pritiska u isparivaču (na strani niskog pritiska) |    |
| Postrojenje za kondenzaciju hlađenje vodom                        |    | Ručni ekspanzioni ventil  |    |
| Toranj za hlađenje  |    | Magnetski ventil za automatsko isključivanje                                    |    |
| Dehidrator  |    | Ventil za naglo isključivanje   |    |
| Kondezator sistema isparavanja                                    |  | Ventil za regulisanje usisavanja pare   |  |
| Isparivač kružni, površinski sa rebrima                           |  | Ventil za toplotni usisni vod   |  |
| Isparivač sa razdjelnikom od glatkih cijevi sa prirodnom promajom |  | Ekspanzioni ventil sa termostatom   |  |
| Isparivač sa razdjelnikom sa rebrima sa prinudnom promajom        |  | Ventil za vodu  |  |
| Isparivač sa razdjelnikom sa rebrima sa prirodnom promajom        |  | Eliminator vibracije u cijevnom vodu  |  |
| Isparivač sa uporednim lamelama sa razdjelnikom                   |  |   |   |
| Cijevni filter  |  |   |   |
| Cijevni filter sa usporačem                                       |  |   |   |
| Rebrasti hladnjak sa prirodnom konvekcijom                        |  |   |   |
| Hladnjak sa prinudnom konvekcijom                                 |  |   |   |


















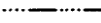

















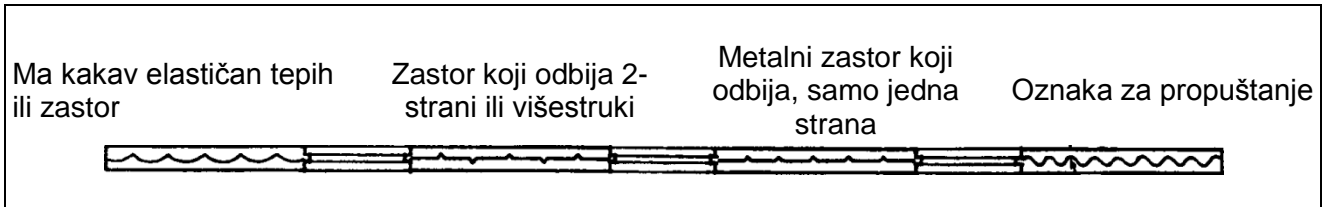
|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Hidrometar  |  |  |  |
| Plovak za visok pritisak  |  |  |  |
| Registar za hlađenje  |  |  |  |
| Plovak za nizak pritisak  |  |  |  |
| Kompresorski agregat sa zatvorenim karterom, klipni, direktno vezan |  |  |  |

Tabela 3. OZNAKE - Grijanje, ventilacija i kondicionisanje vazduha – 3

**OZNAKE ZA GRIJANJE** – Osim gdje je drugačije rečeno, ovo su standardi A.S.A. (Američkog udruženja za standarde) (Z 14 2, 1935), prema preporukama A.S.H.V.E. Oznake obilježene (\*) prikupljane su i iz drugih izvora. Gdje postoji mogućnost nesporazuma, treba dati oznake u vidu legende ili ključa.

| CJEVOVODI  | ZRAČENJE   | REGULATORI   |
|--|--|--|
| Uopšte                        | Posredni radijator – osnova  | *Akvastat   |
| Vazduh-pravac kretanja prit.  | Posredni radijator – izgled  | *Motor za priklpac - uopšte                       |
| Vazduh - povratni             | Zmija – osnovna              | *Motor za priklpac na podešavanje                 |
| Plin                          | Zmija – izgled               | *Motor za priklpac-2. položaj                     |
| Ulje                          | Registar – osnovna           | *Motor za prigušivanje dijafragmom                |
| Refrižerant                   | Registar – izgled            | *Stabilizator kanala sa produženom cijevi         |
| Para – dovod                  | Zidni radijator – osnova     | *Stabilizator kanala sa krutom cijevi             |
| Para – povratna (kondenzat)   | Zidni radijator - izgled     | *Stabilizator vlažnosti (humidistat) – sobni tip  |
| Vakum                         | <b>VAZDUŠNI KANALI I FITINZI</b>   |  |
| Voda – hladna                 | <u>Kanali:</u>   | *Polazna i ispusna slavina                        |
| Voda – topla, dovod           | Dovodni – presjek            | *Prekidač   |

|   |  |                            |                                   |   |  |
|---|--|----------------------------|-----------------------------------|---|--|
| Voda – topla, povratna                                |  | *Dovodni – osnova          |                                   | Termostat - sobni tip                       |  |
| <b>FITINZI ZA CIJEVI</b> – daju se tipovi na zavrtnje |  | Ispusni – presjek          |                                   | <u>Zatvarači (ventili):</u>                 |  |
| Tuljac  |  | *Ispusni – osnova          |                                   | *Za smanjenje vazduha                       |  |
| Kompenzaciona cijev sa obodom                         |  | <u>Poklopci (damperi):</u> |                                   | Sa dijafragmom                              |  |
| Rukavac   |  | Leptirast - osnova         |                                   | Zasun (šiber slavina) sa mehaničkim pogonom |  |
| Propusna slavina                                      |  | Leptirast – izgled         |                                   | *Ventil-slavina sa mehaničkim pogonom       |  |
| Kondezacioni lonac za radijator – izgled              |  | Za skretanje               |                                   | Reducirajući – za paru                      |  |
| Kondezacioni lonac za radijator – osnova              |  | Usmjerači                  |                                   | *Zaseban sa termostatom                     |  |
| Holender spoj   |  | Anemostat                  |                                   |   |  |
| <u>Zatvarači (ventili) (vidi regulatori):</u>         |  | Rešetka za izvlačenje      |                                   |   |  |
| Povratni zatvarač (ventil)                            |  |                            |                                   |   |  |
| Sa plovkom  |  |                            |                                   |   |  |
| Zasun (šiber slavina)                                 |  |                            |                                   |   |  |
| Ventil - slavina                                      |  |                            |                                   |   |  |
| Ventil sa usadnim ključem i kapom                     |  |                            |                                   |   |  |
| Brzootvarajući zatvarač                               |  |                            |                                   |   |  |
| Ventil sigurnosti                                     |  |                            |                                   |   |  |
| <b>OZNAKE ZA IZOLACIJU</b>                            |  |                            |                                   |   |  |
| Ma koji neodređen tip *izolacije                      | Ma koji tip izolacione ispune složene ili rastrešene | Kruta ploča kao obloga     | Kruta ploča na unutrašnjoj strani |   |  |
|   |  |                            |                                   |   |  |



**Tabela 4. OZNAKE - Cijevi i instalacije**

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <p>Na ovim stranama dati su djelovi Američkih standarda Z. 32.2.3 – 1949 i Y. 32.2.4 – 1949 koji su odobreni 1949. godine od Američkog udruženja za standarde, 70 E. 45<sup>th</sup> St., New York 17. N.Y. Taj rad je objavljen pod okriljem američkog instituta električnih inženjera i Američkog društva mašinskih inženjera.</p>   |  | <p>Povratni vod toplovodnog grijanja -----</p> <p>Dovod vode za toplovodno grijanje _____</p> <p>Povratni vod niskog pritiska -----</p> <p>Vod pare pod niskim pritiskom _____</p> <p>Voda za nadoknadu -----</p> <p>Povratni vod srednjeg pritiska -----</p> <p>Para srednjeg pritiska -----</p> |  |
| <p><b>KONDICIONIRANJE VAZDUHA</b></p>  |  | <p><b>INSTALACIJA CIJEVI</b></p>  |  |
| <p>Povratna slana voda -----BR-----</p> <p>Dovod slane vode -----B-----</p> <p>Cirkulacija rashlađene ili tople vode -----CH-----</p> <p>Povratna cirkulacija rashlađene ili tople vode -----CHR-----</p> <p>Kondezni vod -----C-----</p> <p>Kondezni povratni vod -----CR-----</p> <p>Ispust -----D-----</p> <p>Vod za vlaženje -----M-----</p> <p>Voda za nadoknadu -----</p> <p>Ispust za refrižerant -----RD-----</p> <p>Refržižerantska tečnost -----RL-----</p> <p>Usisavanje refržižeranta -----RS-----</p> | <p>Otpadne kisjeline -----KISJELINA-----</p> <p>Hladna voda -----</p> <p>Komprimovan vazduh -----A-----</p> <p>Voda za piće -----</p> <p>Povratna voda za piće -----</p> <p>Požarni vod -----F-----F-----</p> <p>Plin -----G-----G-----</p> <p>Topla voda -----</p> <p>Povratna topla voda -----</p> |   |  |
| <p><b>GRIJANJE</b></p>   |  | <p>Kanalizaciona cijev (nadzemna) _____</p> <p>Kanalizaciona cijev (podzemna) -----</p>   |  |
| <p>Vod za ispušt vazduha -----</p> <p>Izduvavanje kotla -----</p>  |  |   |  |

|                                       |                         |                            |               |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| Komprimovan vazduh                    | — A —                   | Vod za usisavanjem prašine | - v — v —     |
| Ispust za kondezat ili za vakum pumpu | - o - - o - - o -       | Ventilaciona cijev         | - - - - -     |
| Ispust crpke za dovod vode            | - o o - - o o - - o o - | <b>PNEUMATSKE CIJEVI</b>   |               |
| Vod ulja za podmazivanje              | — FOF —                 | Cjevovodi                  | ==            |
| Povratni vod ulja za podmazivanje     | - - - FOR - - -         | <b>PRSKALICE</b>           |               |
| Ventilacija cisterne za ulje          | - - - FOV - - -         | Ogranci i pravi vodovi     | — o — o —     |
| Povratni vod visokog pritiska         | - // - // - // -        | Kanalizacioni vod          | - s - - - s - |
| Para visokog pritiska                 | - // // // -            | Glavni dovod               | — s —         |

## VJEŽBA 2. PRIMJERI KORIŠĆENJA SIMBOLA

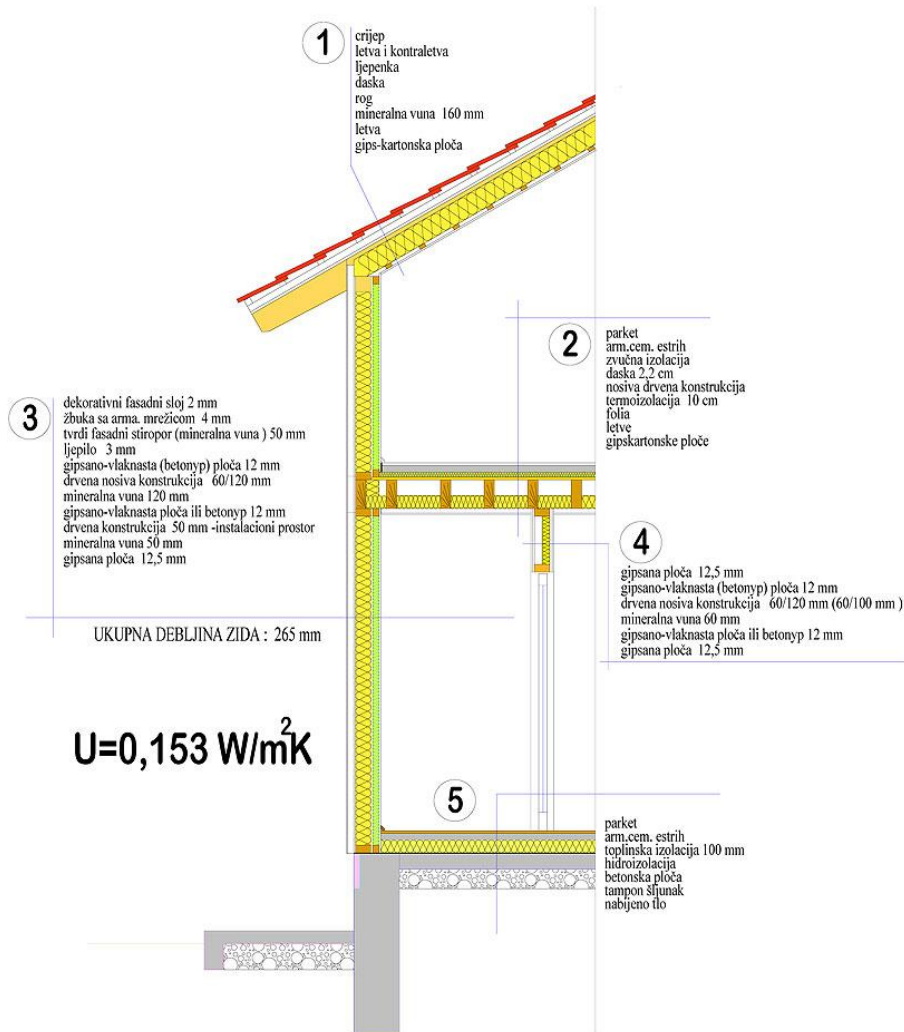
Primjeri oznaka na crtežima.



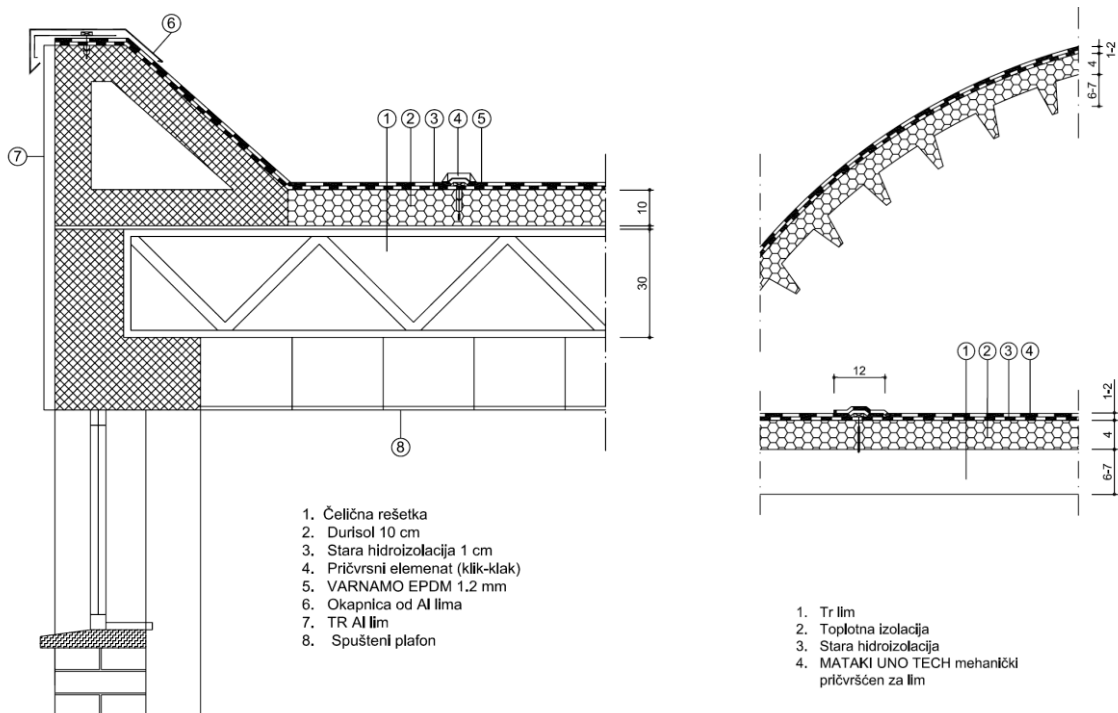
Slika 20. Izgled stambenog objekta



Slika 21. Crtež osnove stambenog prostora



Slika 22. Crtež vertikalnog presjeka stambenog objekata sa planiranim materijalima

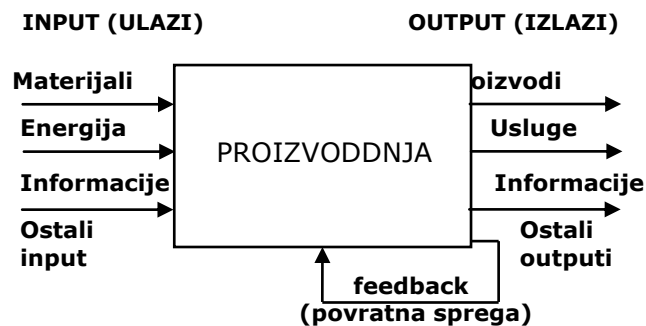


Slika 23. Crtež vertikalnog presjeka krova fabričke hale sa planiranim materijalima

## PROIZVOD I PROIZVODNI PROGRAM

Pod pojmom **proizvod** se obično smatra: roba (hardware), ideje, software, usluge, procesni materijali (repromaterijali), ili bilo koja kombinacija ovih pojmova. Ako se proizvodi grupišu kao *roba i usluge*, to se proizvodnja odnosi na *robnu* (fabričku) i *uslužnu* (nefabričku) proizvodnju. Robe se, pored fabrika i radionica, proizvode i u poljoprivredi, šumarstvu, na plantažama, farmama, itd. Usluge se vrše u organizacijama raznih uslužnih djelatnosti npr. trgovine, osiguravajuće organizacije, hoteli, avio kompanije, organizacije saobraćaja (željezničkog, drumskog, ...), itd. To se odnosi i na organizaciju zdravstva, obrazovnja, lokalne uprave i državne uprave.

Termin **industrija** se koristi za industrijski način rada. Termin **industrijsko inženjerstvo** (*Industrial Engineering*) je naučna oblast koja izučava i rješava kako se na naučnim osnovama planira, organizuje i upravlja industrijskim procesima rada. Proces proizvodnje se grafički može predstaviti pomoću šeme sa slike 24.



Slika 24. Šematski prikaz procesa proizvodnje

Znači, *proces proizvodnje* predstavlja transformaciju input-a u output-e (ulaza u izlaze). Sam proces se sastoji iz niza operacija kojim se vrši ta transformacija.

**Sistem proizvodnje** čine sredstva kojim se ta transformacija vrši (mašine, alati, tehnologija...).

### Dizajniranje proizvoda

*Dizajniranje proizvoda* i njihovo uvođenje u proces proizvodnje je kritičan problem u savremenom globalnom tržištu. Stalno *uvođenje novih proizvoda* i *stalno poboljšavanje kvaliteta* tih proizvoda u pogledu konstrukcije i dizajna, prema zahtjevima kupaca i prema dostignućima konkurencije, mora biti način života savremene kompanije (Slika 25).



KADA KUPAC KUPUJE PROIZVOD, KUPUJE KORIST I ZADOVOLJSTVO KOJE MISLI DA ĆE MU PROIZVOD DONIJETI !

Slika 25. Korelacija odnosa proizvod-kupac-tržište

Dizajniranje proizvoda počinje definisanjem oblika i koncepcije proizvoda, a nastavlja se izradom crteža (konstrukcione dokumentacije) na osnovu koje se može početi proizvodnja.

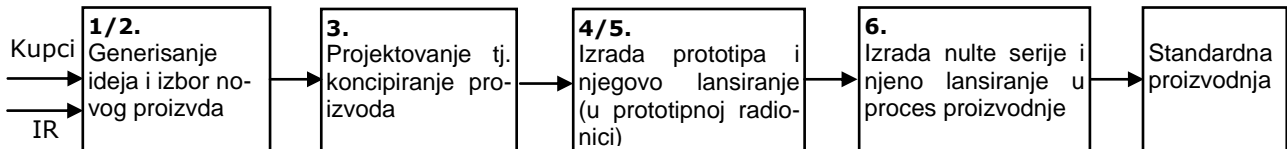
**Strategija uvođenja novog proizvoda** može biti jedna od tri sledeće:

- 1) *Tržišna* – «*povlačenje*» (*pull*) - proizvoditi se ono što se može prodati, zahtjevi kupaca su primarna osnova za proizvodnju;



- 2) Tehnološka – «guranje» (*push*) – proizilazi iz proizvodne tehnologije tako da se proizvodi ono što se može proizvesti, odnosno za šta postoje kapaciteti (mašine);
- 3) *Kombinovana strategija* – «strategija međufunkcionalnosti» - ona se ostvaruje zajedničkom saradnjom **istraživanja i razvoja** (IR) (*Research and Development - RD*), marketinga i proizvodne.

Proces razvoja i uvođenja novog proizvoda može se predstaviti blok dijagramom, slika 26.



**Slika 26.** Blok dijagram procesa razvoja i uvođenja novog proizvoda

Proces *istraživanja, razvoja i uvođenja proizvoda* se sastoji iz šest koraka.

1) *Generisanje ideja za novi proizvod.*

Ideje se mogu generisati na dva načina. Prvo sa tržišta, tj. da se prate potrebe i zahtjevi tržišta i stanje na tržištu. Drugo, ideje generisane razvojem nauke i tehnologije, tj. kad se jednim novim proizvodom (materijalom) stvore mogućnosti za razvoj niza novih proizvoda koji će zamijeniti postojeće proizvode.

2) *Izbor proizvoda.*

Od niza generisanih ideja biraju se one koje će najbolje ispunjavati sledeće uslove:

- da će imati odgovarajuću *tražnju* na tržištu,
- da će posjedovati *ekonomsku fizibilnost*, tj. da će obezbijediti odgovarajući profit,
- da postoji *proizvodna kompatibilnost*, što znači da se novi proizvodi mogu proizvoditi na postojećim ili nekim eventualno dodatnim proizvodnim kapacitetima.

Analiza za izbor proizvoda na osnovu prethodna tri ključna kriterijuma mora se vršiti na osnovu dovoljnog broja potrebnih podataka. Sistemska procedura za izbor proizvoda vrši se pomoću tzv. *kontne liste ili bodovne liste* (check list) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Primjer bodovne liste

| Karakteristike proizvoda                | Ocjena |   |   |   |   | Ponder (tržišni faktor) |
|---|--------|---|---|---|---|-------------------------|
|   | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |                         |
| 2. Prodajna cijena                      |        | √ |   |   |   | 15%                     |
| 3. Kvalitet proizvoda                   |        |   |   | √ |   | 10%                     |
| 4. Količina prodaje                     |        |   | √ |   |   | 20%                     |
| 5. Proizvodna kompatibilnost            | √      |   |   |   |   | 10%                     |
| 6. Konkurentska prednost                |        |   |   | √ |   | 10%                     |
| 7. Usklađenost sa strategijom preduzeća |        |   |   | √ |   | 20%                     |
| 8. Ostale karakteristike                |        |   |   |   |   |                         |

Ovakve ocjene od 1 do 5 se daju za svaki proizvod na osnovu procjene koliko on zadovoljava određenu karakteristiku.

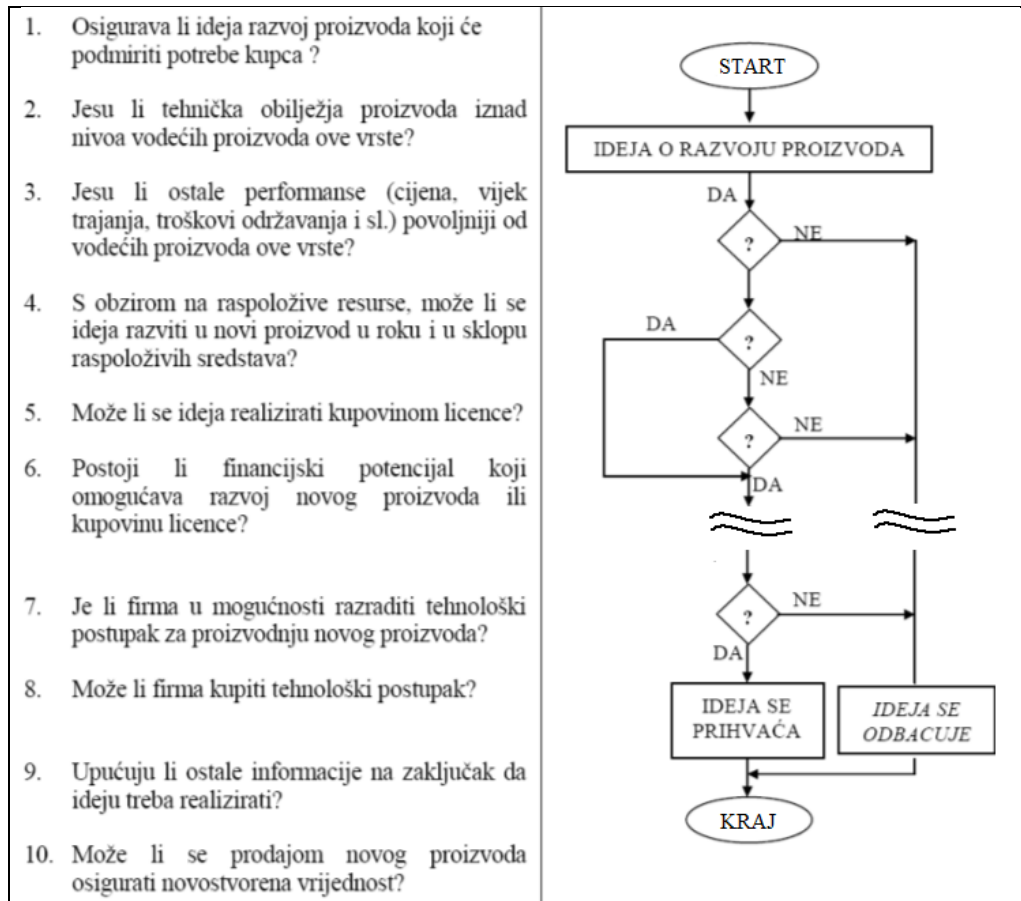
*Ukupni broj bodova za jedan proizvod, koji je ocijenjen u prethodnoj tabeli, dobija se na sledeći način:*

$$0,15 \cdot 2 + 0,10 \cdot 4 + 0,20 \cdot 3 + 0,10 \cdot 1 + 0,10 \cdot 4 + 0,20 \cdot 4 = 2,60$$

Prema tome za svaki proizvod, čije se uvođenje u proizvodnju razmatra treba da se napravi ova analiza. Kriterijum za izbor može biti:

- da proizvod ima ukupni rezultat (zbir) iznad neke minimalne unaprijed određene vrijednosti. Ako nijedan proizvod ne zadovoljava taj kriterijum onda se izbor ne vrši;
- ako se bira jedan proizvod između više njih koji su u konkurenciji onda se odabira onaj koji ima najviši broj bodova.

Kod razrade i ocjene karakteristika novih proizvoda koriste se selektivna pitanja prikazana na blok dijagramu na slici 27.



**Slika 27.** Algoritam postupka razrade i ocjene ideje za uvođenje novog proizvoda

- 3) *Prethodno dizajniranje proizvoda, izrada prototipa i njegovo testiranje.*  
 Dizajnirani prototip se testira kako bi se utvrdilo da li njegove performanse, troškovi i kvalitet zadovoljavaju. Na osnovu toga se donose i kompromisne odluke (trade-offs) između cijene proizvoda, kvaliteta i performansi.  
 Prototip se može izraditi u posebnoj prototipnoj radionici u fabrici sa univerzalnim alatima i mašinama, jer se još uvijek ne može pristupiti izradi specijalnih alata i nabavci specijalnih mašina za proizvodnju tog proizvoda u serijskoj proizvodnji koji omogućuju mnogo veću produktivnost. Testiranje prototipa daje odgovor da li će proizvod zadovoljiti tražene performanse i imati posebne tehničke karakteristike. Često se radi par primjeraka prototipa pa se oni ispituju ne samo u laboratoriji u fabrici, nego i u uslovima eksploatacije, npr. kod kupaca. Kod prototipa se najčešće ispituje trajnost, izdržljivost i kvalitet.
- 4) *Konačno dizajniranje proizvoda.*  
 Na osnovu podataka dobijenih pri ispitivanju prototipa koji su sređeni po odgovarajućim obrascima (dokumentaciji), izrađuju se konačna dokumentacija (crteži) svih dijelova proizvoda koji će se koristiti u serijskoj proizvodnji. Prema tome za prototip često nije potrebno raditi precizne i detaljne crteže za svaki element. Sa ovim konačnim dizajniranjem je definitivno određena struktura i fizičke karakteristike proizvoda.

5) *Izrada procesne specifikacije.*

Kad je proizvod definitivno oblikovan, fizički definisan, može se pristupiti projektovanju tehnološkog procesa proizvodnje tog proizvoda. To se vrši izradom tzv. *procesne specifikacije* (Process Specification). Procesna specifikacija znači dokumentaciju koja sadrži specificirane sve operacije koje treba izvršiti da bi se proizvod napravio, specificirane mašine na kojima treba pojedine operacije vršiti, specificirane alate, zatim kako treba vršiti kontrolu kvaliteta, kakvu kvalifikaciju treba da ima radna snaga za planirane radne operacije i čitav niz drugih podataka i informacija neophodnih za kvalitetnu proizvodnju i minimalne troškove. Prema tome procesnom specifikacijom su definisani ili projektovani svi procesi ili sredstva za izvršavanje proizvodnje.

6) *Nulta «0» serija.*

U proizvodnji se lansira određeni manji broj komada koji će se izraditi, ali ovaj put ne u prototipnoj radionici, nego u redovnom procesu proizvodnje. Cilj je da se isproba proces redovne proizvodnje na manjem broju komada, jer ako nešto nije dobro isprojektovano, pokazaće se greške u samom procesu ili kod finalne kontrole gotovih proizvoda. Ako nulta serija nema grešaka očigledno je onda da su sve prethodne faze kvalitetno urađene (obavljene), u suprotnom vrši se ispravka dokumentacije i ponovo se testira nulta serija.

7) *Lansiranje proizvodnje redovnih serija.*

Lansiranje redovne proizvodnje ne spada u proces istraživanja i razvoja, već spada u proces proizvodnje.

### Razvoj proizvoda

Projektna dokumentacija za razvoj (proizvodnju) novog proizvoda izrađuje se po precizno definisanoj proceduri i sastoji se od:

- konstrukcionih crteža, i
- konstruktivne dokumentacije.

Konstrukcionim crtežima kao što je prethodno rečeno prikazuju se oblik i dimenzije novog proizvoda kao i drugi detalji koji su bitni za njegovu proizvodnju, a koji se mogu prikazati na crtežu. Konstruktivna dokumentacija radi se na osnovu plana razvoja i sadrži: identifikacioni broj (oznaku) proizvoda, osobine proizvoda, namjenu proizvoda, izbor materijala, razradu tehnološkog procesa, način pakovanja i skladištenja, uslovi isporuke i dr. Kroz naredne faze projektovanja konstruktivna dokumentacija se dalje detaljnije razrađuje i dopunjuje.

*Korelacije* aktivnosti kod pojedinih faza razvoja proizvoda prikazane su strelicama na šemi sa slike 28.

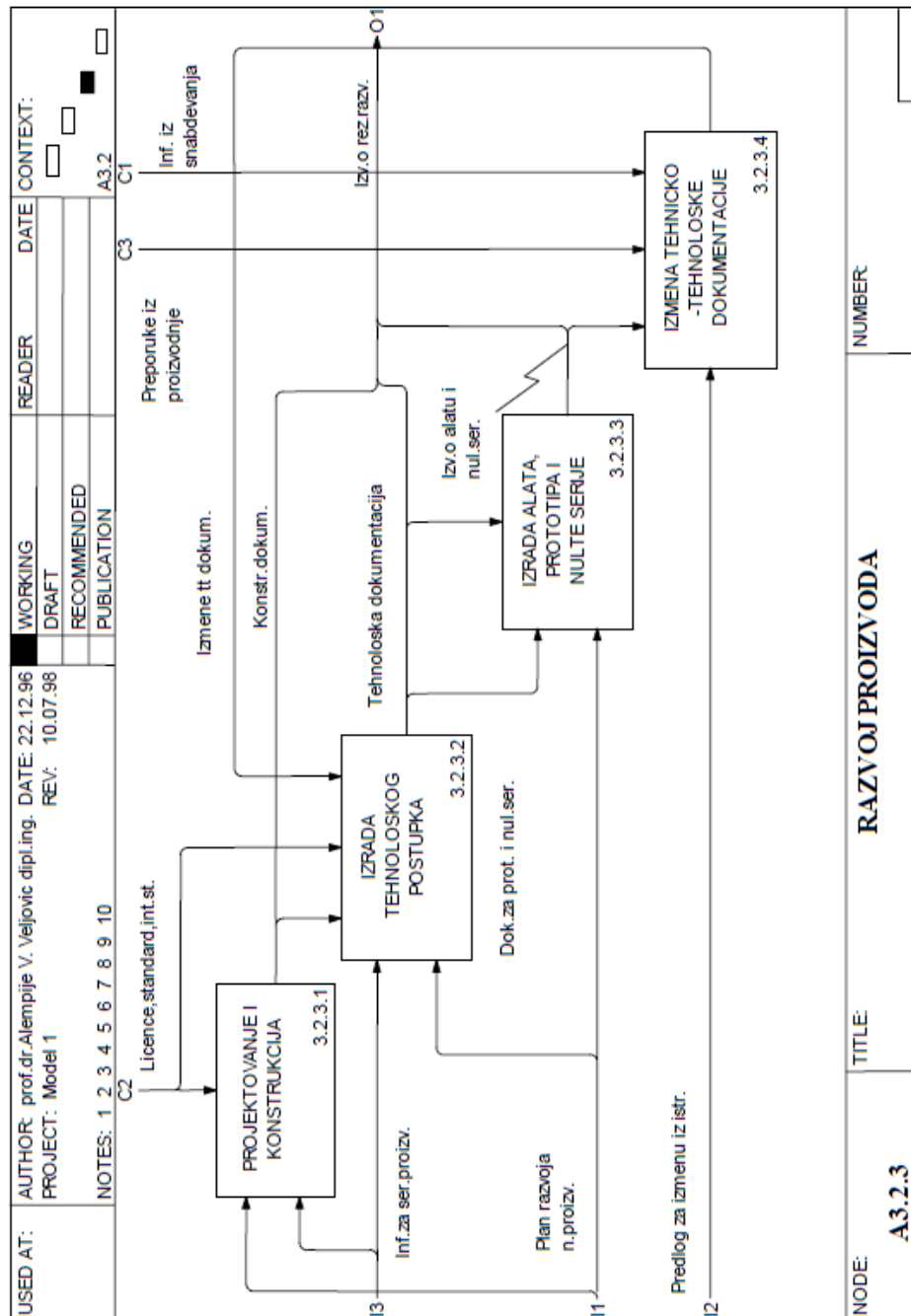
### Troškovi razvoja proizvoda

Razvoj proizvoda zahtijeva troškove u svim fazama rada. Iznos troškova zavisi od aktivnosti koje je neophodno sprovesti do redovne proizvodnje. Elementi troškova i vjerovatnoća za uspjeh kod plasmana su prikazani na slici 29. Najmanji troškovi i najveće vjerovatnoća uspjeha je ako se planira postojeća tehnologija i postojeće tržište. Osvajanje novih tržišta kod iste tehnologije smanjuje vjerovatnoću uspjeha, a povećava troškove. Nova tehnologija i proizvodnja za postojeće tržište povećava vjerovatnoću za uspjeh u odnosu na prethodnu, ali se povećaju i troškovi. Najveće troškove i najmanju vjerovatnoću uspjeha ima nova tehnologija i proizvodnja za novo tržište. To je inače visoko rizična kombinacija.

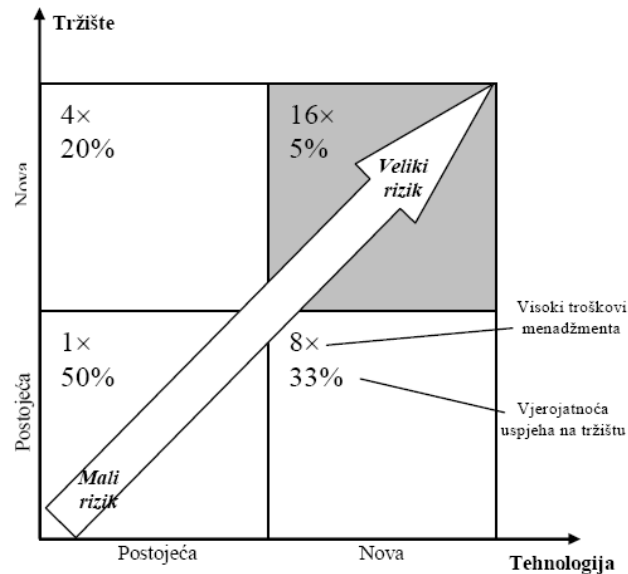
Dijagram promjene rashoda i prihoda u fazi osvajanje novih proizvoda i njegovom životnom vijeku prikazan je na slici 30. Polazna faza definisanja proizvoda je praćena samo troškovima. Faza proizvodnje treba da omogući pokrivanje prethodnih troškova, a zatim planiranu dobit.

Veoma je važno identifikovati prevojnju (prelomnu) tačku u plasmanu proizvoda i pripremiti adekvatnu strategiju.

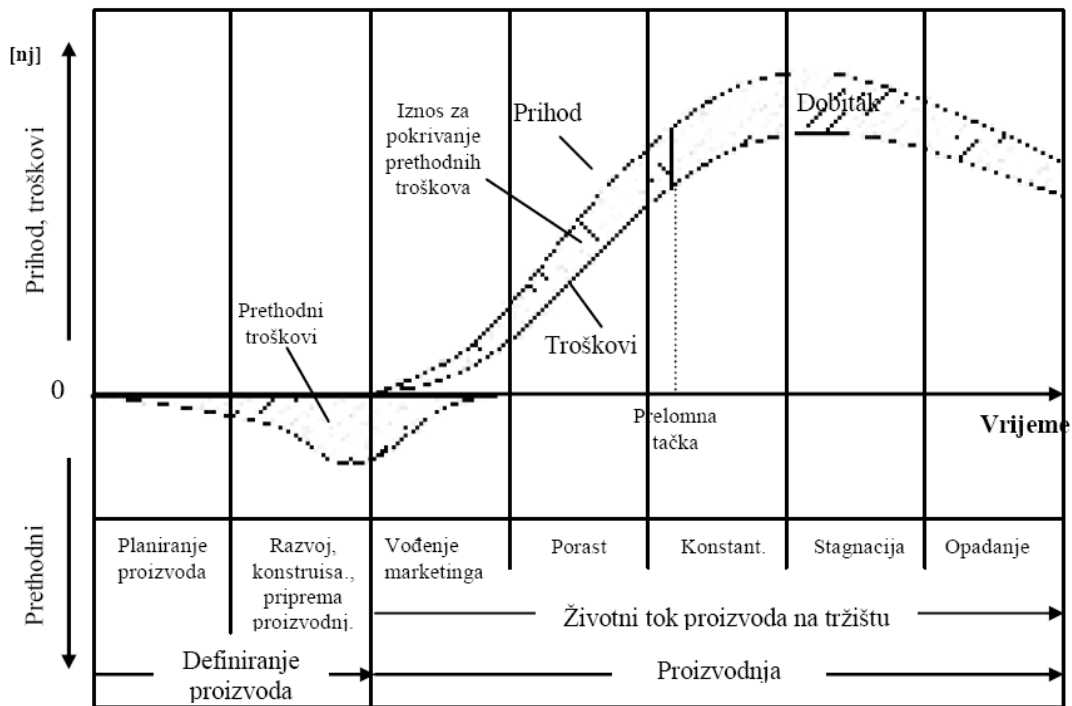
Za *produžetak životnog ciklusa* proizvoda mogu se primijeniti modifikacije i inovacije na elementima proizvoda, odnosno u konačnom preorjentisati se na novi proizvod.



**Slika 28.** Korelacija aktivnosti u pojedinim fazama razvoja proizvoda kod kojih se sprovodi testiranje i izmjena projektne dokumentacije



Slika 29. Korelacija troškova i vjerojatnoće uspjeha kod plasmana proizvoda



Slika 30. Korelacija rashoda i prihoda pri osvajanju i životnom vijeku proizvoda

### Osiguranje kvaliteta

U svim narednim fazama kvalitet mora biti u centru pažnje. Osnovni problem u području kvaliteta je kako će proizvod odgovarati potrebama kupaca. Kvalitet proizvoda se i definiše kao stepen do koga on zadovoljava te potrebe kupaca. Za optimalno rješavanje ovog problema danas se koriste tri metode ili tehnike sa ciljem da se postigne svjetski nivo kvaliteta (WCQ – World Class Quality) i produktivnosti (WCP – World Class Productivity).

Prva tehnika: QFD (Quality Function Deployment – razvoj funkcije kvaliteta). Ovu tehniku koristi tim za uvođenje novih proizvoda, čiji članovi treba da budu najbolji stručnjaci iz inženjeringa, razvoja proizvoda, proizvodnih odjeljenja, marketinga, finansija i odjeljenja za kadrove. Osnovni cilj je da se zahtjevi i potrebe za kvalitetom, kako ih vide kupci, preslikaju na dizajn proizvoda i proces proizvodnje.

Druga tehnika: Robusni dizajn – To je kriterijum da se proizvod dizajnira tako da on bude otporan na promjene u toku eksploatacije proizvoda.

Treća tehnika: Modularni dizajn – Ova je tehnika kojom se proizvod dizajnira od modula (sklopova, agregata), tako da se moduli mogu kombinovati i time dobiti familija određenih proizvoda koje onda mogu zadovoljiti širi spektar zahtjeva i potreba različitih tržišta.

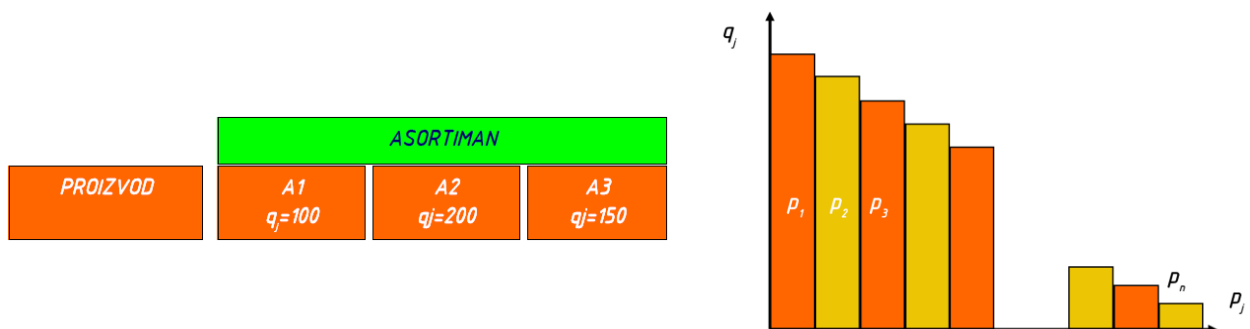
Kvalitet proizvoda obuhvata *standardizaciju kvaliteta i percepciju kvaliteta*. Uobičajeno se može izdvojiti 8 elementa kvaliteta (Slika 31).



Slika 31. Elementi za ocjenu kvaliteta proizvoda

### Asortiman-proizvodni program

Asortiman, odnosno proizvodni program, obuhvata raznolikost proizvedenih dobara-proizvoda i usluga s obzirom na: sastav, veličinu, vrstu, kvalitet i druge osobine. Prikazuje se strukturom proizvoda i brojem jedinica, kao što je ilustrovano na slika 32.



Slika 32. Šematski način prikazivanja asortimana proizvoda

Planirani asortiman utiče na:

- izbor tehnoloških procesa,
- izbor kapaciteta,
- procjenu prihoda i rashoda,
- procjenu efikasnosti investicija
- organizaciju svih faza procesa rada.

Optimalni proizvodni asortiman podrazumijeva da se primjenom savremenih tehnologija ostvari planirana produktivnost i troškovi, a da se proizvodi uspješno plasiraju na tržištu.

Kod izbora asortimana mora se imati u vidu *uži* i *širi* asortiman. Osnovne specifičnosti ova dvije mogućnosti prikazane su u tabeli 6.

**Tabela 6.** Osnovni kriterijumi za izbora asortimana proizvoda

| <b>A S O R T I M A N</b>               |   |
|--|---|
| <b>U Ž I</b>                           | <b>Š I R I</b>                                |
| Niži troškovi pripreme i proizvodnje   | Visok stepen prilagodljivosti                 |
| Jednostavnije planiranje i upravljanje | Manji zahtjevi za investicije – novi proizvod |
| Povećanje efikasnosti sistema          |   |

### **Prihvatanje proizvoda**

Da bi proizvod bio prihvaćen na tržištu neophodno je izvršiti njegovu prezentaciju. Tipično se za prezentaciju izdvajaju četiri elementa, i to:

- Dizajn (veličina, oblik);
- Ambalaža (za usluge forma nastupa);
- Kvalitet (strategija cijena-kvalitet);
- Asortiman (varijacije).

Sam proces prihvatanja proizvoda od strane kupca razvija (zasniva) se prema šemi prikazanoj u tabeli 7.

**Tabela 7.** Proces prihvatanja proizvoda od strane kupca

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>SVJESNOST</b>   | Kupac postaje svjestan proizvoda  |
| <b>INTERES</b>     | Kupac traži informacije i želi da sazna više o proizvodu  |
| <b>PROCJENA</b>    | Kupac razmatra koristi proizvoda i odlučuje da li će ga kupiti  |
| <b>PROBANJE</b>    | Kupac provjerava, testira i proba proizvod da bi odredio njegovu korisnost s obzirom na potrebe                       |
| <b>PRIHVATANJE</b> | Kupac kupuje proizvod i može se očekivati da će ga upotrijebiti kada se ponovo pojavi potreba za tom vrstom proizvoda |

### VJEŽBA 3: PRIMJER PREZENTACIJE PROIZVODA

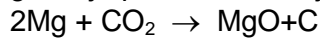
Pregled domaćih zadataka, davanje uputstava za završetak na konkretnom primjeru, npr. proizvod – Magnezijum.

#### PRIMJER PROIZVODA

| <b>Magnezijum</b>  |  |
|--|--|
| <b>Opšti podaci</b>  |  |
| <a href="#">Hemijski element</a> , <a href="#">Simbol</a> , <a href="#">Atomski broj</a> | Magnezijum, Mg, 12   |
| <a href="#">Serija</a>   | Zemnoalkalni metali  |
| <a href="#">Grupa</a> , <a href="#">Perioda</a> , <a href="#">Blok</a>                   | 2, 3, <u>s</u>   |
| Izgled   | srebreno bijeli-slika 1  |
| <b>Zastupljenost***</b>  | <b>1,94 %</b>  |
| <b>Atomske osobine</b>   |  |
| <a href="#">Atomska masa</a>   | 24,305 <a href="#">g/mol</a>                                       |
| 1. energija jonizacije   | 737,7 kJ/mol   |
| 2. energija jonizacije   | 1450,7 kJ/mol  |
| <b>Fizičke osobine</b>   |  |
| <a href="#">Agregatno stanje</a>   | čvrsto   |
| <a href="#">Mohsova skala tvrdoće</a>  | 2,5  |
| <a href="#">Struktura kristala</a>   | heksagonalna   |
| <a href="#">Gustina</a>  | 1738 kg/m <sup>3</sup>   |
| <a href="#">Magnetizam</a>   | paramagnetičan   |
| <a href="#">Tačka topljenja</a>  | 923 K (650 <a href="#">°C</a> )                                    |
| <a href="#">Tačka ključanja</a>  | 1380 K (1107 <a href="#">°C</a> )                                  |
| <a href="#">Molarni zapremina</a>  | 14,00 · 10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> /mol                       |
| <a href="#">Toplota isparavanja</a>  | 127,4 kJ/mol   |
| <a href="#">Toplota topljenja</a>  | 8,954 kJ/mol   |
| <a href="#">Pritisak pare</a>  | 361 <a href="#">Pa</a> kod 923 K                                   |
| <a href="#">Brzina zvuka</a>   | 4602 m/s kod 293,15 K  |
| <a href="#">Specifična toplota</a>   | 1020 J/(kg · K)  |
| <a href="#">Specifična električna provodljivost</a>                                      | 22,6 · 10 <sup>6</sup> <a href="#">S/m</a>                         |
| <a href="#">Toplotna provodljivost</a>   | 156 W/(m · K)  |
| <b>Hemijske osobine</b>  |  |
| <a href="#">Oksidacioni broj</a>   | 2  |
| <a href="#">Oksidi</a>   | MgO  |
| <a href="#">Elektrodni potencijal</a>  | -2,372 <a href="#">V</a> (Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Mg) |
| <a href="#">Elektronegativnost</a>   | 1,31 ( <a href="#">Pauling-skala</a> )                             |



Elementarni magnezijum veoma lako oksidiše na [vazduhu](#), ali slično kao i [aluminijum](#) proces se zaustavlja zbog pasivizacije. Kada se odstrani gornji sloj magnezijuma koji je oksidisao, čist magnezijum veoma lahko reaguje sa vodom gradeći hidroksid. Magnezijum redukuje većinu oksida čak i [ugljen dioksid](#). U stuji ugljen-dioksida Mg gori uz izdvajanje čađi i služi za gašenje požara. Reakcija je:



Sa kiseonikom magnezijum gradi MgO.

Sa hladnom vodom ne reaguje a sa vrelom vodom gradi  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  uz izdvajanje vodonika.

| Izotopi          |         |           |            |        |                  |
|------------------|---------|-----------|------------|--------|------------------|
| Izotop           | RP      | $t_{1/2}$ | RA         | ER MeV | PR               |
| $^{23}\text{Mg}$ | {sint.} | 11,317 s  | $\epsilon$ | 4,057  | $^{23}\text{Na}$ |
| $^{24}\text{Mg}$ | 78,99 % | Stabilan  |            |        |                  |
| $^{25}\text{Mg}$ | 10 %    | Stabilan  |            |        |                  |
| $^{26}\text{Mg}$ | 11,01 % | Stabilan  |            |        |                  |
| $^{27}\text{Mg}$ | {sint.} | 9,458 min | $\beta^-$  | 2,610  | $^{27}\text{Al}$ |
| $^{28}\text{Mg}$ | {sint.} | 20,91 h   | $\beta^-$  | 1,832  | $^{28}\text{Al}$ |

### Sigurnosno obaveštenje

#### Oznake upozorenja



Lako zapaljivo

### Zastupljenost i dobijanje

\*\*\*Magnezijum je zastupljen u zemljinoj kori u količini od 2,74%. U prirodi se magnezijum veoma često nalazi vezan u vidu silikata, ali sa stanovništva dobijanja najvažniji [minerali](#) su mu: [dolomit](#), [magnezit](#), [karnalit](#), [kalcit](#) i [karbonat](#):

- Magnezit  $\text{MgCO}_3$
- Dolomit  $\text{MgCO}_3 \times \text{CaCO}_2$
- Karnalit  $\text{KCl} \times \text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$

U morskoj vodi je zastupljen u količini od 1200 ppm, u obliku rastvora soli  $\text{Mg}^{2+}$ .

**Namirnice koje su najbogatije magnezijumom** su (u 100 grama namirnica):

- sjemenke [dinje](#) - 520 mg
- [kakao](#) - 420 mg
- stabljika [peršuna](#) - 291 mg
- [soja](#) - 250 mg
- [orasi](#) - 130-190 mg
- [boranija](#) - 169 mg
- [jabuka](#) sa korom - 103 mg

### Jedinjenja

Najvažnija magnezijumova jedinjenja su: magnezijum oksid (MgO-slika 1) magnezijum hidroksid ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) i njegove soli. Vodeni rastvori u kojima je velika koncentracija  $\text{Mg}^{2+}$  imaju gorak ukus.

## Primjena

### A-Metalurgija

1. Kao redukciono sredstvo magnezijum se koristi za dobijanje metala iz njihovih oksida (Ti, Cr), kao i za katodnu zaštitu metala od korozije.
2. Legure magnezijuma i **bakra** su veoma mehanički izdržljive. Imaju jednu od najmanjih gustina među legurama. Koriste se u avioindustriji kao i u kosmičkoj industriji, tamo gdje su legure **titanijuma** i **aluminija** suviše teške. U sličnim situacijama se koriste i legure **aluminija** sa magnezijumom

### B-Industrija vatrostalnih materijala

- Magnezijum oksid se koristi za proizvodnju vatrostalnih opeka.

### C-Hemijska industrija, tekstilna industrija, medicina

- $MgSO_4$  - magnezim-sulfat ili gorka so  
 $MgSO_4 \cdot x H_2O$  i  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (u industriji kože, tekstila i medicini).

#### D-Biološki značaj

Magnezijum ulazi u sastav **hlorofila**, **ioni** magnezijuma igraju bitnu ulogu u održanju osmotskog pritiska u **krvi** i drugim tkivima i u prosljeđivanju impulsa u **nervnom sistemu**.

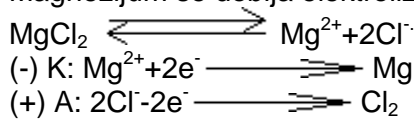
Dnevne potrebe za magnezijumom kod odraslog čovjeka iznose između 300-400 mg i premda magnezijuma u prirodnoj sredini ima u namirnicama koje koristi čovjek, magnezijuma je sve manje zbog đubrenja hemijskim jedinjenjima koja sadrže **kalijum**. Među posljedice nedostatka magnezijuma spadaju i: prekomjerna upotreba alkohola, **stres**, prekomjerno korištenje masnih namirnica, propadanje **bubrega**.

Pokazatelji nedostatka magnezijuma mogu biti: nagla vrtenja u glavi, porast opadanja kose, lomljenje noktiju, kvarenje i lomljenje zuba, znojenje noću, problemi sa srcem, bolovi glave, klonulost.

Preuzeto sa: "<http://bs.wikipedia.org/wiki/Magnezijum>"

## Dobijanje

Mg ulazi u sastav morske vode odakle se dobija tako što se svi joni  $Mg^{2+}$  prevode u  $MgCl_2$   
 Magnezijum se dobija elektrolizom rastopa magnezijum-hlorida:



Slika 1. Struktura i izgled magnezijuma i magnezijum oksida

## VARIJANTA: PROIZVODNJA MAGNEZIJUMA IZ MORSKE VODE !!!!

### D-Biološki značaj - OBRAZLOŽENJE

preporučene doze: **odrasli 200 - 300 mg/d; trudnice i dojilje 50 mg/d**

### Znaci nedostatka magnezijuma

Količina tako važnog elementa kao što je magnezijum u tijelu se planski balansira. Ako nastane manjak u ćelijama, tijelo ga nadoknađuje iz sopstvenih rezervi - iz kostiju i jetre. Ako su gubici veći od nadoknađivanja, pojavljuju se znaci nedostatka magnezijuma. Jak nedostatak pokazuje se onda kada tijelo ne može više da ga nadoknadi iz sopstvenih rezervi.

Nedostatak magnezijuma često prati i nedostatak kalijuma i fosfata, a u težim slučajevima i kalcijuma.

Slučajevi teškog nedostatka magnezijuma su rijetki.

Opšti znaci: zatvor, gubitak apetita, opšta slabost, umor, brzo umaranje, grčevi mišića, žmarci, razdražljivost, nesanica, glavobolja, slabija koncentracija i psihičke promjene.

### Neurološki simptomi

- apatija, depresija, poremećaji pamćenja i koncentracije,
- teži nedostaci - razvija se zbunjenost, halucinacije, paranoidne ideje, čak se može pasti u stanje kome.

### Neuromuskularni simptomi

- mišićne fascikulacije (grčevi), zvonjenje u ušima,
- teži nedostatak izaziva tremor, grčeve mišića, mišićnu slabost...

### Gastrointestinalni simptomi

- nedostatak apetita, bolovi u stomaku, proliv ili zatvor.
- kardiovaskularni simptomi
- supraventrikularne smetnje srčanog ritma, ili čak teže manifestacije kod većeg nedostatka

### Šta može da bude uzrok za nedostatak Mg?

Naša ishrana sadrži manje magnezijuma nego nekad. Ako nema oboljenja, najveći krivac za nedostatak su loše navike u ishrani. U svakodnevnom meniju obično ima premalo namirnica koje sadrže magnezijum, kao što su na primer bademi, sojino brašno, prženi kikiriki, pasulj, kakao, lešnici, orasi... Ljudi ih i namjerno izbjegavaju zbog dijeta za mršavljenje.

Moderna proizvodnja hrane na zemljištima sa vještačkim kalijumskim i azotnim gnojivima iscrpljuje zemlju u kojoj počinje da se smanjuje količina magnezijuma; i zato ga ima sve manje i u namirnicama. Osim toga moderna prerada šećera, žita i soli iz namirnica izvlači više od 80 posto magnezijuma i drugih oligoelemenata.

Tokom kuvanja izgubi se 38 do 67%, kod zamrzavanja do 38%, a kod rafiniranja do 99% magnezijuma.

Opšti nedostatak Mg zabilježen je i u oblastima u kojima je sastav tla siromašan magnezijumom pa ga zato u pitkoj vodi i hrani ima manje.

### Uzroci nedostatka magnezijuma:

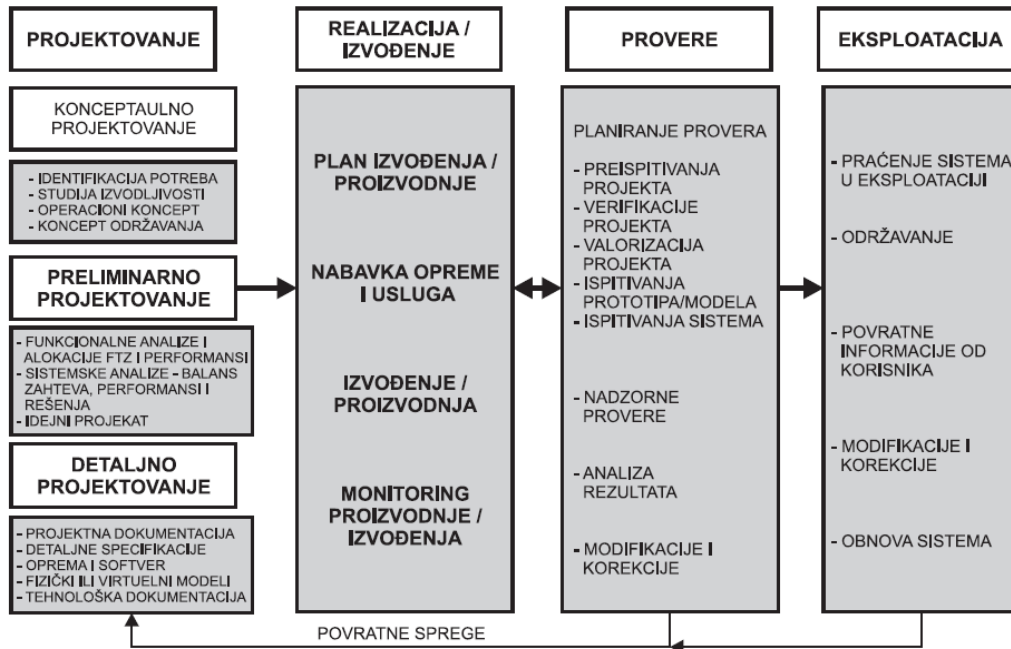
- mršavljenje usled jednostrane ishrane,
- premasna hrana,
- nepravilna ishrana (mnogo slatkiša i namirnica od bijelog brašna, kuvane i pečene hrane),
- hrana veoma bogata kalcijumom, odnosno nedostatak vitamina B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> i B<sub>6</sub>,
- alkoholizam, pušenje, ishrana preko sonde i infuzija (duže vrijeme),
- nedovoljna resorpcija magnezijuma ili pretjeran gubitak magnezijuma kod resekcije crijeva, upotrebe leksativa i bolesti crijeva sa zapaljenjima i prolivima endokrini uzroci su šećerna bolest, neke bolesti štitne žlijezde, bolesti bubrega i nadbubrežne žlijezde,
- uzimanje diuretika i nekih antibiotika,
- ekstremni sportovi, trudnoća, dojenje,
- stresne situacije.

**Naučnici su magnezijum nazvali antistresnim mineralom i balzomom za nerve i mišiće.**

## PROJEKTNA DOKUMENTACIJE ZA PROIZVODNE SISTEME

### Konfiguracija procesa

Sistematizacija tipičnih faza u okviru kojih se realizuje planirani razvoj inženjeringa discipline i sistemskog inženjeringa naziva se *konfiguracija procesa*, a obuhvata projektovanje, realizaciju, proveru i eksploataciju (Slika 33).



Slika 33. Tipični faze i elementi za realizaciju razvojnih zadataka

Projektovanje, kako je naglašeno, sastoji se od:

- konceptualnog projektovanja,
- preliminarnog projektovanja,
- detaljnog projektovanja (izrada prototipa proizvoda ili modela sistema).

Realizacija/izvođenje proizvodnje odnosno se na:

- planiranje proizvodnje (izvođenja sistema),
- nabavku komponenti (odnosno podsistema ili usluga za sistem),
- proizvodnju (odnosno realizaciju sistema),
- monitoring proizvodnje (odnosno izviđanje sistema).

Provera je integrisana u projektovanje i realizaciju, a uključuje:

- plan preispitivanja faza projektovanja, verifikacije rezultata projekta, ispitivanja prototipa odnosno modela, ispitivanja proizvoda, nadzorne provjere, itd.,
- realizaciju planiranih provjera,
- analizu rezultata.

Eksploatacija (korišćenje proizvoda ili sistema) se nastavlja na proces realizacije i odnosi se na:

- praćenje sistema u toku eksploatacije,
- održavanje sistema,

- analizu povratnih informacija od korisnika,
- inoviranje sistema.

### **Konceptualno projektovanje (koncept funkcija, karakteristika i performansi sistema)**

Konceptualno projektovanje zasniva se na marketingu i proučavanju u cilju definisanja zahtijevanih funkcija, karakteristika i performansi sistema. Definisanjem funkcija dobiće se (novi ili modifikovani postojeći) sistem koji može da ih ostvaruje, odnosno da ispunjava utvrđene potrebe i zahtjeve.

Da bi se pripremio koncept funkcija, karakteristika i performansi sistema, treba izvršiti detaljnu analizu odabranih rješenja i njihove opravdanosti. Zato je neohodno:

1. Identifikovati potrebe i zahtjeve korisnika, izdvojiti propise i standarde za funkcije, karakteristike i performanse sistema,
2. Kreirati koncept funkcija koje mogu ispuniti utvrđene potrebe i zahtjeve uporedive sa konkurencijom ili najboljom svjetskom praksom,
3. Kreirati i analizirati alternative koje će ispuniti utvrđene potrebe i zahtjeve,
4. Izdvojiti i vrednovati najpovoljnije rješenje u pogledu funkcija, performansi, efektivnosti i ekonomičnosti,
5. Izvršiti izbor preferiranog rješenja odnosno pristupa rješavanju problema.

**Priprema koncepta** sadrži grupu faktora koji se moraju razmotriti i definisati u okviru ove faze projektovanja.

#### **Definicija misije**

Predstavlja kratke i deklarativne odgovore na pitanja:

- Šta je svrha sistema?
- Čemu služi sistem, koje funkcije treba da obavlja i koje potrebe i zahtjeve treba da zadovoljava/ispunjava?
- Kako će sistem ispuniti postavljene ciljeve?

Misija sistema može biti definisana kroz jedan ili više (alternativnih) scenarija koncepta sistema odnosno njegovih funkcija koje zadovoljavaju utvrđene potrebe i zahtjeve/ciljeve.

#### **Definisanje funkcija, karakteristika i performansi**

Odnosi se na:

- Funkcije sistema određuju koje potrebe sistem zadovoljava i šta može da radi,
- Karakteristike sistema predstavljaju osobine sistema,
- Performanse sistema predstavljaju parametre koje sistem datih karakteristika može postići.

U tabeli 8 dat je primjer uporednog pregleda po jedne funkcije, karakteristike i performanse za nekoliko proizvoda/sistema.

U praksi se upotrebljavaju samo one performanse sistema koje implicitno uključuju i njegove karakteristike.

#### **Potrebe i bilansi**

Podrazumijevaju identifikaciju količine opreme, personala, očekivanu geografsku lokaciju, transport opreme i slično i preglede količina opreme, softvera, hardvera itd., i gdje je oprema locirana, kada i na koji način sistem postaje potpuno operativan.

**Tabela 8.** Primjeri definisanih funkcija, karakteristika i performansi nekih sistema

| Red broj | Sistem / Proizvod | Potreba koju treba zadovoljiti               | Funkcija sistema                | Karakteristika                         | Performansa       |
|----------|-------------------|--|---------------------------------|--|-------------------|
| 1.       | Hidroelektrana    | Snabdevanje električnom energijom            | Proizvodnja električne energije | Snaga elektrane                        | 1.000 MW          |
| 2.       | Autobus           | Kolektivni prevoz na srednje daljine         | Prevoz putnika                  | Broj sedišta                           | 80 putnika        |
| 3.       | Foto aparat       | Snimanje fotografija koje se mogu memorisati | Digitalno fotografisanje        | Rezolucija fotografije                 | 9,0 Mega Pixela   |
| 4.       | Avion             | Brzi prevoz na veće daljine                  | Letenje                         | Brzina                                 | 950 km/h          |
| 5.       | Klima uređaj      | Regulisanje temperature u prostorijama       | Grejanje i hlađenje prostorija  | Površina prostorije koju greje / hladi | 60 m <sup>2</sup> |

### **Životni ciklus**

Predstavlja vrijeme u kome će sistem biti u upotrebi/raditi. Mora se definisati ukupni obim/nivo potreba za vremenske intervale sistema.

### **Faktori efektivnosti i efikasnosti**

Osnovno pitanje koje se postavlja pred sistemom je: kako će sistem efektivno (odnos ostvarenih rezultata i planiranih ciljeva) i efikasno (odnos ostvarenih rezultata i utrošenih resursa pri radu) ispunjavati utvrđene potrebe i zahtjeve?

Kao mjere efektivnosti i efikasnosti sistema mogu biti neki od sledećih faktora sa mjerljivim indikatorima:

- Radna efektivnost - količina ostvarenog rada u odnosu na definisani obim (npr., kWh - količina proizvedene električne energije u odnosu na instalisanu snagu),
- Odnos cijena/efektivnost sistema,
- Operaciona (radna) raspoloživost sistema,
- Logistička podrška,
- Srednje vrijeme između dva održavanja
- $\lambda$  - intenzitet otkaza u radu sistema,
- Vrijeme održavanja,
- Zahtijevane vještine i obučenos operatora sistema, itd.

### **Uticaj okruženja**

Kompletni uslovi okruženja u kojima sistem treba da radi, a koji utiču na njegovu operativnost pa čak i performanse, moraju biti definisani. Podaci treba da uključe opsege vrijednosti koji pokrivaju uslove transporta, obavljanje operacija u toku procesa i uslove skladištenja, a odnose se na:

- Temperaturu,
- Vlažnost,
- Klimatske uslove,
- Strukturu prostora i nadmorsku visinu,
- Rad u posebnim uslovima,
- Seizmološke uslove tla, itd.

### **Uticaj na životni i radnu sredinu**

Uklapanje sistema u postojeću životnu sredinu mora biti tako da se utvrde i smanje rizici njegovog uticaja na prihvatljiv nivo. Takođe je neophodno utvrditi i smanjiti rizike uticaja sistema na zdravlje i bezbjednost na radu.

Faktori koji određuju nivo uticaja sistema na životnu i radnu sredinu mogu da budu:

- Uticaj rada sistema na biosferu i izmjene konfiguracije zemljišta, vodotokova i sl.,
- Nivo uticaja na organizam i čula pri radu sistema (buka, vibracije, neugodni mirisi, radioaktivnost, itd.),
- Utrošak prirodnih resursa po jedinici realizacije sistema,
- Specifikacija opasnih materija koje koristi/sadrži/odbacuje sistem,
- Stepen reciklaže elemenata sistema,
- Količina emisija, izlivanja i otpada iz (od) sistema,
- Broj povreda na radu/bolovanja zaposlenih,
- Broj ekoloških ili radnih incidenata, itd.

### **STUDIJA IZVODLJIVOSTI (*Feasibility Study*)**

Studija izvodljivosti treba da pruži uvid u opravdanost ideje budućeg sistema. Zbog toga mora, sadržati cjelovitu preliminarnu analizu postojećeg stanja, a prvenstveno sa naglaskom na:

1. Identifikaciju i definiciju operativnih potreba i zahtjeva od sistema,
2. Identifikaciju konfiguracije sistema i njegovu izvodljivost unutar sljedećih ograničenja u pogledu dostupnosti i stanja:
  - tehnologija i mogućnosti njihovog korišćenja,
  - finansijskih sredstava i uslova njihovog pribavljanja,
  - potrebnih kadrova za realizaciju i operativno vođenje sistema,
  - neophodnih sirovina, materijala, komponenti ili podsistema,
  - sposobnosti mreže potrebnih podisporučilaca,
  - političke, ekonomske i socijalne stabilnosti na području izgradnje/plasiranja sistema,
  - zakonskih i drugih ograničenja,
  - uticaj konkurencije, itd.,
3. Održivost sistema u pogledu ostvarenja balansa u njegovoj ekonomskoj, ekološkoj i socijalnoj održivosti,
4. Kalkulaciju proizvodnih/operativnih troškova rada sistema,
5. Kalkulaciju neto realizacije na bazi predviđene proizvedene, plasirane količine i cijena,
6. Ocjenu rentabilnosti simuliranjem različitih cijena, količina, plata i drugih faktora, itd.

Već sa ovakvim sadržajem studije često se moraju riješiti oprečni argumenti u pogledu tehničkih parametara, finansijskih mogućnosti i njegove ekološke ili socijalne održivosti. Kod rješavanja konfliktnih pitanja potrebno je definisati kriterijume za uspostavljanje balansa u izboru performansi sistema sa različitih aspekta (tehničke, finansijske, ekološke, socijalne i druge performanse).

*Studiju treba raditi u kontinuitetu jer su poglavlja međusobno povezana i zavisna. Korektnost razrade pojedinih poglavlja, omogućava da se tretirana ideja usmjeri u pravcu optimalnog projektnog rješenja.*

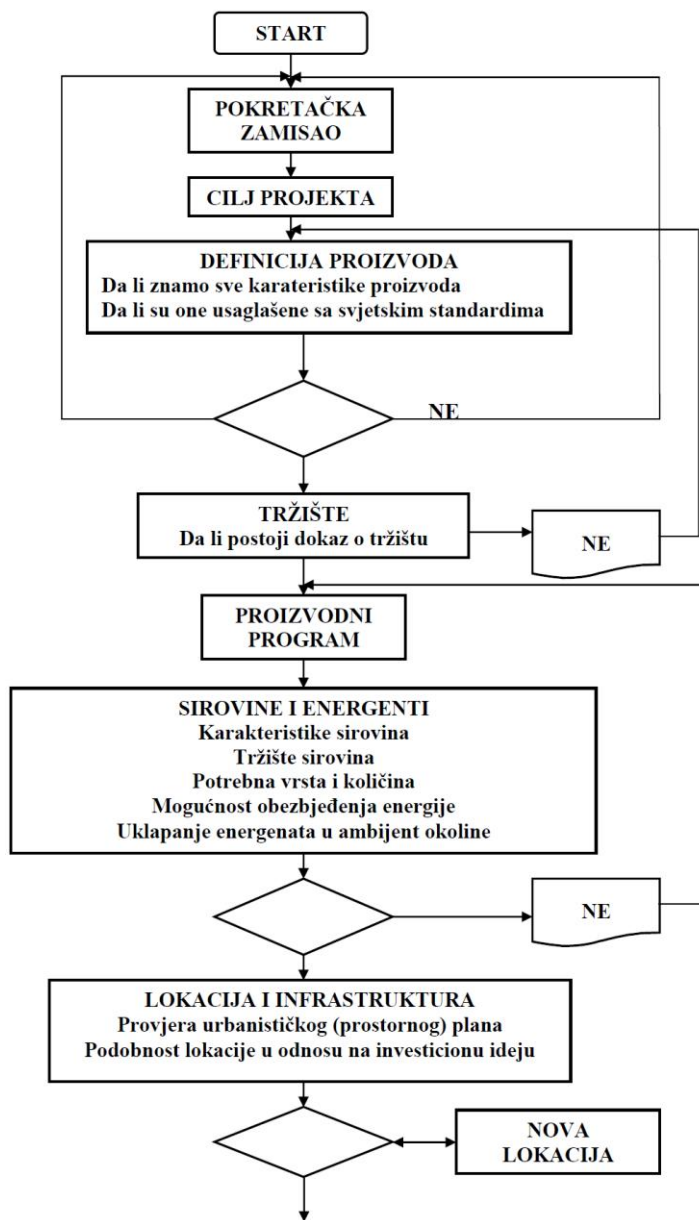
Izlaz iz studije izvodljivosti može biti prezentovan kao preporučena/preferirana konfiguracija koncepta sistema i kao projektni pristup. Takođe, izlaz može biti predlog obustavljanja rada na razvoju, odnosno osvajanju predmetnog sistema/projekta usljed nedostatka odgovarajućih

resursa (novac, tehnologije, sirovine) ili ograničenja (zakonski zahtjevi, ekološka politika, itd.).

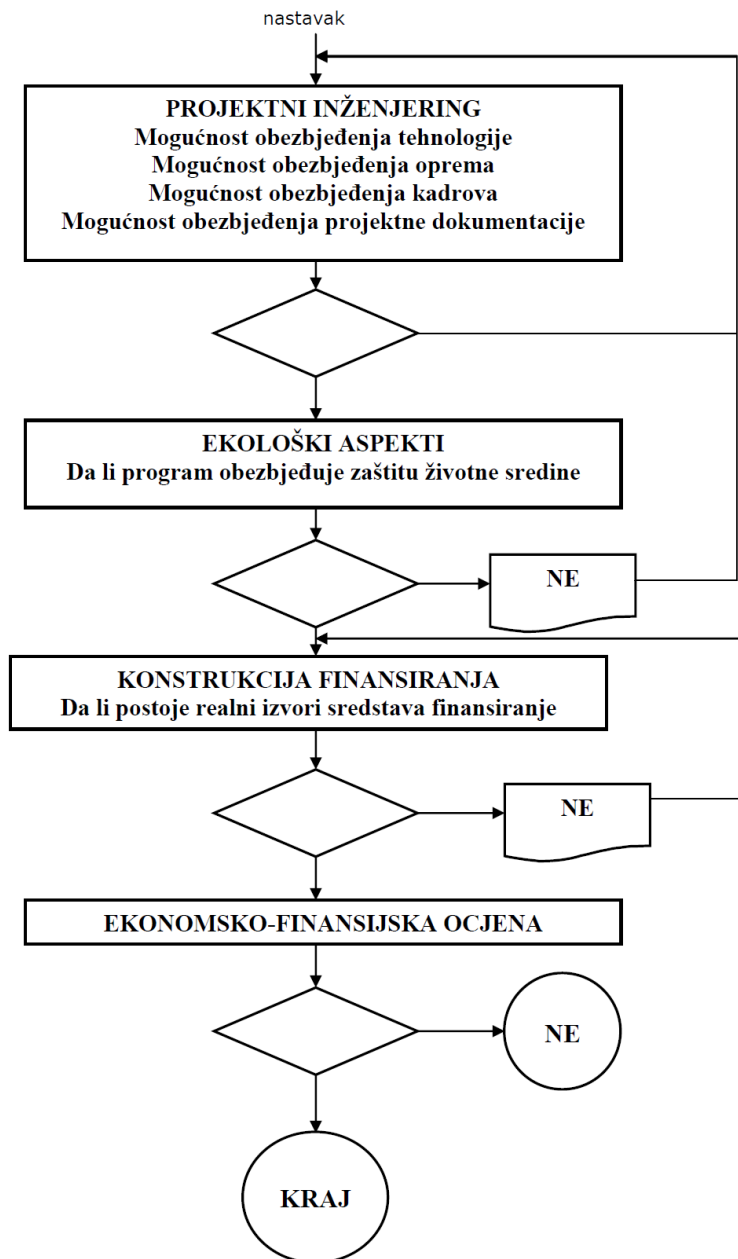
Studija je preduslov za izradu idejnog projekta i investicionog programa. Na osnovu urađene studije razvoja i njenog završnog stava, daje se projektni zadatak za izradu idejnog projekta i investicionog programa.

Neophodnost izrade studije se odnosi ne samo na izradu novog projekta, nego i na rekonstrukciju, proširenje kao i manja prilagođavanja postojeće proizvodnje. Razlika je u tome što razrada pojedinih poglavlja direktno zavisi od kategorije na koju se projekat odnosi.

Blok dijagram postupka provjere za proizvodni sistem prikazan je na slici 34.







Slika 34. Blok dijagram osnovnih aktivnosti za provjeru projektne ideje

## PROJEKTOVANJE PROIZVODNIH SISTEMA

Projektovanje proizvodnih sistema bazira se na sljedećim osnovnim elementima:

- A. **Proizvodu ili materijalu koji se proizvodi (P)**. Podrazumijeva se proizvod (dio ili sklop) ili materijal koji se izrađuje u datom pogonu, oblikovani ili obrađeni dio, polufabrikat, kupljeni dio (ili dio iz kooperacije) i gotov proizvod.
- B. **Količini (Q)**. Odnosi se na obim koliko će se proizvoditi (komada, tona, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> itd.).

Ova dva elementa predstavljaju osnovu za izradu tehnološkog projekta i imaju izvjestan prioritet

*nad drugim parametrima koji utiču direktno ili indirektno na formiranje sistema, tako da su bitne sve činjenice i informacije u vezi sa ova dva elementa.*

- C. Poslije dobijanja potrebnih podataka o proizvodu i količini potrebno je proučiti proizvodni proces, odnosno postupak izrade proizvoda-operacije i **redosljed izvođenja operacija (R)**. *Tehnološke šeme sa pratećom dokumentacijom su glavni sadržaj ovog dijela projektovanja.*
- D. Proizvodnja na može da funkcioniše bez odgovarajućih službi i radionica koje nijesu direktni učesnici proizvodnog procesa, a predstavljaju tzv. »nosiocje proizvodnje«. Tako da sljedeći element koji utiče na konačno oblikovanje proizvodnog sistema predstavljaju odjeljenja, radionice i postrojenja za **opsluživanje proizvodnje i obezbjeđenje uslova rada (S)**. Ove radionice, odjeljenja i prostorije često zauzimaju veću površinu od proizvodnih odjeljenja i zato je potrebno da im se posveti odgovarajuća pažnja. *Definisani djelovi proizvodnog sistema su osnova za koncepciju prostora i njegovog rasporeda.*
- E. Konačno rješenje zahtijeva **vremensko (T)** povezivanje prethodna četiri elementa. Vrijeme je jedan od primarnih elemenata za uravnoteženje operacija, opreme i ljudskog potencijala i ono omogućava sinhronizaciju rada svih učesnika procesa proizvodnje. Vrijeme operacija i procesa određuje potreban broj mašina (direktno utiče na zahtjeve u prostoru), broj radnika, dužinu proizvodnog ciklus, popunjavanje zaliha, itd. *Vremenski parametri su osnova za potrebne bilanse opreme, radne snage, prostora, ...*

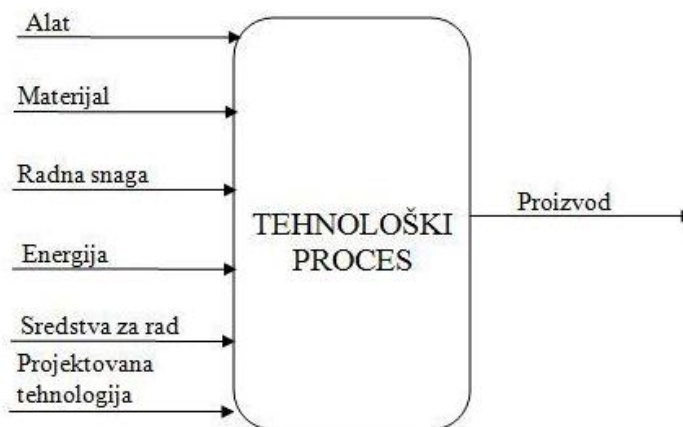
Navedenih pet elemenata (**P, Q, R, S i T**) nazivaju se azbukom projekatana. Elementi **P i Q**, kao polazni podaci za projektovanje, predstavljaju posebne cjeline, a ostala elementi su tako povezani da se moraju prilagođavati specifičnostima svakog sistema, odnosno usvojenog koncepta za pripremu projektne dokumentacije. Naime, svaki proizvodni sistem ima zadatak da realizacije određeni **tehnološki proces**, pa zahtjeve tehnološkog procesa treba prevesti na:

- opremu koja omogućava realizaciju savremenog tehnološkog procesa,
- energiju koja pokreće opremu kod izvršavanja operacija,
- upravljanje i regulaciju, kako bi se ispunile upravljačke i regulacione funkcije u pojedinim tehnološkim funkcionalnim cjelinama,
- zaštitu, koja u slučaju nastupa kvara u bilo kojem dijelu strukture industrijskog postrojenja, osigurava odgovarajuću brzu intervenciju tehnike i/ili pogonskog osoblja, kako bi se spriječile neželjene posljedice i nekontrolisano ponašanje postrojenja,
- vizualizaciju i signalizaciju, kako bi pogonsko osoblje moglo što aktivnije i stručnije učestvovati u tehnološkom procesa i tako osigurati pogon od pojava koje mogu ugroziti ljude, okolinu, tehnološki proces, materijalna dobra ili dovesti do značajnih gubitaka u proizvodnji.

### Tehnološki proces

Tehnološki proces je niz određenih postupaka po kojima se predmet (materijal) prihvata, obrađuje, spaja ili razdvaja (fizički i/ili hemijski), oplemenjuje, kontroliše (u onim dijelovima postupka koji zahtijevaju kontrolna mjerenja zbog postizanja zahtijevanog kvaliteta), štiti, pakuje i konačno skladišti.

Dakle, tehnološki proces se odvija po receptu prema kojem se od sirovina, energije i pomoćnih materijala, u industrijskom postrojenju, stvara novi proizvod ili se oplemenjuje postojeći da bi postigale nove funkcije, oblik (dizajn) i kvalitet (Slika 35).



Slika 35. Opšta šema elementa tehnološkog procesa

Premda struktura procesa suštinski zavisi od kompleksnih faktora tehnologije, proizvoda i sistema upravljanja, u polaznom razmatranju svaki tehnološki proces se analizira u odnosu na:

- tokove materijala i pripadajuću **tehnološku (primarnu)** opremu,
- tokove energije i pripadajuću **energetsku (sekundarnu)** opremu,
- tokove informacija (za upravljanje, regulaciju, zaštitu, signalizacije, vizualizacije i sl.) i pripadajuću **informacionu (tercijarnu)** opremu.

To znači da prema zahtjevima tehnološkog procesa s obzirom na opremu i procesne tokove, strukturu industrijskog postrojenja čine:

- primarna-tehnološka, sekundarna-energetska i tercijarna-informaciona oprema,
- tokovi materijala, tokovi energije i tokovi informacija.

#### Tokovi materijala, primarna tehnološka oprema

Industrijsko postrojenje obrađuje i/ili prerađuje sirovine i/ili poluproizvode u proizvod po tehnološki jasno utvrđenim postupcima. Tokove sirovina i/ili poluproizvoda od ulaza u postrojenje do skladištenja gotovog proizvoda nazivamo **tokovi materijala**.

Ovi tokovi se ostvaruju uz pomoć **primarne tehnološke opreme**. Po pravilu radi se o opremi za prihvatanje, transport i obradu materijala kao osnovnim operacijama tehnološkog procesa proizvodnje.

#### Tokovi energije, sekundarna (energetska) tehnološka oprema

Za obradu ili preradu materijala (sirovina, poluproizvoda) potrebna je energija (toplotna, mehanička, električna, hemijska). Sve aktivnosti u tehnološkom procesu koje ostvaruje primarna tehnološka oprema ostvaruju se pomoću energije (najčešće električne pretvorene u mehaničku ili toplotnu). Tokovi materijala su, praktično, nemogući bez **tokova energije**.

Jedan od osnovnih zadataka projektovanja proizvodnih sistema je određivanje pravog udjela energetske tokova u odvijanju tehnološkog procesa, bilo da se radi o obradi/preradi ili transportu materijala. Opremu, kojom se obezbjeđuje potrebna energija, nazivamo **sekundarna (energetska) tehnološka oprema**. Najčešće se radi o elektromotornim pogonima za transport, mehaničku obradu, opremi za termičku obradu, itd.

Od dinamike tokova energije zavisi kvaliteta odvijanja tokova materijala. Time je velikim dijelom određen i kvalitet tehnološkog procesa kao cjeline. Dinamika tokova energije zahtijeva upravljanje usklađeno sa zahtjevima vođenja tehnološkog procesa.

### Tokovi informacija, tercijarna (informaciona) tehnološka oprema

Upravljanje procesima zahtijeva ciljano postavljene **tokove informacija**, a direktno ga realizuje čovjek ili procesna automatika. Većina procesa se ostvaruje kombinovanjem oba ova načina.

*Što sve čini tokove informacija?* Svi oni tokovi, koji na bilo koji način informišu o trenutnom i trajnom stanju procesa i opreme, a zasnivaju se na informacijama za upravljanje, regulaciju, signalizaciju, vizualizaciju stanja, zaštitu opreme i tehnološkog procesa.

Tokove informacija dijelimo u dvije osnovne grupe: **aktivne** i **pasivne**. Aktivnim se smatraju one koji upravljaju i regulišu odvijanje tehnološkog procesa, dok se u grupu pasivnih svrstavaju sve zaštitne i signalizacione funkcije. To, zapravo, znači da *pasivne* prate odvijanje tokova materijala, energije i informacija, ali tako da se, u trenutku koji predstavlja opasnost za opremu i/ili tehnološki proces, pretvaraju u nadređene, aktivne tokove zaštite i signalizacije.

Tokovi informacija se ostvaruju sa opremom odgovarajućih svojstava. Ovu opremu, u odnosu na primarnu i sekundarnu, nazivamo **tercijarna (informaciona) tehnološka oprema**.

### Tehnološke (procesne) šeme

Za šematsko prikazivanje tokova industrijskih (tehnoloških) procesa najčešće se koriste dijagrami procesnih koraka s njihovim međusobnim interakcijama, koji se nazivaju **tehnološke (procesne) šeme**. Kada se procesna šema u potpunosti definiše može se primijeniti simulacija procesa, koja pruža uvid u funkcionisanje procesa prije njegove konačne realizacije. Simulacioni model procesa omogućava predviđanje niza procesno važnih parametara, kao što su: protok, sastav, temperatura, pritisak itd., što znači utvrđivanja potreba za sirovinama, utrošenom energijom, kapacitetom procesne opreme i sl.

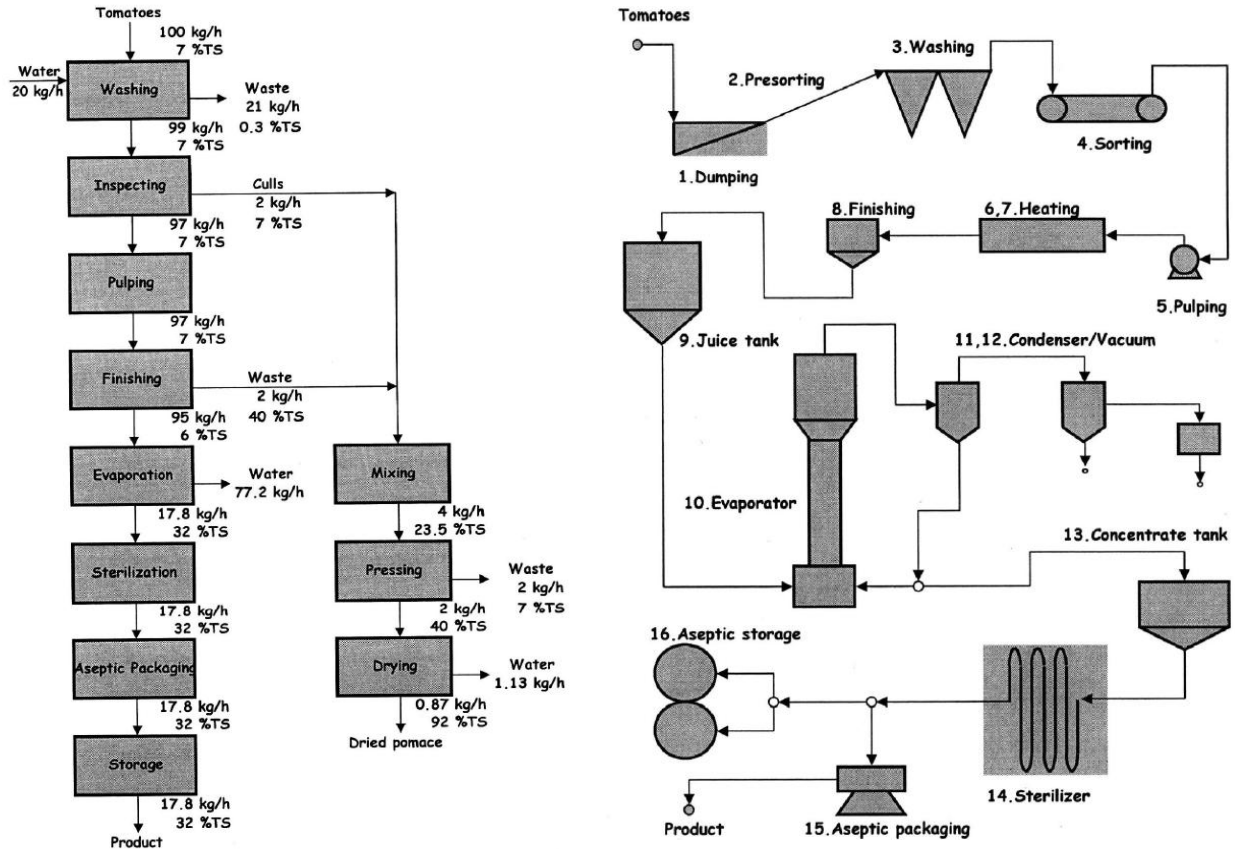
Tehnološke šeme prikazuju konfiguraciju i funkciju procesnih postrojenja, i čine sastavni dio tehničko-tehnološke dokumentacije (knjige projekata). Neophodna su podloga za planiranje i izradu svih djelova tehničke dokumentacije, ali i faza koje slijede: izgradnja postrojenja, vođenje tehnološkog procesa, tehnički pregled, rad i održavanje postrojenja i sl.

U normi **ISO 10628** opisuju se tri vrste šema koje prikazuju podataka o konfiguraciji i funkciji procesnog postrojenja, kao sastavnog dijela tehničko-tehnološke dokumentacije, i to:

- Načelne (blok) šeme (BFD)
- Šeme toka procesa (PFD)
- Šeme cjevovoda i instrumenata (P&ID)

**Načelna (blok) šema** daje sliku procesa ili postrojenja pomoću pravougaonika povezanih linijama toka procesa (Slika 36). U pravougaonike su uneseni odgovarajući natpisi koji se odnose na proces, procesni korak, jediničnu operaciju, procesno postrojenje, dijelove postrojenja, opremu ili grupu procesnih postrojenja. Linije mogu prikazivati tokove materijala, energije ili energenata. Načelna (blokovska) šema treba da sadrži:

- naziv pravougaonika (jediničnih operacija),
- naziv ulaznih/izlaznih materijala i energije,
- smjer glavnih tokova procesa između pravougaonika,
- karakteristične radne uslove.



Slika 36. Blok šema i šema toka procesa na primjeru prerade paradajza

**Šema toka procesa** prikazuje procese i industrijska postrojenja pomoću određenih grafičkih simbola međusobno povezanih linijama toka (Slika 36). Grafički simboli (crteži) prikazuju procesnu opremu (Slika 37), a linije toka povezuju grafičke znakove i prikazuju smjer kretanja materijala i energije u procesu, tako da pružaju pregled:

- vrste opreme potrebne za funkcionisanje procesa (osim pogonskih postrojenja),
- referentnih oznaka za opremu (osim za pogonska postrojenja),
- pravca i smjera ulaza/izlaza materijala i energije,
- naziva tokova ulaznih i izlaznih materija,
- naziva tokova energije ili energenata,
- karakterističnih radnih uslova.

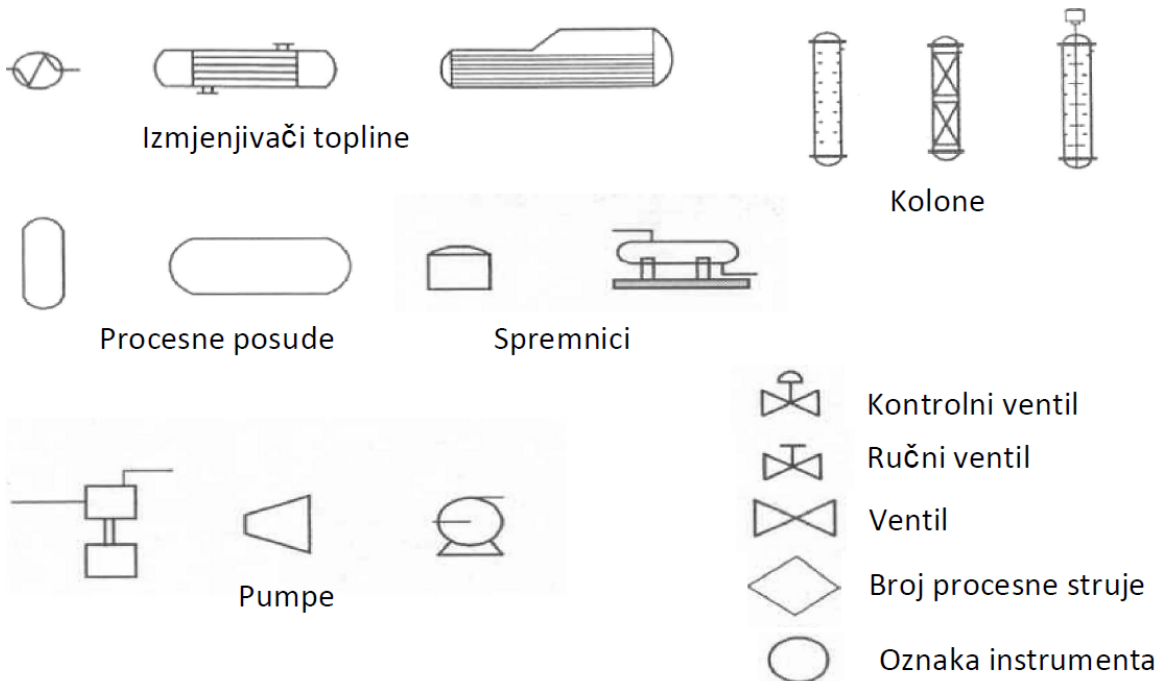
Informacije koje sadrži PFD bitne za tok procesa se odnose na:

- broj procesne struje,
- temperaturu,
- pritisak,
- ukupni maseni/zapremnski protok,
- ukupni molarni protok,
- protok svake (pojedinačne) komponente;

ali se na šemi mogu prikazati i:

- nazivi tokova procesnih fluida između pojedinih procesnih koraka,
- protoci ili količine energije ili energenata,
- važniji ventili u procesno logičnim funkcijama,
- funkcionalni zahtjevi za procesno mjerenje i upravljanje na bitnim mjestima,

- nazivi opreme i karakteristični podaci za opremu koji se prikazuju na posebnim crtežima ili listama;
- nazivi pogonskih postrojenja i karakteristični podaci o pogonskim uređajima koji se prikazuju na posebnim crtežima ili listama,
- visina (nivo) platformi i približni prostorni položaj opreme.



Slika 37. Primjeri simobola (crteža) za prikazivanje šema toka procesa

**Šema cjevovoda i instrumenata (P&ID)** zasniva se na šemi toka procesa, a prikazuje tehničko ostvarenje procesa pomoću grafičkih znakova za opremu i cjevovode, zajedno sa grafičkim znakovima za funkcije mjerenja i upravljanja procesom (Slika 38).

Poseban tip šeme cjevovoda i instrumenata je **šema toka pomoćnih instalacija**. Predstavlja šematski prikaz sistema pomoćnih instalacija u procesnom postrojenju za linije i druga sredstva potrebna za prenos, podjelu i sakupljanje pomoćnih fluida. U takvoj šemi procesna oprema se može prikazati kao kvadrat s natpisima i priključcima pomoćnih instalacija, ali se mogu koristiti i drugi načini (npr. 3D prikaz, slika 39)

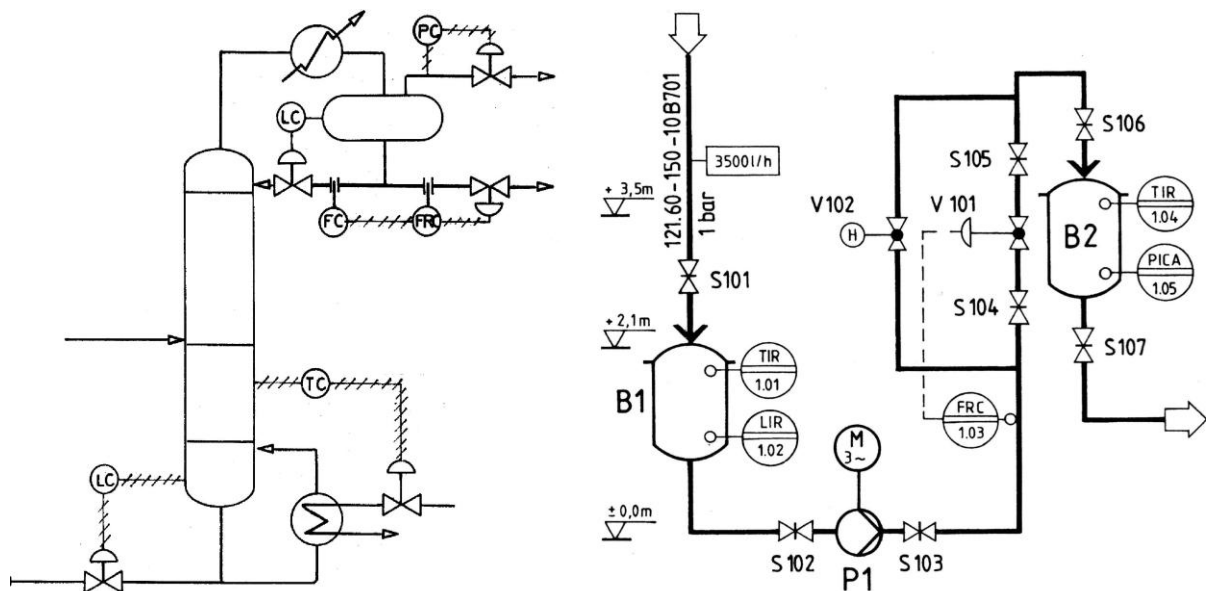
“P&ID “služi da konstruktori i građevinari/arhitekta projektuju procesnu opremu i objekte za smještaj i dispoziciju opreme. Elektro inženjeri će specificirati opremu i instrumente za kontrolu. Mašinski inženjeri će razviti projekat cjevovoda i **layout** postrojenja. Prilikom izrade šeme cjevovoda i instrumenata moraju se upotrebljavati normirani grafički znakovi u skladu s normom **ISO 10628** (pomoćni sistemi se mogu prikazivati pravougaonicima sa upućivanjem na posebne šeme za mjerenja i upravljanja tehnološkim procesom prikazane u skladu s normama: ISO 3511-1, ISO 3511-2 i ISO 3511-4).

Dodatni dijagrami (pomoćne šeme) i crteži odnose se na:

- Procesne šeme pomoćnih struja (voda, para, vazdula i sl.)
- Skice procesnih posuda,
- Skice lokacija i situacije,

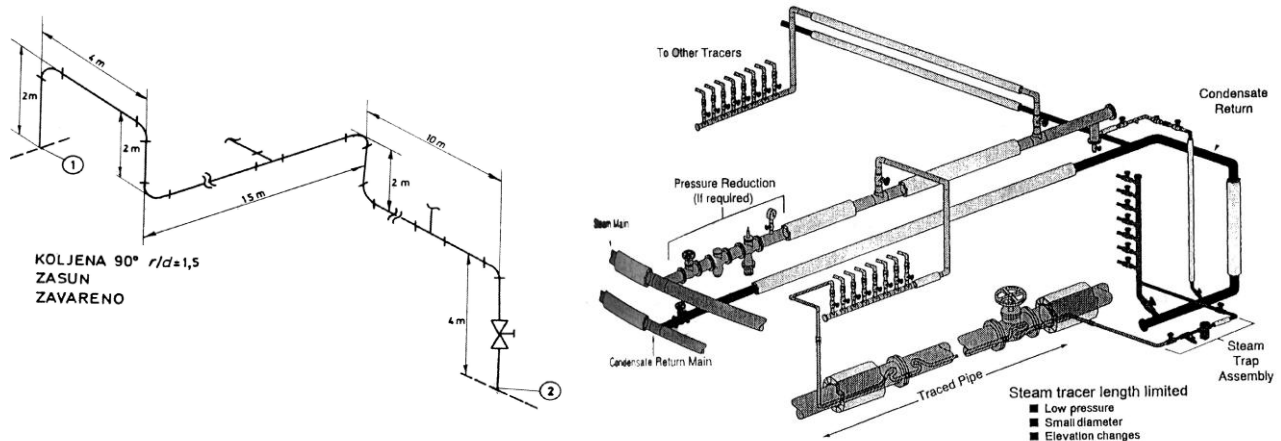
- Dispozicione skice – raspored opreme u prostoru
- Presjeke postrojenja,
- Izometrije cjevovoda – izometrijske šeme,
- Modele postrojenja (3D modeli).

Primjeri su prikazani na slikama 39 i 40. Slika 39 prikazuje izometriju cjevovoda sa mjerama za visinu podizanja i dužinu cjevovoda, položajam prelaza-koljena, uglovima i odnosom radijusa savijanja i prečnika cjevovoda. Drugi dio slike sadrži 3D prikaz cjevovoda sa elementima regulacije, priključcima i razvodima.

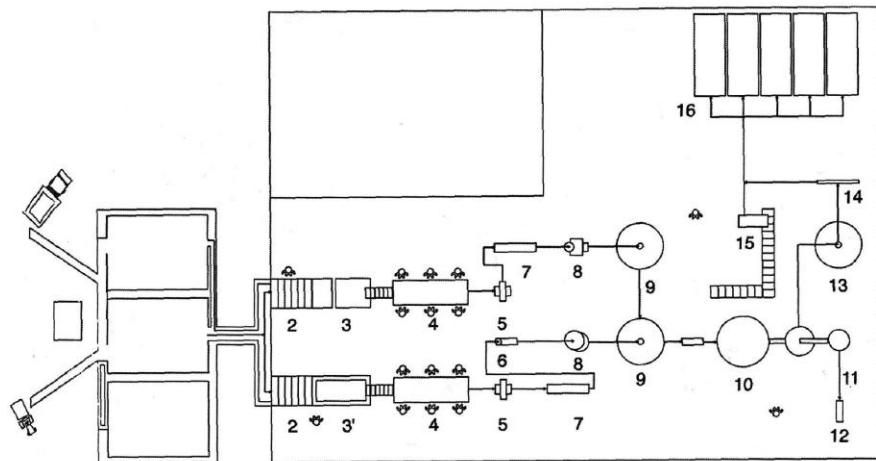


FC (FRC) – Instrument za regulisanje protoka;  
 PC (PRC) – Instrument za regulisanje pritiska  
 TC (TRC) – Instrument za regulisanje temperature;  
 LC – Instrument za regulisanje nivoa tečnosti;  
 HPA – Alarm za visoki pritisak

Slika 38. Šema cjevovoda i instrumenata

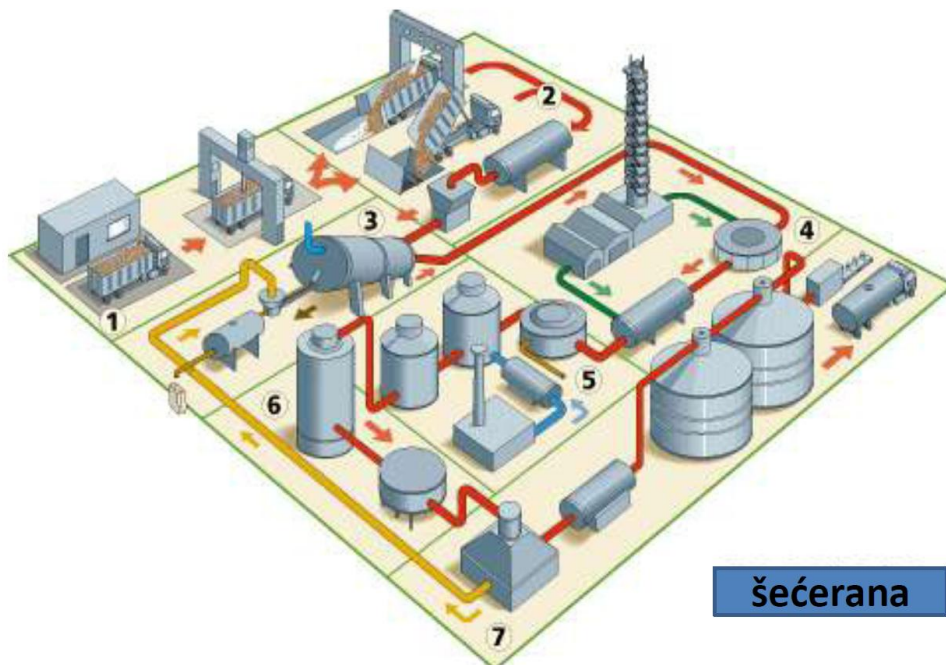


Slika 39. Izometrija i 3D šema cjevovoda



1

Layout



šećerana

3D prikaz procesa proizvodnje šećera



3D prikaz prve operacija u proizvodnji šećera (prijem i uzorkovanje repe)

Slika 40. Layout i 3D prikaz fabričkog postrojenja

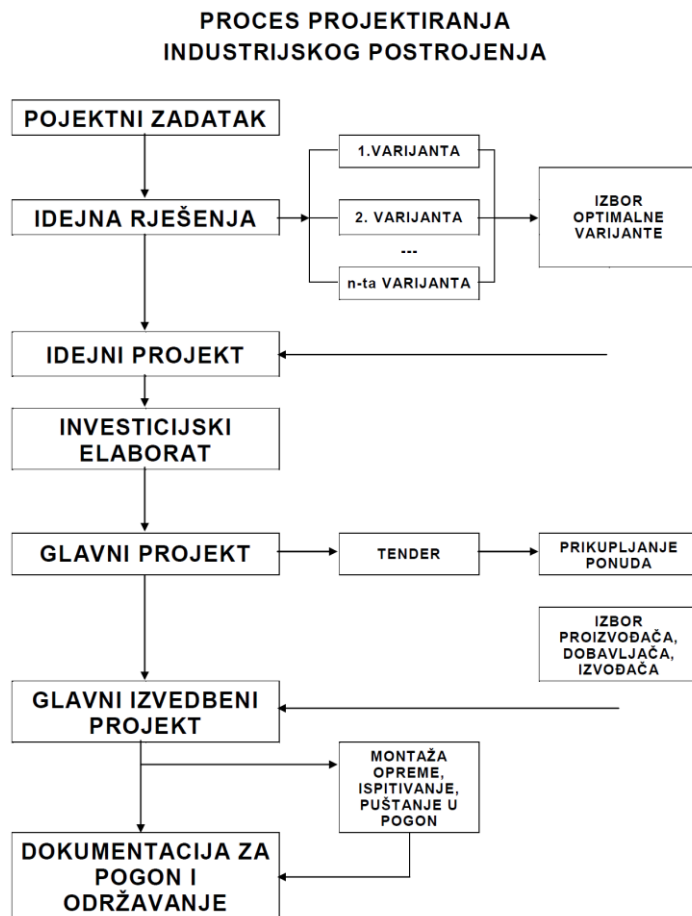


Zaključno, šema tehnološkog procesa je podesan „alat“ za:

- Razumijevanje samog procesa i procjenu procesnih uslova,
- Analize sa procjenom ulaganja, proizvodnih troškova i profitabilnosti procesa,
- Komunikaciju između inženjera različitih disciplina,
- „Čitanje“ nacrtu opreme i objekata,
- Simulaciju procesa.

### Postupak izrade i realizacije projekte dokumentacije

Cjelina projektovanja i postupak povezan sa realizacijom projekta prikazan je pomoću šeme sa slike 41.



### KOMPONENTE DOKUMENTACIJE

Komponente tehničkog dijela projekta proizilaze iz strukture postrojenja, a to su po pravilu:

- Tehnološki
- Građevinski
- Mašinski
- Hidraulički
- Pneumatski
- Energetski
- Elektrotehnički
- Ostali projekti (prema procesu)

### VREMENSKO KODIRANJE

Planiranje termina i trajanja pojedinih faza zasniva se na primjeni metoda:

- Mrežni dijagram
- Analiza trenda
- Dijagram trajanja,

i korišćenju

- Programske podrške.

Slika 41. Prikaz faza izrade dokumentacije, komponenti i metoda vremenskog kodiranja

### CAD baza podataka za izrada dokumentacije

Korišćenje računara i programa (alata) je dominantno u svim fazama projekta. Savremeno projektovanje tako obezbeđuje automatizovanu izradu dokumentacije korišćenjem računara. Specifični programski paketi zasnovani na CAD bazi su integralni dio pomoću kojeg se dokumentacija radi jednostavno i uniformno.

**Termini i skraćenice za CAD bazu su:**

**CAD** (COMPUTER AIDED DESIGN) – Projektovanje (konstruisanje) pomoću računara (primjena računara u svim fazama projektovanja i konstruisanja,

**CADD** (COMPUTER AIDED DESIGN AND DOCUMENTATION) – Izrada tehničke dokumentacije pomoću računara,

**CAE** (COMPUTER AIDED ENGINEERING) – Primjena računara u svim inženjerskim aktivnostima pri razvoju proizvoda,

**CAM** (COMPUTER AIDED MANUFACTURING) – Primjena računara u proizvodnji,

**CAP** (COMPUTER AIDED PLANNING) – Planiranje proizvodnje pomoću računara,

**CAQ** (COMPUTER AIDED QUALITY ASSURANCE) – Primjena računara u planiranju i obezbjeđenju kvaliteta,

**CAMRP** (COMPUTER AIDED MATERIAL REQUIREMENTS PLANUNG) – Upravljanje materijalima (sirovine, poluproizvodi, proizvodi) pomoću računara

**CIM** (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING) – Planiranje, nadzor i upravljanje u svim fazama projektovanja i izrade proizvoda pomoću računara (integracija CAD, CAM, CAP, CAQ, CAMRP tehnologije).

### Primjer: CADWorx Plant Professional

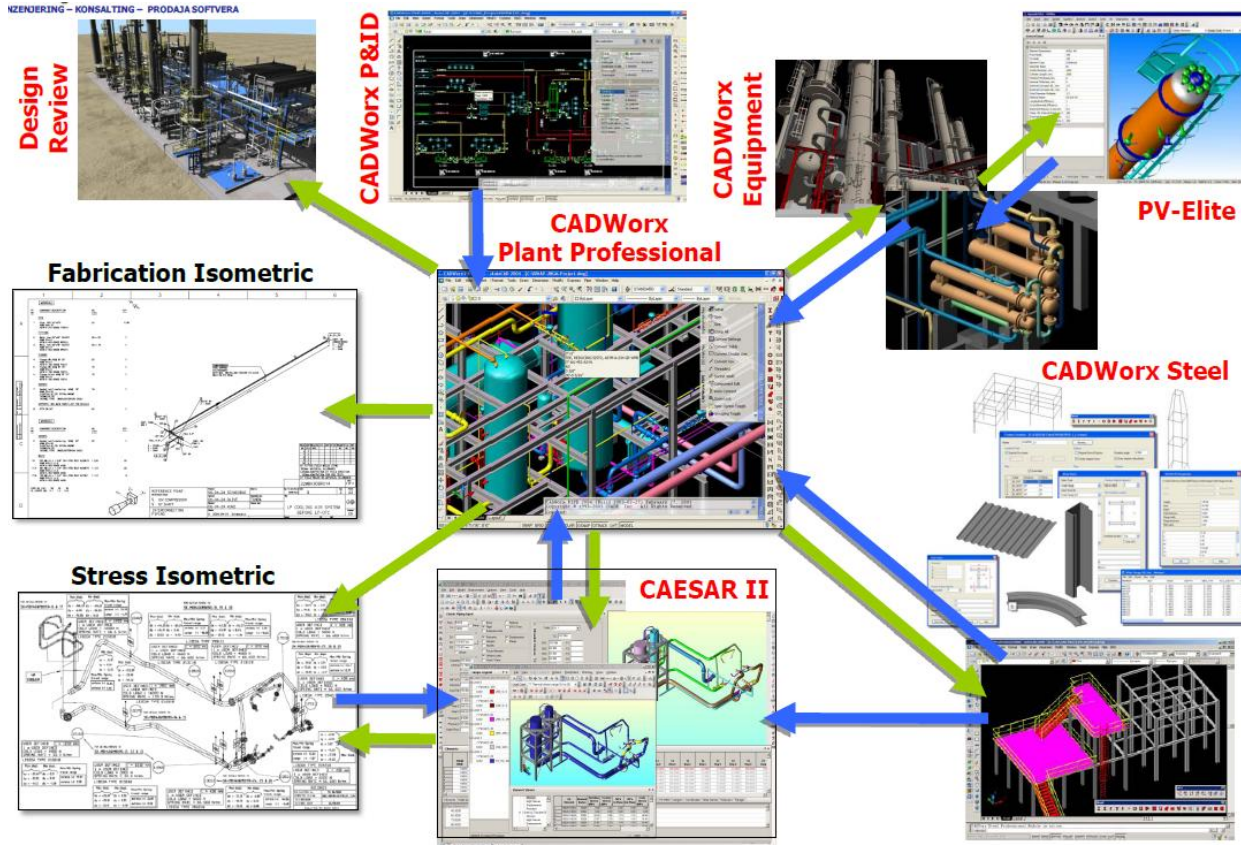


**CADWorx Plant Professional** predstavlja kompletno rješenje za efikasno projektovanje postrojenja zasnovano na AutoCAD softveru. Ovaj softver se masovno koristi za precizno i efikasno projektovanje zbog jednostavnosti i efikasnosti. Svi alati dostupni u CADWorx-u dozvoljavaju intuitivno modeliranje, što korisniku pruža kompletne i brze modele postrojenja.

CADWorx Plant ima dvosmjernu vezu sa Intergraph-ovim softverima CAESAR II (najrasprostranjeniji softver za proračun cjevovoda u svijetu) i PV Elite (softver za mehanički proračun posuda pod pritiskom i razmjenjivača toplote).

Jedinstvena integracija sa softverima P&ID, PV Elite i CAESAR II omogućila je da CADWorx Plant Professional postane prihvatljiv softver za projektovanje postrojenja na platformi AutoCAD-a, i to:

- 3D projektovanje cjevovoda
- Projektovanje opreme i nosećih konstrukcija
- Projektovanje kanala i nosača kablova
- Provjera sudaranja
- ISOGEN izometrije
- Veza u realnom vremenu sa bazama podataka
- Sinhronizacija P&ID i 3D modela
- CADWorx Design Review uključen u Professional verziju softvera
- CADWorx P&ID Standard uključen u Professional verziju softvera



Tehnička dokumentacija treba da prati faze u realizaciji proizvodnih sistema. U dokumentaciji se obrađuje pristup pri izgradnji industrijskog postrojenja, i zato je za inženjere **veoma važno da uvijek traže i pripremaju pisane materijale tehničkih dokumenata** u svim fazama: projektovanja – izgradnje – eksploatacije – održavanja i remonta – modernizacije. Dokumentacija je nezaobilazan **sastavni i završni dio** svih inženjerskih poslova.

Tehnička dokumentacija se u odnosu na sadržaj dijali na:

- Tekstualnu
- Grafičku (crteže).

**Tekstualna dokumentacija** se odnosi (primjenjuje) za:

- tehnički opis,
- tehno-ekonomsko obrazloženje,
- obavezni proračun,
- popis (specifikaciju) opreme,
- pregled troškova,
- uputstvo za rukovanje
- uputstvo za ispitivanje i podešavanje postrojenja,
- uputstva za ostale potrebe
  - o montažu,
  - o komunikacione mreže (ispisi programa), itd.

**Tehnički opis** je globalni opis i slika tokova povezanih sa industrijskim postrojenjem. Konkretno, to može biti dokumentacija koja sadrži opis uloge postrojenja u tehnološkom procesu, njegovih osnovnih karakteristika i osnovnih pojava povezanih sa postrojenjem.

**Tehno-ekonomsko obrazloženje** sadrži ekonomske potrebe realizacije sa obrazloženjem rješenja na osnovu proračunatih ekonomskih pokazatelja (troškovi, prihod, profit i to za jednu godinu ili neki drugi interval).

**Obavezni proračun** se odnosi na prikaz metodologije i rezultata za razmatrani parametar (postrojenje) na osnovu kojih se vrši selekcija (ocjena). Npr. za jedno energetska postrojenje potreban proračun se odnosi na: kratki spoj, padove napona, energetski bilans, zaštitu, uzemljenje, ...

**Popis (lista materijala)** se priprema po izdvojenim cjelinama i prikazuje u posebnom formularu prema:

- abecednom redu oznake elemenata u dokumentaciji,
- položaju u dokumentaciji (nacrtu),
- narudžbenim podacima (ili osnovnim podacima u idejnom projektu),
- tipu,
- namjeni,
- mjesto ugradnje, ...

**Zbirna lista materijala** priprema sa radi uvida u ukupnu količinu materijala koji se naručuje, a sadrži:

- narudžbene podatke,
- oznake,
- broj komada,
- komentare (npr. naručeno/isporučeno)

**Pregled troškova** odnosi se na popis opreme, cijena i troškova opreme, materija, radne snage, ostalih troškova. Pregled troškova je osnova za ugovaranje.

**Uputstva za rukovanje** namijenjena su osoblju koje realizuje određeni proces. Pišu se prilagođeno nivou stručnosti za svako radno mjesto, a obavezno sadrže: dijelove, princip rada, pripremu, pokretanje, upravljanje i zaštitu postrojenja.

**Uputstva za ispitivanje i podešavanje** pišu se prilagođeno nivo stručnosti osoblja kome su namijenjeni. Veoma je važno da bude razumljiva. Okvirno sadrže:

- radne zahtjeve (karakteristike i važnije parametre),
- fizičku sliku (postrojenja, uređaja),
- ispitivanje i podešavanje elemenata,
- ispitivanje i podešavanje zaštite,
- ispitivanje i podešavanje kod puštanje u pogon djelova i cjeline,
- praćenje dinamike, dinamička zbivanja u sklopovima i cijelom postrojenju.

**Uputstva za sklapanje (montažu)** sadrže način sklapanja i korišćenja radioničkih nacрта.

**Crteži** (grafički dio dokumentacije) tipično se odnosi na:

- *Šeme*:
  - funkcionalne blok šeme, strujne šeme, logičke šeme,
  - priključne šeme, šeme vezivanja, plan vodova (polaganja vodova i kablova);
- *Pregledni i dispozicioni crteži* (pregledni nacrti, dispozicioni nacrti, građevinski crteži);
- *Montažni (sklopni) crteži* (radionički nacrti).

Dobro pripremljena tehnička dokumentacija mora biti sistematična, jasna i jednostavna.

Cjelovita i kvalitetna tehnička dokumentacija nije jednoznačno propisana s obzirom na obim, vrstu i način izrade. Svako preduzeće ima svoj oblik prikazivanja. Zaštićena tehnička rješenja, kao što su *patenti*, su dokumentacija koja se priprema po posebnoj metodologiji.

### VJEŽBA 4. PRIMJERI PRIPREME TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

#### UPUTSTVO ZA UPOTREBU

##### IZGLED VAGE



##### OSNOVNI OPIS

Vaga® iz serije BA-150 je uglađena stilizovana jedinica koja nudi precizno mjerenje i veću funkcionalnost od tradicionalnih kućnih vaga. Sadrži najnoviju tehnologiju, poput aluminijumskog okvira u dizajniranoj cjelini, LCD displeja sa mnogim funkcijama i malom potrošnjom energije, 4 visoko precizna senzora koji pružaju izvanredno precizna mjerenja težine u Vašem domu. Zavisno od modela, ove kućne vage mogu mjeriti težinu do desetine kilograma ili funti.

Vaga bilježi čak i najmanji porast ili pad težine osobe, za razliku od uobičajenih vaga za mjerenje koje nijesu toliko osjetljive. Zato je ova Vaga® idealan izbor za sve osobe koje traže jednostavnu upotrebu i preciznu vagu za mjerenje.

##### Tehnički podaci

- Uključivanje vibracijom: uključite vagu vibracijom, na displeju se automatski pojavljuje "0".
- Automatsko isključivanje: vaga se automatski isključuje ako 6 sekundi nema nikakve aktivnosti.
- Izvor energije: jedna baterija od 9V
- Radna temperatura: - 10 °C ÷ +40 °C
- Raspon merenja težine: 2 kg ÷ 150 kg
- Funkcija preračunavanja mjernih jedinica: kg/lb (preračun iz kg u lb ili lb u kg)
- Prikaz istrošenosti baterije: LO
- Prikaz preopterećenja: Err
- Gradacija: 100g.

## UPOTREBA

- Ukloniti poklopac odeljka za bateriju koji se nalazi na donjoj strani vage. Staviti jednu novu bateriju sa pozitivnim (+) i negativnim (-) polovima pravilno okrenutim prema odgovarajućim simbolima u odeljku za bateriju.
- Za precizno mjerenje postaviti vagu na čvrstu ravnu površinu (pod).
- Rukom ili nožnim prstom lagano dodirnuti ploču za vaganje. Vaga će se automatski uključiti: na displeju će se prvo pojaviti pokretna "8", a zatim će se pojaviti "0.0", što označava da je vaga spremna za upotrebu.
- Za najveću preciznost, na vagu stanite lagano, opustite tijelo i stojte mirno dok se na displeju ne prikaže postojano očitavanje.
- Kako bi se uštedjelo na bateriji, vaga će se automatski ugasi nakon što displej ostane vidljiv otprilike 6 sekundi.

## Tačke od posebne važnosti



- Lagano stanite na vagu nakon što se na displeju pojavi "0.0". Vaga će se automatski ugasi 6 sekundi nakon što se na displeju prikaže "0.0".
- Uklonite bateriju iz vage ukoliko je ne namjeravate koristiti duže vrijeme.
- Vagu čistite mekom krpom navlaženom vodom ili blagim deterdžentom. Nikada ne koristite benzin, vruću vodu ili druge jake hemikalije za čišćenje.
- Izbjegavajte izlaganje vage ekstremnim temperaturama, vlazi, direktnoj sunčevoj svjetlosti i prašini.
- Kada se na displeju prikaže simbol "LO" zamijenite bateriju.
- Ne tresite, udarajte, bacajte ili pokušavajte otvoriti vagu i podešavati njen mehanizam ili strujne krugove.
- Naša vaga je namenjena isključivo za mjerenje telesne težine i nije za poslovno korištenje.

**UPOZORENJE: Voda na nogama ili staklenoj površini može dovesti do klizanja!**

## SPECIFIKACIJA RADOVA - PRIPREMA TENDERA (PREDMJER I PREDRAČUN)

| Red.br      | Opis radova                                       | Jedinica<br>mere | Količina | Jedinična<br>cijena | Ukupno |
|-------------|---|------------------|----------|---------------------|--------|
|             | ARHITEKTONSKI RADOVI                              |                  |          |                     |        |
| A.1.        | Zidarski radovi                                   |                  |          |                     |        |
| A.2.        | Pregradni gipsani zidovi i spuštene plafoni       |                  |          |                     |        |
| A.3.        | Hidroizolaterski radovi                           |                  |          |                     |        |
| A.4.        | Termoizolaterski radovi                           |                  |          |                     |        |
| A.5.        | Tesarski i krovopokrivački radovi                 |                  |          |                     |        |
| A.6.        | Stolarski radovi                                  |                  |          |                     |        |
| A.7.        | Bravarski radovi                                  |                  |          |                     |        |
| <b>A.8.</b> | <b>Bravarski radovi - Aluminijumska bravarija</b> |                  |          |                     |        |
| A.9.        | Limarski radovi                                   |                  |          |                     |        |
| A.10.       | Podopolagački radovi                              |                  |          |                     |        |
| A.11.       | Keramičarski radovi                               |                  |          |                     |        |
| A.12.       | Kamenorezački radovi                              |                  |          |                     |        |
| A.13.       | Fasaderski radovi                                 |                  |          |                     |        |
| A.14.       | Molersko - farbarski radovi                       |                  |          |                     |        |
| A.15.       | Ostali radovi                                     |                  |          |                     |        |
| A.16.       | Izrada projekta izvedenog objekta                 |                  |          |                     |        |

## UPUTSTVO ZA IZVOĐENJE RADOVA - PRIPREMA TENDERA (PREDMJER I PREDRAČUN)

| OPIS  | Jed. mje.  | Količ. | Jed. cij. | Ukup. |
|---|--|--------|-----------|-------|
| 01. Bravariju izvesti od standardnih aluminijumskih profila, limova i odgovarajućeg spojnog i vezivnog materijala. Cijena sadrži nabavku materijala, izradu, transport, montažu i zastakljivanje ugrađene bravarije kod stavki radova kod kojih je to obavezno. |  |        |           |       |
| 02. Aluminijum očistiti, mehanički obraditi i eloksirati ili plastificirati u boji prema izboru projektanta. Sav materijal za izradu aluminijumske bravarije mora biti atestiran prema važećim standardima, a izvođač odgovara za konstruktivnost i stabilnost  |  |        |           |       |
| 04. Cijenom obuhvatiti izradu, ugradnju i antikoroziону zaštitu slijepih štokova od gvođenih kutijastih profila i ostalog veznog materijala koji formira građevinski otvor za ugradnju fasadne i unutrašnje aluminijumske bravarije.                            |  |        |           |       |
| 05. Fasadnu i unutrašnju bravariju snabdijeti odgovarajućim kvalitetnim okovom, prema tipu otvora i načinu otvaranja datom uz opise pojedinih stavki radova. Uz sva unutrašnja vrata ugraditi gumene odbojnice.   |  |        |           |       |
| 06. Cijenom obuhvatiti kvalitetan zaptivni materijal (dvokomponentne gitove, poliuretansku pjenu i slično) i pokrivne lajsne na spoju fasadne bravarije i građevinske konstrukcije koji garantuje potpunu sigurnost protiv prodiranja vode i produvanja. Cije   |  |        |           |       |
| 08. Zastakljivanje transparentnih djelova fasade (prozora) izvršiti termoizolujućim staklom (dva sloja stakla) sa sljedećim karakteristikama:   |  |        |           |       |
| unutrašnje ravno staklo, bezbojno, debljine 4-6 mm,   |  |        |           |       |
| međurazmak stakala 14 -16 mm,   |  |        |           |       |
| spoljnje termoreflektujuće staklo je debljine d=4-6 mm u boji po izboru projektanta sa tehničkim karakteristikama (refleksija) po zahtjevu projektanta klimatizacije, osim ako u pojedinačnim pozicijama nije drugačije navedeno                                |  |        |           |       |
| 09. Izvođač je dužan da na osnovu šema iz projekta i mjera uzetih na licu mjesta razradi sve detalje i dostavi ih projektantu na saglasnost. Boju i vrstu detalja odrediće projektant   |  |        |           |       |
| <b>NAPOMENA: SVE OZNAKE BRAVARIJE DATE SU NA CRTEŽIMA I ŠEMAMA STOLARIJE I BRAVARIJE KAO BROJ UPISAN U ŠESTOUGAONIKU (JEDNOSTRUKOM ZA SPOLJNJU BRAVARIJU I DVOSTRUKOM ZA UNUTRAŠNJU BRAVARIJU).</b>   | <br> |        |           |       |

## DJELOVI PROIZVODNOG SISTEMA

Pojedinačne cjeline proizvodnog sistema nazivaju se odjeljenja, a odnose se funkcije koja treba da realizuju. Tipično se mogu formirati tri osnovne grupe odjeljenja:

1. *Proizvodna odjeljenja* – osnovni pogoni, predviđena su za neposredno ostvarivanje tehnoloških procesa;
2. *Odjeljenja, radionice i postrojenja za opsluživanje proizvodnje i obezbjeđenje uslova rada.* Ova grupa obuhvata:
  - pomoćna odjeljenja, radionice i skladišta,
  - postrojenja za proizvodnju i raspodjelu energije,
  - postrojenja koja obezbjeđuju potrebne uslove za rad.
3. *Odjeljenja za ostale službe* koje obuhvataju upravu, tehničku pripremu, tehnološki biro, konstrukcioni biro, odjeljenje za razvoj, službu investicija, administraciju, restoran, itd. U ovu grupu spadaju i odjeljenja sanitarne tehnike, garderobe, tuševi, umivaonici, sanitarni čvor, itd.

U zavisnosti od tehnologije, tipa proizvodnje i veličine fabrike, neka od navedenih odjeljenja mogu da budu ujedinjena, odnosno izostavljena.

*Proizvodna odjeljenja su:*

- pogoni (odjeljenja, radionice) za osnovnu proizvodnju ,
- pogoni (odjeljenja, radionice) za sintezu (sklapanje) proizvoda (montažu),
- pogoni (odjeljenja, radionice) za naknadnu obradu (npr. termički tretman),
- pogoni (odjeljenja, radionice) za površinsku zaštitu,
- pogoni (odjeljenja, radionice) za ispitivanje proizvoda,
- pogoni (odjeljenja, radionice) za konzervaciju, pakovanje, itd.

*Pomoćna odjeljenja, radionice i skladišta su:*

- za pripremu proizvodnje, izradu alata i pribora,
- za remont i održavanje,
- za kontrolu (međuooperaciona, međufazna, kontrola alata i pribora),
- skladišta (sirovina, polufabrikata, međufazna, gotove robe i gotovih proizvoda, alata pribora i sl.),

*Postrojenja za proizvodnju energije su:*

- postrojenje za proizvodnju, transformaciju i razvod električne energije,
- postrojenja za proizvodnju i razvod pare (tople vode),
- postrojenje za proizvodnju i razvod komprimovanog vazduha,
- postrojenja za proizvodnju i razvod kiseonika, acetilena, itd.,
- postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

*Postrojenja koja obezbjeđuju potrebne uslove rada su:*

- postrojenja i razvodna mreža za grijanje, provjetranje i klimatizaciju,
- postrojenja za otprašivanje,
- uređaji za osvjtljenje, signalizaciju, telefoniju, itd.,
- računski centar, terminali, itd.



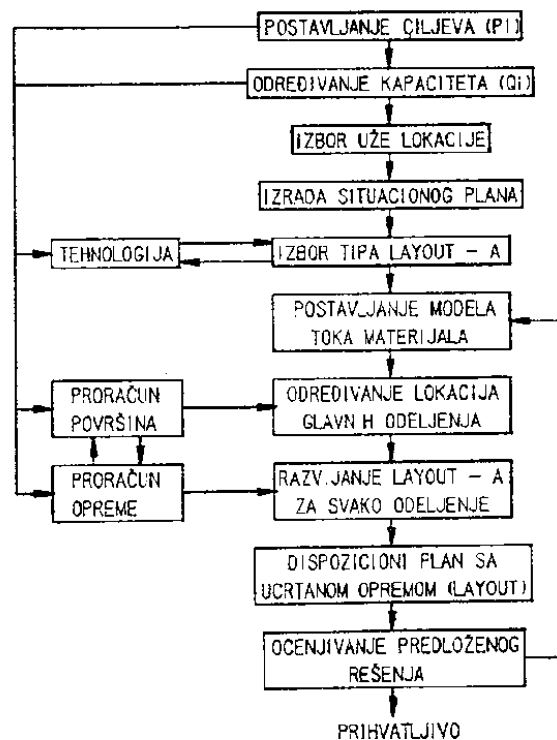
## TEHNOLOŠKI PROJEKAT

Tehnološki projekat predstavlja konačno rješenje procesa proizvodnje dobijeno analizom različitih varijanti tehnološkog procesa, urađenih prema zahtjevima definisanim u projektom zadatku.

Redosljed osnovnih aktivnosti pri izradi tehnološkog projekta je prikazan na slici 42.

Izbor i proračun tehnološke i pomoćne opreme i njihov pravilan tehnološki i prostorni raspored, predstavljaju jezgro tehnološkog projekta, pa se za njihovo definisanje, po pravilu, utroši najveći dio vremena potrebnog za izradu projekta. Sam raspored opreme može da dovede do optimalnog rješenja ukoliko se uvažavaju svi značajni faktori vezani za izvođenje tehnološkog procesa i kretanja materijala kroz proces. Optimalni prostorni raspored mašina i opreme se ne može jasno empirijski definisati, ali se rješava primjenom istraživanja, proračuna i analiza koristeći različite metode.

Finalni dio tehnološkog projekta predstavlja *dispozicioni plan* sa ucrtanom opremom (*LAYOUT*), *specifikacijom opreme i radne snage*, projektom zadacima za izradu drugih tehničkih projekata i tehničkim opisom. Dispozicioni plan pokazuje prostorni raspored mašina, postrojenja i radnih mjesta koji treba da obezbijedi planirane proizvodne uslove i odgovarajuće ekonomske efekte proizvodnje.



Slika 42. Redosljed osnovnih aktivnosti pri izradi tehnološkog projekta

Izradi tehnološkog projekta potrebno je posvetiti posebnu pažnju zato što predstavlja osnovu za definisanje projektnih zadataka (arhitektonski, građevinski, energetska, itd.) i nastavak projektovanja za realizaciju investicionog ciklusa.

Obim projekta zavisi od postavljenog cilja i zahtjeva investitora. On može da bude realizovan kao idejni projekat i glavni projekat.

Kako se projektovanje sprovodi na osnovu *projektnog zadatka*, da bi se sastavio projektni zadatak potrebno je izvršiti *prethodna proučavanja* i posjedovati dokaze o tehničko-ekonomskoj opravdanosti izgradnje datog objekta (studija izvodljivosti), koji treba da pruže jasan uvid u *odnos između tržišta i buduće fabrike* sa aspekta:

- Cjelishodnosti izgradnje objekta,
- Proizvodnog programa i kapaciteta,
- Lokacije budućeg objekta.

Kod *proizvodnog programa* treba planirati:

- kapacitet,
- veličinu serija,
- karakteristike proizvoda,
- proizvodnu kooperaciju i specijalizaciju.

Potenciranje *specijalizacije i kooperacije* je važan uslov za razvoj proizvodnje. Specijalizacijom se prilagođava asortiman, pojednostavljuje struktura pogona i organizacija proizvodnje, povećava kvalitet proizvoda, stepen mehanizacije i automatizacije tehnološkog procesa. Međutim, neophodno je riješiti pitanja standardizacije i unifikacije djelova.

Uspješna kooperacija između pojedinih firmi može da se ostvari kroz nabavku polufabrikata, djelova, sklopova i korišćenjem slobodnih tehnoloških kapaciteta. Važan oblik kooperacije može da se postigne i korišćenjem zajedničkih energetskih izvora, saobraćajnica, izgradnjom stambenih objekata, itd. Najbolji primjeri za to su industrijske zone prisutne kod velikog broja regiona i gradova.

Osnovna poglavlja u studiji opravdanosti su već navedena. Da bi ona bila u potpunosti adekvatna za pripremu projektnog zadatka za idejni tehnološki projekta, treba potencirati sve bitne stavove do kojih se došlo tokom istraživanja, a koji su od vitalnog značaja za dalji rad (studija treba da eliminiše dileme o daljoj razradi idejnog projekta i investicionog programa). Na osnovu ukupnih istraživanja, izvode se opšti tehno-ekonomski zaključak da li postoje ili ne ograničavajući faktori, da li se i kako mogu eliminisati. U slučaju potrebe, upozorava se i na specifičnosti kod razrade pojedinih poglavlja u daljem projektovanju.

*Studiju treba raditi u kontinuitetu jer su poglavlja međusobno povezana i zavisna. Korektna razrada omogućava da se tretirana ideja usmjeri u pravcu optimalnog projektnog rješenja. Studija se završava stavom da li ima ograničavajućih faktora za izradu projekta i organizovanje proizvodnje.*

Na osnovu urađene studije razvoja i njenog završnog stava, daje se **projektni zadatak za izradu idejnog projekta i investicionog programa**

Neophodnost izrade studije se odnosi kako na izradu novog sistema, tako i na rekonstrukciju, proširenja i prilagodavanja u postojećim sistemima. Razrada pojedinih poglavlja direktno zavisi od kategorije projekta.

### **Projektni zadatak za izradu tehnološkog projekta**

Analizirajući sve izdvojene faktore koji se u potpunosti moraju razraditi kod projektovanja, vidi se njihova uska povezanost. Rješenje jednog utiče na rješenje drugog. Sveukupnost takvih rješenja daje i rješenje za projekat. Mnogi podaci su izuzetno važni jer predstavljaju polaznu bazu za projektovanje. Isto važi i za pojedina projektna rješenja. U oba slučaje se to mora

posebo naglasiti, a često u projektu obraditi kao posebni elaborati.

Potrebno je naglasiti da se projektovanje ne smije svesti na neposredno prenošenje već projektovanih sistema. To je neizvodljivo, jer se rješenja moraju prilagoditi specifičnim uslovima svake lokacije. Često i samo jedan, makar ne tako bitan faktor, zahtijeva izmjene koje su povezane u svim fazama izrade projektne dokumentacije.

Stepen obrade pojedinih elemenata, po prirodi posla kod projektovanja, uslovljava da se formiraju *četiri kategorije* projektantskih zadataka:

1. *Projektovanje novih fabrika;*
2. *Proširenje postojećih fabrika-proizvodnih jedinica;*
3. *Rekonstrukcija postojećih fabrika;*
4. *Manja prilagođavanja u postojećim proizvodnim jedinicama.*

Projektni zadatak je pismeno određivanje svih uslova za izradu kompletnog projekta i predstavlja osnovu za početak projektovanja. Od pravilno i racionalno postavljenog projektnog zadatka zavisi izrada samog projekta i izgradnja objekta.

Projektni zadatak sastavlja investitor uz saradnju odgovarajućih stručnjaka. Baziran je na prethodnim studijama i istraživanjima, a treba da sadrži sljedeća poglavlja:

### Tehnika i tehnologija

1. *Opšti koncept razvoja grane* na koju se odnosi projekat. Razrađuje se pokretačka zamisao. Daje se radni koncept razvoja i saopštavaju dotadašnji rezultati istraživanja, potencirajući one koji su najbitniji za projekat.
2. *Sirovinsko-energetska osnova*. Daje se količina sirovina, način snabdijevanja, kvalitet, postojanost izvora sirovina i cijena. Potrebe za ostalim materijalima, količine i način snabdijevanja, cijena i dr. Potrebna količina energije, njeni izvori, način snabdijevanja i postojanost energetskih izvora. Cijena energije i njeno uklapanje u energetski potencijal lokacije, regiona i šire. Mogućnost daljeg razvoja sa aspekta sirovinsko-energetske osnove i mogućnosti primjene tehničkih i naučnih dostignuća.
3. *Tržište*, potreba za proizvodom koji se projektuje, plasman na domaćem i inostranom tržištu. Trend porasta potrošnje. Cijena proizvoda i uslovi isporuke, plasman na domaćem i inostranom tržištu. Mogućnost daljeg razvoja projektovane proizvodnje sa aspekta tržišta.
4. *Program proizvodnje*, specifikacije proizvoda, osobine, karakteristike. Daju se crteži proizvoda, karte toka procesa, karte operacija u okviru procesa rada i karte višestrukih aktivnosti.
5. *Lokacija*, određuje se mikro i makro lokacija. Usaglašava se ista prema strukturi privrede regiona. Specifičnost lokacije, posebno sa aspekta sirovina, energije, klime, radne snage, tržišta i transporta.
6. *Determinante tehničko-tehnološkog razvoja*. Pronalaženje takvog koncepta razvoja da se obezbjedi dinamičke promjene, a očuva prirodni ambijent i lokacija.
7. *Tehnološki proces*, daje se obrazloženje izabranog tehnološkog procesa. Opis tehnološkog procesa, prednosti i nedostaci istog. Normativi, proračuni ili metode usvajanja. Opis mehanizacije i automatizacije. Mjesto odabrane tehnike i tehnologije u zemlji i inostranstvu. Mogućnost daljeg perspektivnog razvoja i primjene novih naučnih dostignuća. Fleksibilnost tehnologije na eventualne promjene i zahtjeve.
8. *Izbor proizvodne opreme*. Odabiranje opreme i njeno uklapanje u proizvodni proces. Raspored opreme, opis, karakteristike i uklapanje u opšti koncept projekta. Cijena proizvodne opreme. Proračun kapaciteta pojedinačno po mašinama, agregatima i

- proračun linija i proračun ukupnog kapaciteta.
9. *Materijalni bilans.* Proračun sirovinsko-materijalnog bilansa i proračun energetske materijalnog bilansa. Proračun je dužan da obuhvati ukupan potreban materijal za proces kao i ukupnu količinu energije.
  10. *Radna snaga,* daje se potreban broj radne snage, struktura radne snage po kvalifikaciji, potrebna obuka, školovanje i potrebna sredstva za pripremu radne snage. Posebno se ističe potreba za visoko kreativnom snagom i specijalnim zanimanjima. U zavisnosti od primijenjene tehnike i tehnologije, treba obraditi i istorijat područja za koji se projektuje sa aspekte stabilnosti radne snage, navika i tradicije.
  11. *Skladište i skladišni prostor.* Proračun skladišta, vrste skladišta, način uskladištenja. Kretanje materijala-proizvoda u skladištu.
  12. *Transport i transportni uređaji,* predstaviti glavne tokove transporta. Izvršiti proračun ukupne količine materijala koji se transportuje. Izvršiti izbor transportnih uređaja i njihov proračun. Dati šemu transporta materijala, a posebno kretanje materijala u procesu. Dati rješenje spoljašnjeg transporta i cijenu koštanja.
  13. *Radni uslovi i ekologija.* Osvjetljenje, klimatizacija, grijanje, obezbjeđenje mjera sigurnosti. Osvrt na mogućnost zagađenja čovjekove sredine od projektovane tehnologije, a ako ima potreba dati i rješenje zagađenosti.
  14. *Građevinski objekti i postrojenja.* Dimenzionisanje potrebnih površina, rešenje građevinskih objekata, tehnički opis i proračun. Proračun građevinskih i građevinsko-zanatskih radova.

#### **Ekonomsko-finansijske analiza (investicioni program)**

15. Predračun investicija, struktura i konstrukcija finansiranja, proračun anuiteta, predračun ukupnih troškova i raspodjelu ukupnog prihoda i dobiti, statičke i dinamičke pokazatelje.

#### **Završni stav i prijedlog**

16. Saopštavaju se bitni stavovi koji su se usvojili kod projektovanja, vitalne odluke koje su donošene a imale su odlučujući uticaj na valjanost projekta. Komentariše se dalji razvoj projekta i proizvodnje, posebno sa aspekta novih naučnih dostignuća u tehnici i tehnologiji.

**Obavezni crteži:** Osnova i presjeci objekta sa ucrtanom opremom (dispozicioni crteži-Layout) u razmjeri 1:100 ili 1:200. U osnovi treba kotirati ukupne dužine i širine cijele zgrade, pojedinih prostorija i otvora, raspone pojedinih polja (od ose do ose stuba) i veličine modula stubova duž polja. Označiti kotu poda prizemlja sa  $\pm 0,00$ , pa prema tome dati visinske kote pojedinih spratova. Debelom isprekidanom linijom označiti mjesta pojedinih presjeka. U svakoj prostoriji upisati namjenu i u zgradi upisati njenu površinu. Opremu crtati u razmjeri i naznačiti odgovarajuću poziciju za svaki tip opreme. Označiti kote glavnih transportnih puteva. Označiti položaj potrošača energije sa naznačenim količinama.

#### **Opšti prilozi su:**

- Situaciju terena izrađenu u razmjeri 1:500; 1:1000 ili 1:2500;
- Pramac i jačinu vjetrova;
- Geološki sastav zemljišta;
- Nivo eventualnih podzemnih voda;
- Nosivost terena;
- Rokove gradnje i redosljed puštanja u rad pojedinih objekata;
- Eventualne zahtjeve investitora za etapnom gradnjom;
- Podatke o postojećim objektima i ugrađenoj opremi sa odgovarajućom tehničkom dokumentacijom kada se radi o rekonstrukciji fabrike.

Nivo razrade poglavlja, crteža i priloga može se prilagoditi vrsti projekta. Idejni projekat pruža jasne zaključke sa detaljnom razradom datih poglavlja i preciznom analizom ne ostavljajući alternative i nejasne zaključke, da bi glavni projekat dao definitivno rješenje i sve potrebne detalje za realizaciju projekta.

Investicioni program daje jasne stavove o funkcijama i pokazateljima projektovanog proizvodnog sistema.

*Svako poglavlje koje je dato u projektnom zadatku čini projekat u ukupnom projektu. Za svaki od tih projekata, često, treba dati poseban projektni zadatak u domenu već datih teza i u zavisnosti od samog projekta.*

## POGLAVLJA TEHNOLOŠKOG PROJEKTA

### Proizvodni program

Program proizvodnje je osnovni polazni podatak za projektovanje i predstavlja proizvodni zadatak za jedan određeni vremenski period. Proizvodni program može da bude *tačan, svedeni ili uslovni* (proizvodna orijentacija).

Tačan program proizvodnje sadrži potpuni spisak svih proizvoda, koji se izrađuju u datoj fabrici u određenom vremenskom periodu (uključujući škart i rezervne djelove), sa naznačenom količinom, masom i vrstom materijala. Proizvodnja se organizuje *nakon kompletne specifikacije proizvoda* i radioničkih crteža koji treba da sadrže podatke neophodne za razradu tehnološkog procesa: vrstu materijala, način pripreme, vrstu naknadnog tretmana i druge karakteristike. Pored toga neophodno je precizno definisati tehničke uslove za izradu i prijem proizvoda.

Tačan program proizvodnje se koristi pri izradi projekta fabrike i pogona *masovne i velikoserijske proizvodnje*. Obrazac u tabeli 9. pokazuje način formiranja programa na osnovu dobijenih podataka.

**Tabela 9.** Obrazac za formiranje podataka o tačnom programu proizvodnje

| SPISAK DJELOVA:<br>Broj crtaža: |                 |             |           |           |                      |          |             |          | Strana      |
|---------------------------------|-----------------|-------------|-----------|-----------|----------------------|----------|-------------|----------|-------------|
|                                 |                 |             |           |           |                      |          |             |          | Ukupno str. |
| Pozicija                        | NAZIV<br>KOMADA | Broj crteža | Materijal | Dimenzije | BROJ KOMADA          |          | MASA (neto) |          | Primjedba   |
|                                 |                 |             |           |           | Za jedan<br>proizvod | Godišnje | Komada      | Godišnje |             |
|                                 |                 |             |           |           |                      |          |             |          |             |
|                                 |                 |             |           |           |                      |          |             |          |             |
|                                 |                 |             |           |           |                      |          |             |          |             |
|                                 |                 |             |           |           |                      |          |             |          |             |

*Proizvodni program se naziva svedenim* kada se svi proizvodi uslovno svode na nekoliko karakterističnih *proizvoda predstavnika*. Pri projektovanju po svedenom programu cjelokupna nomenklatura proizvoda se dijeli na tehnološki slične grupe. Svaka grupa proizvoda mora da ima svog karakterističnog predstavnika prema kome se izvode dalji proračuni.

Karakteristični proizvodi predstavnici su obično oni iz grupe tehnološki sličnih djelova (po složenosti, konstrukciji i načinu izrade), koji su zastupljeni u najvećoj količini i masi. Za

proizvode predstavnike se izrađuje cjelokupna tehnička dokumentacija kao kod tačnog programa proizvodnje. Odstupanja ostalih proizvoda od proizvoda predstavnika se izračunavaju koeficijentima svođenja.

Za određivanje broja djelova ( $n$ ) u okviru date tehnološke grupe, za koje je potrebno detaljno razraditi tehnološki proces, može da se koristi sljedeći obrazac:

$$n = \frac{N}{N \cdot \alpha^2 + 1}$$

gdje je:

$N$  - broj djelova u datoj grupi,

$\alpha$  - veličina greške ( $\alpha \geq 0.1$ ).

Svedeni program proizvodnje se najčešće koristi kod *serijske proizvodnje sa širokim asortimanom proizvoda*, kao i u slučaju kada se ne raspolaže sa potpunom dokumentacijom za sve proizvode.

Pri izradi projekta pogona *individualne i maloserijske proizvodnje*, razrada na već opisane načine nije moguća. Za veliki obim (*široku nomenklaturu*) proizvoda, koji se javljaju u ovom slučaju nije moguće uraditi detaljnu tehničku dokumentaciju, a često program nije fiksno određen (*prisutna je proizvodna orijentacija*). *Proizvodni program se dijeli na karakteristične težinske grupe, daju se prosječne i najveće mase komada i njegove gabaritne dimenzije*. Normativi vremena izrade se dobijaju korišćenjem tehničko-ekonomskih pokazatelja iz literature.

**Tačan program** proizvodnje sadrži potpunu tehničku dokumentaciju, tako da ovaj način projektovanja omogućava detaljnu razradu tehnološkog dijela projekta, izbor najpogodnije tehnologije za proizvodnju uz racionalno korišćenje raspoloživog fonda vremena, materijala, opreme i radne snage, a da se pri tome postižu zadovoljavajući ekonomski efekti.

Projektovanje prema tačnom programu se izvodi na osnovu detaljno izrađene tehničke i tehnološke dokumentacije za proizvodnju svakog dijela. Pošto je ovaj način projektovanja obiman, dugotrajan i složen, on se primjenjuje kod izrade projekata masovne i velikoserijske proizvodnje sa ograničenom nomenklaturom proizvoda.

U tabelama 10 i 11 prikazan je izgled tehnološke dokumentacije (*tehnološka karta* - tabela 10, *operaciona lista* - tabela 11).

Kod primjene **svedenog programa** proizvodnje u projektovanju tehnološka dokumentacija se izrađuje samo za proizvode predstavnike i to na isti način kao i u prethodnom slučaju. Proces projektovanja se znatno skraćuje zato što je svaka grupa tehnološki sličnih djelova zastupljena samo sa jednim predstavnikom.

Vremena izrade ostalih proizvoda iz tehnološke grupe se dobijaju postupkom svođenja:

$$T_{xi} = K_{xi} \cdot T_p,$$

gdje je :

$T_{xi}$  - vrijeme potrebno za obradu  $i$ -tog komada iz date tehnološke grupe;

$K_{xi}$  - zajednički koeficijent svođenja za  $i$ -ti komad;

$T_p$  - vrijeme potrebno za izradu proizvoda predstavnika.

Tabela 10. Primjer obrasca sa opisom tehnološkog postupka

|                                |   |                              |                  |                    |            |
|--------------------------------|---|------------------------------|------------------|--------------------|------------|
|                                |   | Tehnološki postupak          |                  | Tip: OK 2-2/12     |            |
|                                |   |                              |                  | List               |            |
| Naziv dijela:<br><b>KUTIJA</b> |   | Materijal:<br>JUS C.B4. 016  |                  | Dio ul. skl.       | Kom.       |
| Broj dijela                    | Broj crteža                               | Č.0147                       | Debljina 1.5 mm  |                    |            |
| Šifra dijela<br>LK. 05.00      | Optim. serija                             | Godišnja količina<br>500.000 |                  | Težina sir. komada |            |
| Operacija                      | Naziv operacija                           |                              | $T_{pr}$         | Složen.            | Vrij.      |
| R.J.                           | Radno mjesto:                      šifra: |                              | $T_k$            |                    |            |
| 10                             | Sječenje trake                            |                              |                  |                    |            |
|                                | <i>Mašinske makaze</i> LK:VR.01           |                              | 20               |                    |            |
| 20                             | Odsijecanje i savijanje                   |                              |                  |                    |            |
|                                | <i>Ekscentar presa EP 20 Mp</i> LK:VR.02  |                              | 17               |                    |            |
| <b>Sastavio</b>                | Datum                                     |                              | <b>Pregledao</b> | Datum              |            |
|                                | Potpis                                    |                              |                  | Potpis             |            |
|                                |   |                              |                  | <b>Dobija</b>      | Odjeljenje |
|                                |   |                              |                  |                    | Primjerak  |

Tabela 11. Primjer obrasca sa operacionom listom

|                                      |                             | Operaciona lista<br><b>ZA MAŠINSKI RAD</b> |   | Tip: OK 2-2/12     |                     |       |                 |                           |                 |                   |      |
|--------------------------------------|-----------------------------|--|---|--------------------|---------------------|-------|-----------------|---------------------------|-----------------|-------------------|------|
|                                      |                             |  |   | List               |                     |       |                 |                           |                 |                   |      |
| Naziv dijela:<br><b>DRŽAČ KUTIJE</b> |                             | Naziv operacije<br><b>Sječenje u trake</b> |   | Materijal (JUS)    |                     |       |                 |                           |                 |                   |      |
| Broj dijela                          | Broj crteža                 | Broj operacije<br>10                       | Radno mjesto<br>Mašinske makazeLK.VR.01 | Kvalitet<br>Č.0147 | Dimenzije<br>1.5 mm |       |                 |                           |                 |                   |      |
| Sredstvo za hlađenje                 |                             | $T_k=20$                                   |   |                    |                     |       |                 |                           |                 |                   |      |
| Red. broj                            | Zahvat (cod)                | n  | s                                       | i                  | l                   | $T_m$ | $T_{pm}+T_{pr}$ | Alat i pribori            |                 |                   |      |
|                                      |                             |  |   |                    |                     |       |                 | Broj                      | Šifra           | Kom. po operaciji | Poz. |
| 1.                                   | Prihvatanje trake           |  |   |                    |                     |       | 5               |                           |                 |                   |      |
| 2.                                   | Pomjeranje teble do granič. |  |   |                    |                     |       | 10              |                           | Pomično mjerilo |                   |      |
| 3.                                   | Odsijecanje                 |  |   |                    |                     | 2     |                 |                           |                 |                   |      |
| 4.                                   | Odlaganje                   |  |   |                    |                     |       | 3               |                           |                 |                   |      |
| Skica:                               |                             |  |   |                    |                     |       |                 | 38 traka<br>38x20=760 kom |                 |                   |      |

Kao što je već rečeno, za predstavnika grupe obično se bira proizvod koji je zastupljen u najvećoj količini i masi, a blizak je ostalim proizvodima u grupi po materijalu, tehnološkom procesu izrade, obliku i masi. Najtačniji rezultati kod svedenog programa se dobiju kada se masa pojedinih komada iz date tehnološke grupe ne razlikuje više od 2 do 3 puta od mase proizvoda predstavnika.

Zajednički koeficijent svođenja se određuje po obrascu:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

gdje su:

- $K_1$  - koeficijent svođenja koji obuhvata odnos masa;
- $K_2$  - koeficijent svođenja koji obuhvata uticaj veličine serije;
- $K_3$  - koeficijent svođenja koji obuhvata složenost izrade pojedinih komada.

Koeficijent  $K_1$  se dobija iz odnosa mase djelova date grupe i mase proizvoda predstavnika. Kada se radi o geometrijski sličnim djelovima koeficijent  $K_1$  se određuje po obrascu:

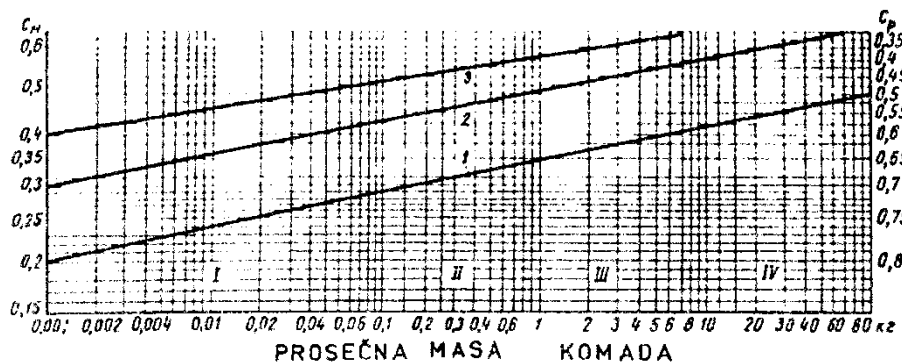
$$K_1 = \left( \frac{g_x}{g_p} \right)^{2/3}$$

gdje su:  $g_p$  - masa proizvoda predstavnika,  $g_x$  - masa dijela koji se svodi.

Ukoliko masa i dimenzije njihovih površina koje se obrađuju, različito utiču na veličinu mašinskog i pomoćnog vremena, koeficijent  $K_1$  se određuje po obrascu:

$$K_1 = C_M \left( \frac{\Sigma g_x}{\Sigma g_p} \right)^{2/3} + C_P \left( \frac{\Sigma g_x}{\Sigma g_p} \right)^{1/3}$$

gdje su:  $\Sigma g_p$  – zbir (neto) masa svih djelova koji se obrađuju kod proizvoda predstavnika;  
 $\Sigma g_x$  – zbir (neto) masa djelova proizvoda koji se svodi,  
 $C_M$  i  $C_P$  – koeficijenti koji određuju dio mašinskog vremena i pomoćnog vremena za djelove različite mase, veličine serije i za razne tipove mašinogradnje. Ovi koeficijenti se određuju pomoću nomograma datog na slici 43.



**Slika 43.** Nomogrami za određivanje koeficijenata  $C_M$  i  $C_P$  (I-pribori, II-laka mašinogradnja, III-srednja mašinogradnja, IV-teška mašinogradnja; 1-pojedinačna i maloserijska proizvodnja, 2-serijska proizvodnja, 3-velikoserijska proizvodnja)

U navedenim formulama se uzima masa obrađenih komada. Koeficijent  $K_2$  se određuje po formuli:

$$K_2 = \left( \frac{N_p}{N_x} \right)^m,$$



gdje je:  $N_p$  - godišnji program u komadima proizvoda predstavnika;  
 $N_x$  - godišnji program u komadima za proizvod koji se svodi iz date grupe,  
 $m$  - koeficijent koji se određuje iz tabele 12.

Približne vrijednosti koeficijenta  $K_2$  prikazane su u tabeli 13.

Imajući u vidu veliki broj faktora koji utiču na koeficijent  $K_3$ , on se određuje na osnovu praktičnog iskustva.

**Tabela 12.** Vrijednosti koeficijenta  $m$  u zavisnosti od prosječne mase djelova

|                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Prosječna masa djelova [ kg] | 0.25  | 0.40  | 0.50  | 1.0   | 2.0   | 3.0   | 4.0   | 5.0   | 6.0   | 7.0   |
| $m$                          | 0.215 | 0.210 | 0.207 | 0.200 | 0.197 | 0.195 | 0.193 | 0.190 | 0.188 | 0.187 |
| Prosječna masa djelova [ kg] | 8.0   | 9.0   | 10    | 12    | 15    | 20    | 25    | 30    | 50    | 100   |
| $m$                          | 0.186 | 0.185 | 0.184 | 0.183 | 0.182 | 0.180 | 0.176 | 0.172 | 0.168 | 0.165 |

**Tabela 13.** Orijentacione vrijednosti koeficijenta  $K_2$  u zavisnosti od odnosa  $N_p/N_x$

|           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $N_p/N_x$ | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.40 | 1.50 | 1.60 | 1.80 | 2.00 | 2.20 | 2.50 | 3.00 |
| $K_2$     | 0.97 | 0.99 | 1.00 | 1.01 | 1.03 | 1.05 | 1.06 | 1.07 | 1.08 | 1.10 | 1.12 | 1.13 | 1.15 | 1.17 |
| $N_p/N_x$ | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 | 7.50 | 8.00 | 8.50 | 9.00 | 9.50 | 10.0 |
| $K_2$     | 1.20 | 1.22 | 1.23 | 1.25 | 1.27 | 1.28 | 1.30 | 1.31 | 1.32 | 1.33 | 1.34 | 1.35 | 1.36 | 1.37 |

Pri projektovanju po svedenom programu, za proizvode predstavnike se izrađuje cjelokupna tehnička dokumentacija, kao kod sastavljanja tačnog programa. Za ostale proizvode se daju spiskovi redosljeda tehnoloških operacija. Svedeni program se sastavlja po obrascu prikazanom u tabeli 14.

Pri izradi projekta fabrika jedinične proizvodnje umjesto operacionih lista, sastavljaju se samo spiskovi redosljeda tehnoloških operacija, sa naznačenom proizvodnom opremom, pomoćnim priborima, alatima i opštim normativima vremena po operacijama.

Pri izradi idejnih rješenja u početnoj fazi projektovanja kada želi da se sagleda opšta problematika i dobiju osnovni parametri pogona koriste se tehničko-ekonomski pokazatelji. Pri korišćenju ovih pokazatelja treba uvesti odgovarajuće korekcije, vodeći računa o mogućnostima primjene novih tehnologija i novih tipova proizvodnje, transportne i pomoćne opreme.

**Tabela 14.** Obrazac za svedeni program proizvodnje

| STVARNI PROGRAM   |                 |            |                  |                       |           |        | SVEDENI PROGRAM |                       |       |       |     |                |     |                 |           |     |
|---|-----------------|------------|------------------|-----------------------|-----------|--------|-----------------|-----------------------|-------|-------|-----|----------------|-----|-----------------|-----------|-----|
| Redni broj  | NAZIV PROIZVODA | Oznaka-tip | Tehn. karakteris | Godišnja proiz. (kom) | Masa (kg) |        | NAZIV PROIZVODA | Koeficijenti svođenja |       |       |     | Vrijeme izrade |     | Rač. prod. 5x12 | Primjedba |     |
|   |                 |            |                  |                       | Komada    | Ukupno |                 | $K_1$                 | $K_2$ | $K_3$ | $K$ | Po komadu      | Uk. |                 |           |     |
| 1.  | 2.              | 3.         | 4.               | 5.                    | 6.        | 7.     | 8.              | 9.                    | 10.   | 11.   | 12. | 13.            | 14. | 15.             | 16.       | 17. |
|   |                 |            |                  |                       |           |        |                 |                       |       |       |     |                |     |                 |           |     |
| <b>UKUPNO:</b>  |                 |            |                  |                       |           |        |                 |                       |       |       |     |                |     |                 |           |     |
| Napomena: Tabela može da se koristi tako što će se odrediti ukupno vrijeme obrade (rubrika 15), ili fiktivan broj proizvoda predstavnika (rubrika 16). Dalji postupak projektovanja se sprovodi korišćenjem tehnološke dokumentacije proizvoda predstavnika |                 |            |                  |                       |           |        |                 |                       |       |       |     |                |     |                 |           |     |

## VJEŽBA 5. PROIZVODNI PROGRAM

### NEMETALNI PRAHOVI ZA INDUSTRIJU ČELIKA

**Cilj:** prikazati podatke o sirovina, osobinama i recepturama za pripremu prahova neophodnih za industriju čelika. Potrošači su željezare i livnice čelika i sivog liva (tipa Željezare Nikšić). Program proizvodnje treba da obuhvati: lunkerit i livni prah, egzo mase (termo top) za livnice i termopokrivke.

**ZADATAK - Opisati:**

1. Proizvodni program.
2. Izbor sirovina.
3. Priprema sirovina.
4. Receptura izrade praškastih materijala.
5. Idejno tehnološko - tehničko rješenje postrojenja za proizvodnju.

### PROIZVODNI PROGRAM

– I –

Procijenjena godišnjih potreba pojedinih grupa je prikazana u tabeli 15.

**Tabela 15.** Osnovni proizvodni program

| Red. broj      | PROIZVOD                        | Količina, (t) |            |            |
|----------------|---------------------------------|---------------|------------|------------|
|                |                                 | I godina      | II godina  | III godina |
| 1.             | Lunkerit za livenje u kokile    | 100           | 110        | 150        |
| 2.             | Livni prah za livenje u kokile  | 100           | 110        | 150        |
| 3.             | Lunkerit (egzo masa) za livnice | 55            | 85         | 95         |
| 4.             | Livni prah za kontni liv        | 15            | 20         | 25         |
| 5.             | Start. prah za kontni liv       | 15            | 20         | 25         |
| 6.             | Termopokrivka                   | 100           | 120        | 150        |
| 7.             | Termobeton                      | -             | 240        | 280        |
| 8.             | Zasip za kazane                 | -             | 25         | 30         |
| 9.             | Egzotermne mase                 | -             | 35         | 40         |
| 10.            | Ostali proizvodi                | -             | 15         | 30         |
| <b>UKUPNO:</b> |                                 | <b>385</b>    | <b>780</b> | <b>975</b> |

– II –

Osim ovih navedenih osnovnih proizvoda, u ovom pogonu bi se mogli proizvoditi i drugi proizvodi prikazani u tabeli 16.

**Tabela 23.** Dopunski proizvodi na bazi prahova

| Red. broj      | PROIZVOD  | Količina, (t) |           |            |
|----------------|---|---------------|-----------|------------|
|                |   | I godina      | II godina | III godina |
| 1.             | Pigmenti za boje  | -             | -         | 20         |
| 2.             | Materijal za keramičku proizvodnju                                | -             | -         | 20         |
| 3.             | Razne egzotermne mase   | 20            | 30        | 45         |
| 4.             | Mikroniziranje komponenti: uglja, gtafita, krečnjaka, kreča i sl. | 20            | 40        | 80         |
| <b>UKUPNO:</b> |   | <b>40</b>     | <b>70</b> | <b>165</b> |

Budući da proces proizvodnje obuhvata prosijavanje Al-troske radi odvajanja metalnog aluminijuma, procjenjuje se da bi se kao izdvojena količina **metalni aluminijum** mogao koristiti za proizvodnju čelika. U prvoj godini bi dobili približno **15 t**, u drugoj oko **20 t**, a u trećoj i dalje preko **30 t** aluminijuma.

Znači, ukupna proizvodnja uključujući i metalni aluminijum iznosi:

1.  $385+40+15 = 440$  t – za prvu godinu,
  2. 870 t – za drugu godinu
  3. 1170 t – za treću godinu
- 
4. 1200 t / godišnje u daljem radu, + 25% = 1500 t

### SIROVINE ZA IZRADU LUNKERITA I LIVNIH PRAHOVA I NJIHOVA PRIPREMA

Za izradu lunckerita i egzotermnih smjesa, mogu se koristiti sledeće sirovine:

1. Al troska
2. Al u prahu
3. Mljeveni ugalj
4. Mljeveni koks
5. Hematit u prahu
6. Kovarina
7. Crveni mulj
8. Krupna trakcija pepela (iznad 0,2 mm)
9. Livački pijesak
10. Šamotni granulat (poritna opeka )
11. Kreč u prahu
12. Pljeva od riže, ovsa ili pšenice
13. Piljevina
14. Šalitra ( $KNO_3$  ili  $NaNO_3$ )
15. Perlit
16. Šljaka iz termoelektrana

U nedostatku krupne frakcije elektrofilterskog pepela, može se koristiti šljaka iz TE ili toplana ili kvarcni pijesak, šamotni granulat, perlit ili njihova kombinacija. U nedostatku hematita može se koristiti jednim dijelom i crveni mulj i kovarina. Navedene komponente za izradu lunckerita i egzotermnih smjesa, moraju da imaju propisane karakteristike u pogledu: hemijskog, mineralnog i granulometrijskog sastava, kao i nekih drugih fizičkih osobina (vlažnost, vatrostalnost, tačke termičkih preobražaja).

#### 1) AL TROSKA (šljaka)

Al trosku se može obezbijediti iz Kombinata aluminijuma i to granulacije 0,2 - 3 mm, jer ista u sebi sadrži znatan procenat aluminijuma. Sitna frakcija Al troske (ispod 0,2 mm) ima u sebi veoma malo metalnog aluminijuma i njeno korišćenje u većem obimu nije preporučljivo, zbog zagušivanja sistema i u tom slučaju potrebno je dodavati veliku količinu Al u prahu, koji je dosta skup.

Al troska granulacije od 0,2 do 3 mm je dobra za izradu lunckerita i egzotermnih smješa, a njen hemijski sastav varira prema podacima iz tabele 17.

Al troska je jedna od glavnih komponenti u lunckeritu i na bazi njenog sastava se u dobroj mjeri podešava i receptura za izradu lunckerita i egzotermnih smjesa.

**Tabela 17.** Hemijski sastav Al troske

| Komponenta | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO     | TiO <sub>2</sub> | MgO   | H <sub>2</sub> O |
|------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|---------|------------------|-------|------------------|
| %          | 15-30            | 15-50                          | 1-2.5                          | 0.2-0.6          | 0.3-2.4 | 0.1-0.6          | 0.3-1 | 2-10             |

Al trosku, ako nije propisane granulacije, treba prosijati i krupna frakcija iznad 3 mm koja sadrži Al može se koristiti za proces proizvodnje čelika. U nekim slučajevima Al troska, može da sadrži veliki procenat vlage, u tom slučaju je treba sušiti. Najvažnija komponenta u Al troski je metalni Al, koji služi kao goreća komponenta, koja oslobađa toplotu. Prosječan sadržaj metalnog Al u Al troski granulacije 0,2 do 3 mm je oko 40 %.

## 2) AI U PRAHU

Metalni aluminijum se dodaje lunkeritu u obliku praha i on je komponenta, koja sagorijevanjem oslobađa toplotu i zadržava dovoljno dugo čelik u tečnom stanju u glavi ingota i time povoljno utiče na oblik i dubinu lunkera u ingotu.

Al prah se može nabavljati:

- Iz KOMBINATA ALUMINIJUMA, koji se tamo javlja kao nus produkt pri proizvodnji (ovaj Al je neujednačene granulacije, pa ga treba sijati na situ od 3 - 4 mm i on ima u sebi 85 – 90 % metalnog Al i oko 5 - 8 % ugljenika;
- Alternativno - može se nabaviti kao kvalitetan Al prah (oko 99 % metalnog Al, ali je dosta skup) ili proizvesti od Al strugotina mljevenjem.

## 3) MLJEVENI UGALJ I KOKS

Druga važna komponenta u lunkeritima i egzotermnim smješama, je mljeveni ugalj i koks. Ove komponente sagorijevanjem stvaraju egzotermni efekat i oslobađaju potrebnu toplotu. Poželjno je da su ove komponente u prahu i da su suve.

## 4) HEMATIT U PRAHU

Hematit služi kao oksidans u lunkeritu i egzotermnim smješama i dodaje se u obliku praha. Sirovine koje sadrže dovoljno Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se mogu koristiti kao oksidans, a to su:

- Mljevena ruda hematita, koja je bogata sa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- Piritne izgoretine, koje sadrže preko 80% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- Hematit dobijen luženjem čelika, a koji je predhodno osušen.

U nedostatku hematita u prahu, može se koristiti kovarina i crveni mulj, koji u sebi sadrže potreban % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Hematit se može dobiti i žarenjem kovarine na povišenim temperaturama.

## 5) KOVARINA

Kovarina se može dodavati lunkeritu i egzotermnoj smjesi kao oksidans. Predhodno kovarinu treba:

- samljati i prosijati (ispod 1 mm);
- kako bi povećali sadržaj Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, po mogućnosti, ožariti na temperaturi oko 920 °C. Žarenje je najbolje vršiti u rotacionoj peći u kojoj se uvodi kiseonik.

Kovarina se može obezbijediti iz valjaonice i kovačnice. Najbolje je koristiti kovarinu valjaonice, jer je najčistija i u istoj se nalazi preko 95% željenih oksida (FeO i Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) i 1-1,5% Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 1% Fe i oko 1% SiO<sub>2</sub>. Veliki udio u kovarini ima FeO, pa je potrebno istu žariti.

Posle žarenja sadržaj Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u kovarini, treba da se poveća znatno iznad 70%. Poželjan je što niži sadržaj FeO i Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> u kovarini, jer isti se ponašaju dijelom kao reducenti.

## 6) CRVENI MULJ

U nedostatku hematita, može se dijelom koristiti kao oksidans i crveni mulj iz Kombinata aluminijuma, koji u sebi sadrži oko 33% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Crveni mulj u svom sastavu ima dosta vlage pa ga je potrebno žariti na

temperaturi 650 -700°C, a potom prosijati kako bi dobili granulaciju istog ispod 0,2 mm. Hemijska analiza crvenog mulja koji nije pripremljen, je data u tabeli 18.

**Tabela 18.** Hemijski sastav crvenog mulja

| Komponenta | SiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO | TiO <sub>2</sub> | Na <sub>2</sub> O | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | gubitak žarenjem |
|------------|------------------|--------------------------------|-----|------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|
| %          | 17-30            | 26-35                          | 4-7 | 3.5-3.8          | 0.1-25            | 15-20                          | 10-20            |

## 7) ELEKTROFILTERSKI PEPEO

Krupna frakcija pepela se može koristiti kao jedna od komponenata koja služi kao izolator, odnosno noseća komponenta ili punilo. Koristi se krupnija frakcija pepela i to iznad 0,2 mm. Krupna frakcija pepela u sebe sadrži i goreću komponentu ugljenika u iznosu od nekoliko procenata. U nedostatku ove komponente, može se koristiti dijelom šamotni granulati - granulacije 0,2 - 2 mm, zatim termopokrivka, šljaka iz TE ili toplana, livački pijesak i sl.

## 8) CELULOZA – ORGANSKA KOMPONENTA

Kao organska komponenta radi lakšeg paljenja i dobijanja propisane nasipne težine dodaju se celulozne komponente: piljevina i pljeva od raži, ovasa ili pšenice. Takođe ove komponente imaju uticaj na stvaranje pora radi prolaza gasova kroz lunke.

Najbolje je koristiti piljevinu od tvrdog drveta koja se može obezbijediti u fabrikama za preradu drveta, naročito one koji rade parkete ili namještaj. Pošto se piljevina uzima sa deponije, može da bude i vlažna, pa je u tom slučaju potrebno osušiti na temperaturi od oko 105°C. Granulacija piljevine treba da je ispod 3mm. Najbolje je koristiti pljevu od oriza, a može da se koristi i od ovasa, raži ili pšenice. Kao zamjena za piljevinu i pljevu može da se koristi i vermikulit.

## 9) ŠALITRA

Šalitra se dodaje lunke radi inicijalnog paljenja i ista služi kao oksidans. Ova komponenta se dodaje lunke u iznosu od oko 1 % i to u obliku KNO<sub>3</sub> ili NaNO<sub>3</sub>. Veći efekat se postiže sa KNO<sub>3</sub>.

## 10) ŠAMOTNI GRANULAT

Šamotni granulati - poritna opeka, koriste se jer ima dobre izolacione sposobnosti i malu specifičnu težinu (oko 0,5 kg/dm<sup>3</sup>). Osnovne komponente u samotnom granulatu su Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i SiO<sub>2</sub>. Šamotni granulati se mogu obezbijediti:

- od specijalizovanih proizvođača u granulacije 0,2 - 2 mm
- drobljenjem već korišćenih ili otpadnih samotnih opeka na propisanu granulaciju.

## 11) LIVNIČKI PIJESAK

U nedostatku krupne frakcije elektrofilterskog pepela, može se koristiti i livački pijesak. Obično se njegova granulacija se kreće oko 0,18 - 0,25 mm. Može se koristiti i regenerisani livački pijesak.

## 12) KREČNJAK I KREČ

Krečnjak koji je u osnovi CaCO<sub>3</sub> i kreč CaO se dodaju kao jedna od komponenti pri proizvodnji lunke i egzotermnih smjesa iz metalurških razloga, radi stvaranja povoljnog sadržaja troske. Ove komponente treba da budu u prahu.

Tipični sastav sirovina je prikazan u tabeli 19.

Tabela 19. Sastav sirovina

| Komponenta             | Prosječni hemijski sastav  | Napomena  |
|------------------------|--|---|
| Al troska              | Al : 40 – 45 %<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 30 %<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 7 %<br>SiO <sub>2</sub> : 20 %<br>CaO : 1.2 %<br>K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O : 1 %  |   |
| Al metalni             | Al : 80 – 90 %<br>C : 7 - 8 %<br>Al : > 96 %   | iz KAP-a  |
| Crveni mulj            | SiO <sub>2</sub> : 20 %<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 15 %<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 35 %<br>CaO : 5 %<br>Al : 1 %<br>K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O : 4.3 %   | Potrebno ga je žariti radi otklanjanja vlage                          |
| Kovarina               | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO : > 95 %   | Žarenjem na oko 930°C FeO se prevodi u Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Šamotni granulati      | SiO <sub>2</sub> : 50 %<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 40 %   |   |
| Šalitra                | NaNO <sub>3</sub> ili KNO <sub>3</sub> oko 93 %  |   |
| Hematit                | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : > 70 %  |   |
| Piritne izgoresine     | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 80 %<br>Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> : 1 %<br>S uk : 1.15 %<br>Sn : 0.13 %<br>Zn : 0.18 %<br>Pb : 0.30 %<br>As : 0.30 %<br>P : 0.028 %  | Fe uk. oko 56 %<br>S:<br>sulfidi > 1 %<br>sulfati 0.1 – 0.15 %        |
| Livački pijesak        | SiO <sub>2</sub> : > 95 %<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 1.2 %<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.6 %<br>TiO <sub>2</sub> : 0.2 %<br>MgO : 0.12 %<br>K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O : 0.3 %<br>G.Ž. : < 1.5%   |   |
| Mješavina krečnjaka    | CaCO <sub>3</sub> : 90 %   |   |
| Elektrofilterski pepeo | SiO <sub>2</sub> : 54 %<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 6 %<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 20 %<br>CaO : 6 %<br>MgO : 3 %<br>SO <sub>3</sub> : 3.5 %<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 0.15%<br>TiO <sub>2</sub> : 1.1 %<br>Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O : 1.3 % |   |
| Koks                   | C fix. : ~ 88 %  |   |
| Kameni ugalj           | C fix. : ~ 80 %  |   |
| Grafit                 | C fix. : ~ 90 %  |   |

**PRIPREMA SIROVINA**

Priprema sirovina (za potrebnu granulaciju i vlagu) je zbirno prikazana u tabeli 20.

**Tabela 20.** Podaci o pripremi sirovina

| Materijal   | Količina godišnja, (t) | Granulacija, (mm) |              | Operacija pripreme                                   | Doprema                |
|---|------------------------|-------------------|--------------|--|------------------------|
|   |                        | Ulazna            | Izlazna      |  |                        |
| 1   | 2                      | 3                 | 4            | 5  | 6                      |
| Al troska   | 120 - 250              | 0 - 20            | 0 - 3        | Sijanje (sušenje)                                    | kamion, džakovi        |
| Al u prahu  | 15 - 25                | 0.2 – 15          | do 2         | (sušenje)  | džakovi                |
| Hematit:<br>- u prahu<br>- ruda<br>- piritna<br>- izgorit | 30 – 65<br>-           | 0.15<br>< 100     | 0.15<br>0.15 | -<br>(drobljenje)<br>mljevenje, sijanje<br>(sušenje) | džakovi<br>kamion      |
| Kovarina  | 10 -20                 | 0 - 3             | 0 - 1        | (mljevenje) (žarenje)<br>sijanje                     | kamion<br>džakovi      |
| Grafit  | 35 – 90                | 0 – 50            | 0.050        | (mljevenje)  |                        |
| koksni ugalj  | 35 - 80                | 0 - 50            | 0.050        | (sijanje)  | kamion                 |
| koks ili antracit   |                        |                   |              | (sušenje)  | džakovi                |
| Šalitra   | 3 - 5                  | 0.15              | 0.15         | (sijanje)  | džakovi                |
| Kreč (CaO)  | 3 - 8                  | 0.2               | 0.2          | (mljevenje)  | džakovi                |
| Krečnjak  | 4 - 10                 | 0 - 100           | 0.2          | (drobljenje)<br>(mljevenje)<br>(sijanje)             | kamion<br>džakovi      |
| Livački pijesak   | 10 - 25                | < 25              | < 25         | -  | cistijerna<br>(kamion) |
| Crveni mulj   | 10 - 20                | 0 - 2             | < 20         | sušenje (sijanje)                                    | kamion                 |
| El. pepeo   | 180 - 350              | 0 - 2             | 0.15         | (sijanje) (sušenje)                                  | džakovi<br>cistijerna  |
| Fluorit   | 10 - 15                | 0.15              | 0.15         | (mljevenje)  |                        |
| Matalurški fluorit  |                        | < 25              | 0.15         | sijanje<br>(sušenje)                                 | džakovi<br>kamioni     |
| Soda – Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                    | 3 -5                   | 0.15              | 0.15         | (sušenje) (sijanje)                                  | džakovi                |
| Mljeveni kvarc  | 2 - 4                  | 0.15              | 0.15         | (sušenje)  | džakovi                |
| Piljevina   | 3 - 6                  | 0 - 30            | 0 - 3        | (sijanje)<br>(sušenje)                               | kamion<br>džakovi      |
| Pljeva  | 10 - 20                | 0 - 10            | 0 - 10       | (sijanje)<br>(paljenje)                              | džakovi<br>sp. kamion  |
| Ćumur   | 5 - 15                 | 0 - 50            | 0 - 3        | (mljevenje)<br>(sušenje)<br>(sijanje)                | kamion<br>džakovi      |
| Perlit  | 5 - 10                 | 0 - 2             | 0 - 2        | -  | kamion<br>džakovi      |

NAPOMENA: Operacija pripreme sirovina navedena u maloj zagradi se izvodi po potrebi

## RECEPT ZA IZRADU

### Lunkerit

Sastav i osobine lunckerita prikazane su u tabeli 21.

**Tabela 21.** Sastav sirovina za proizvodnju i osnovne osobine lunckerita

| Sastav  |  |        |
|---|--|--------|
| Komponente  |  | %      |
| 1. Al troska  |  | 55 -65 |
| 2. metalni Al   |  | 8 – 12 |
| 3. koks + ugalj   |  | 4 -6   |
| 4. kovarina   |  | 3 – 5  |
| 5. krupna frakcija pepela   |  | 10-15  |
| 6. šalitra $\text{KNO}_3$ ( $\text{NaNO}_3$ )   |  | 1-2    |
| 7. drvena pilotina  |  | oko 1  |
| 8. hematit  |  | 10-15  |
| <b>Važna napomena:</b> Sirovine koje se koriste za izradu lunckerita su pretežno sekundarne, i njihov hemijski sastav često varira, pa je potrebno unaprijed kod svake sirovine kontrolisati hemijski i granulometrijski sastav. Zbog toga propisanu stalnu recepturu treba podešavati prema raspoloživim sirovinama i ciljanom sastavu lunckerita. |  |        |
| Minerološki sastav  | hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), kvarc ( $\text{SiO}_2$ ), aluminijum (Al), ugljenik (C), korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) i soda $\text{Na(K)NO}_3$ . |        |
| Sagorljive komponente   | aluminijum, ugalj i koks   |        |
| Komponente koje služe za paljenje   | šalitra, pljeva i pilotina   |        |
| Oksidansi   | hematit i šalitra a možese koristiti jos kovarina  |        |
| Noseće komponente i za vatrostalnost  | krupna frakcija pepela, a može se jos koristiti livrački pjesak i samotni granulat   |        |
| <b>Osobine</b>  |  |        |
| Granulacija komponenti  | u granicama datim u tabeli 4   |        |
| Propustljivost gasova   | 60 - 120 $\text{cm}^3/\text{cm}^3 \cdot \text{min}$  |        |
| Specifična površina   | 5 - 10 $\text{m}^2/\text{g}$   |        |
| Temperatura paljenja  | relativno niska oko 400 - 600°C  |        |
| Temperatura početka skupljanjaje  | oko 1200°C   |        |
| Temperatura početka sinterovanja  | oko 1350°C   |        |
| Temperatura početka topljenja   | oko 1450°C   |        |
| Temperatura razlivanja  | a oko 1640°C   |        |

### Bilans

Bilansne potreba sirovina za proizvodnju lunckerita prikazane su u tabeli 22.

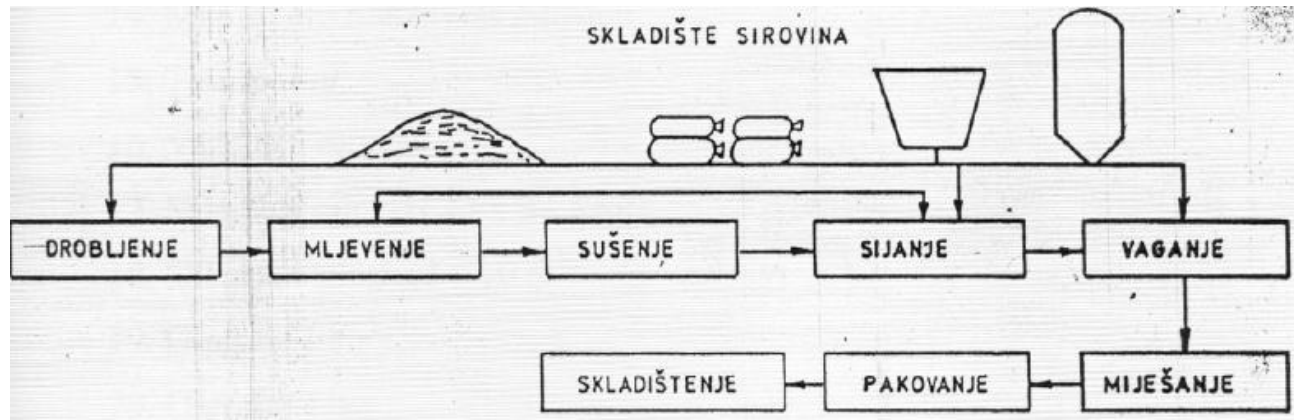
**Tabela 22.** Bilansne količine sirovina za proizvodnju lunckerita

| Naziv                                      | sadržaja u lunckeritu, % |                      | Godišnja količina lunckerita t | Bilansna količina t | Koeficijenti |           | UKUPNA GODIŠNJA POTREBA t |
|--|--------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|--------------|-----------|---------------------------|
|  | po standardu             | usvojeno za proračun |                                |                     | gubitka %    | rastura % |                           |
| Al troska                                  | 55-65                    | 60                   | 100                            | 60                  | 5            | 3         | 64.8                      |
| Metalni Al                                 | 8-12                     | 10                   |                                | 10                  | 2.5          | 2.5       | 10.5                      |
| Koks +ugalj                                | 4-6                      | 4                    |                                | 4                   | 2.5          | 2.5       | 4.2                       |
| Kovarina                                   | 3-5                      | 4                    |                                | 4                   | 2.5          | 2.5       | 4.2                       |
| Krupna farakcija pepela                    | 10-15                    | 10                   |                                | 10                  | 2.5          | 2.5       | 10.5                      |
| Šalitra $\text{KNO}_3$ ( $\text{NaNO}_3$ ) | 1-2                      | 1                    |                                | 1                   | 1.5          | 1.5       | 1.03                      |
| Drvena pilotina                            | 1                        | 1                    |                                | 1                   | 2.5          | 2.5       | 1.05                      |
| Hematit                                    | 10-15                    | 10                   |                                | 10                  | 2.5          | 2.5       | 1.05                      |



IDEJNO TEHNIČKO-TEHNOLOŠKO RJEŠENJE ZA PROIZVODNJU

Osnovna i tehnološka šema procesa prikazana je na slikama 44 i 45.



Slika 44. Osnova šema procesa proizvodnje prahova

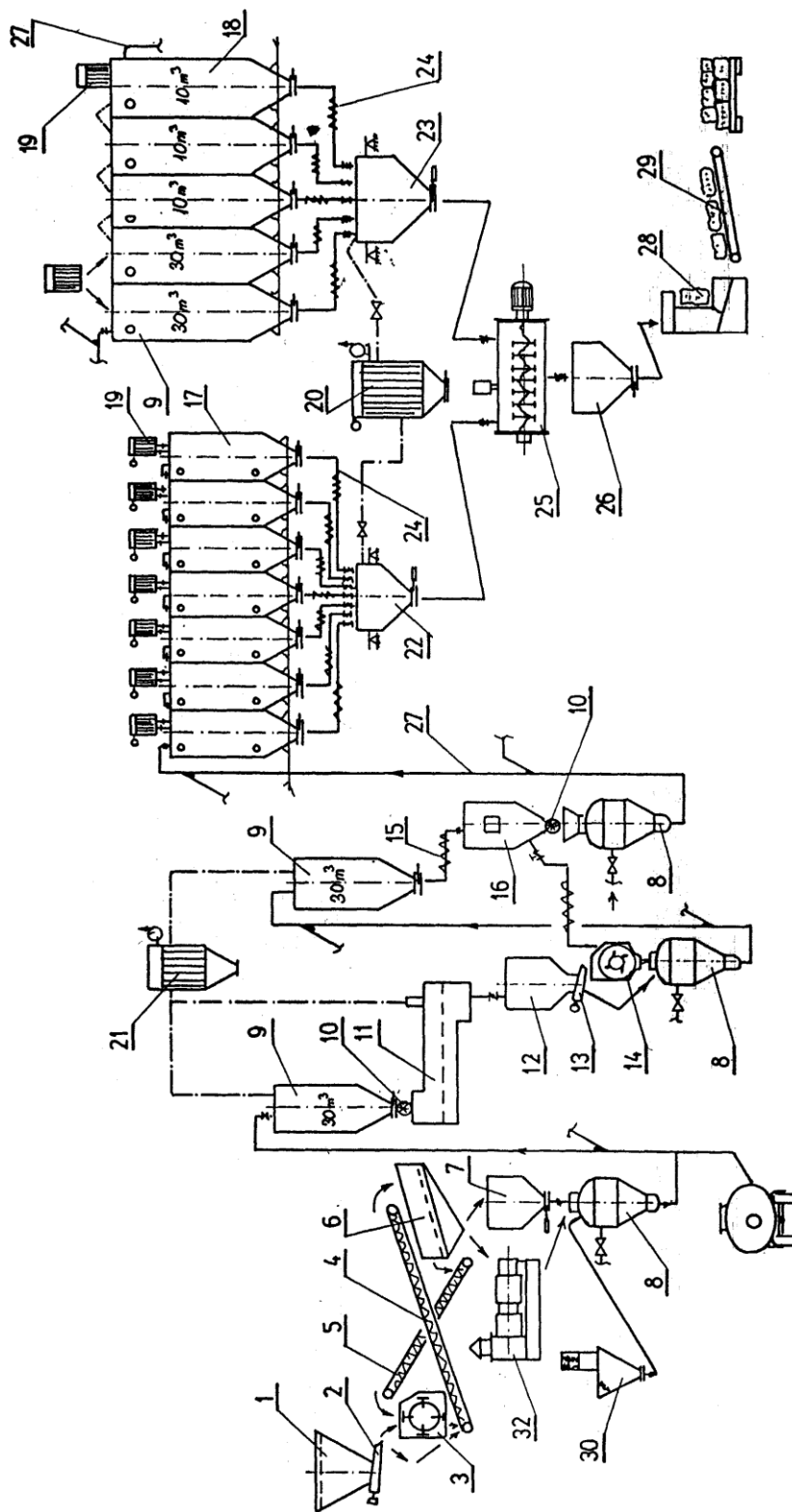
Elemeti prikazani na slici 45 su:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Prijemni bunker $V=5 \text{ m}^3$                        | 18. Skladišni silosi ( $3 \times 10 \text{ m}^3$ ) |
| 2. Ekcentorski davač  | 19. Otprašni filter                                |
| 3. Mlin čekićar   | 20. Otprašni filter                                |
| 4. Trakasti transporter                                     | 21. Otprašni filter                                |
| 5. Trakasti transporter                                     | 22. Vaga do 50 kg                                  |
| 6. Vibracioni sto   | 23. Vaga do 300 kg                                 |
| 7. Pihvatni bunker  | 24. Transporter                                    |
| 8. Pneumatska posuda $V=5 \text{ m}^3$                      | 25. Miješalica (homogenizator $V=500 \text{ l}$ )  |
| 9. Skladišni silosi ( $3 \times 25\text{-}30 \text{ m}^3$ ) | 26. Prijemni bunker $V=1 \text{ m}^3$              |
| 10. Sektorski dodavač                                       | 27. Cjevovod za pneumatski transport               |
| 11. Sušara  | 28. Mašina za pakovanje                            |
| 12. Pihvatni bunker $V=1 \text{ m}^3$                       | 29. Transporter                                    |
| 13. Elektro otorni dodavač                                  | 30. Ručni cjepač džakova                           |
| 14. Mlin za mikroniziranje sirovina                         | 31. Instalacija za razvod fluida                   |
| 15. Transporter   | 32. Peć za žarenje                                 |
| 16. Vazdušni separator                                      | 33. Noseća konstrukcija                            |
| 17. Skladišni bunker (7x3-5 $\text{m}^3$ )                  |  |

**II Domaći zadatak:**

Sastaviti Projektni zadatak za izradu idjenog projekta

– PROIZVODNJA NEMETALNIH PRAHOVA ZA INDUSTRIJU ČELIKA –



Slika 45. Tehnološka šema za pripremu i proizvodnju praškastih materijala

## Režim rada

Izbor režima rada zavisi od tehnološkog procesa i programa proizvodnje. Pri projektovanju treba težiti da se izabere *racionalni režim rada*, pri kome se postiže najmanja dužina ciklusa svih proizvodnih operacija. Skraćanjem ciklusa povećava se stepen iskorišćenja opreme, radnih površina i ljudskog potencijala.

U fabrikama može da se primijeni *paralelni i stepenasti* režim rada. U pojedinim slučajevima se kombinuju ova dva režima rada.

Pri *paralelnom* režimu rada proizvodnja je sinhronizovana, odnosno sva proizvodna odjeljenja treba da rade jednovremeno. Ovaj režim rada primjenjuje se u većini fabrika (mašinogradnja, procesna industrija, mehanizovana serijska i masovna proizvodnja, itd.). Rad se obično organizuje u dvije smjene (po potrebi se uvodi i treća smjena), da bi se racionalno iskoristila proizvodna i pomoćna oprema i transportna sredstva.

*Stepenasti* režim rada je u suštini diskontinualan. Karakteriše se time što se na istoj površini u različitim smjenama obavljaju različiti proizvodni procesi po utvrđenom redoslijedu (npr. u livnicama izrada kalupa u jednoj smjeni, livenje i istresanja kalupa u drugoj smjeni i sl.). Primjenjuje se kod individualne i maloserijske proizvodnje srednjih i velikih komada složenog oblika (dugačak ciklus izrade), kod montaže složenih proizvoda velikih gabarita, u nekim radionicama za izradu čeličnih konstrukcija i dr.

Prema broju smjena rad u pogonima može da se obavlja *u jednoj, dvije ili tri smjene*. Pri tome trajanje jedne smjene iznosi 6 do 8 časova. Broj smjena zavisi od uslova koji proizilaze iz zahtjeva tehnološkog procesa i ekonomskih uslova korišćenja pojedinih pogona.

## Fond vremena rada

*Fond vremena* rada predstavlja raspoloživo radno vrijeme za obavljanje posla u određenom vremenskom periodu. On se dobija kada se od kalendarskog broja dana (najčešće 1 godina) odbiju dani kada pogon ne radi (državni praznici, nedjelje i neradne subote:  $8+52+40=100$ ), tako da se dobija maksimalno mogući broj radnih dana u toku godine:  $365-100=265$ . Ukoliko se normativnim aktima preduzeća predviđa kolektivni godišnji odmor (obično traje 21 dan ili 18 radnih dana) raspoloživo radno vrijeme iznosi:  $265-18=247$  dana.

Efektivni broj radnih sati za rad u jednoj smjeni iznosi:

$$T_f = D_r \cdot H - T_g,$$

gdje je :

$D_r$  – raspoloživi fond vremena;

$H$  – trajanje smjene u časovima;

$T_g$  – vrijeme potrebno za generalne remonte mašina i uređaja, u prosjeku iznosi 100-200 h/god; Periodični remont i tekući opravke, po pravilu, obavljaju se u smjenama kada se ne radi.

## Obim proizvodnje i tehnički kapacitet

*Obim proizvodnje* predstavlja količinu proizvoda definisanu proizvodnim programom uvećanu za procenat škarta koji se javlja u procesu izrade, i dat je izrazom:

$$Q = \frac{Q_p}{1 - q/100},$$

gdje je:

$Q_p$  - obim zadat programom proizvodnje;

$q$  - prosječni škart dat u procentima kod zahtijevanog nivoa kvaliteta.

Obim proizvodnje određuje tehnički kapacitet samog proizvodnog postrojenja i dat je izrazom:

$$Q_t = \frac{Q_p}{(1 - q/100)\eta},$$

gdje je:  $\eta$  - stepen iskorišćenja sredstava rada (mašina i opreme).

Na *stepen iskorišćenja sredstava rada* mogu da utiču sljedeći faktori: greške u planiranju, nedostatak resursa, kvarovi na opremi, neredovno snabdijevanje materijalom, itd.

Donošenje odluke o veličini proizvodnog kapaciteta je veoma značajno posebno ako se zahtijevaju velika investiciona ulaganja u opremu i objekte. Zahtjevi za proizvodima ili uslugama mogu da variraju. Varijacije mogu da budu sezonske, mjesečne, nedjeljne, a ponekad i dnevne. To otežava donošenje odluke da li će se kapacitet pogona projektovati *prema vršnoj potražnji ili prema nekom nižem nivou*.

Da bi se smanjile investicije moguće je planirati povećanje kapaciteta promjenom broje radnika (sezonska radna snaga, rad na određeno vrijeme), prekovremenim radom, stvaranjem sezonskih zaliha, itd.

*Kapacitet može da se podijeli na unutrašnji i spoljašnji*. Unutrašnji kapacitet definiše sopstvena proizvodnja pogona, a spoljašnji daje mogućnost povećanja kapaciteta ugovorima sa drugim proizvođačima (kooperacija) ili snabdjevačima (kupovina gotove robe-komponenti).

## Tehnologija i oprema

Tehnički progres predstavlja bazu razvoja proizvodnje. Ekonomski opravdan izbor *nove tehnike i progresivne proizvodne tehnologije* jedan je od vrlo važnih i složenijih zadataka pri projektovanju. To je ujedno i preduslov za kvalitetne proizvode i ekonomičnost procesa.

Izbor tehnologije se vrši iz postojećih alternativa. Analiza svake od njih mora de se sprovede na isti način. Nedosljednost dovodi do grešaka koje se uoče tek kad počne proizvodnja.

Savremena tehnologija proizilazi iz kontinuiranog razvoja. Razvoj sadrži teorijska rješenja, rješenja koja su provjerena u laboratorijskim uslovima, rješenja koja su izvedena na nivo poluindustrijskih-pilot postrojenja i tehnički prihvatljiva rješenja primijenjena u proizvodno-industrijskim uslovima. Kod projektovanja proizvodnih procesa alternative se moraju opredijeliti iz zadnje grupe.

Da bi se mogle uporediti različite varijante nove tehnike i tehnologije potrebno je koristiti pokazatelje:

1. Količine sirovina koje se prerađuju godišnje;
2. Iskorišćenje sirovina u odnosu na osnovni proizvod;
3. Mogućnost iskorišćenja ostalih (pratećih) korisnih komponenti iz tretirane sirovine;

4. Ukupno iskorišćenje sirovina;
5. Pojedinačna i ukupna potrošnja svih vidova energije;
6. Uslovi rada i ekologija;
7. Investiciona ulaganja u osnovna i obrtna sredstva;
8. Cijena koštanja proizvoda;
9. Profitabilnost proizvodnje;
10. Mogućnost daljeg razvoja i primjene novih naučnih dostignuća.

Efekti primjene pojedinih tehnologija se upoređuju na osnovu godišnjih ekonomsko-finansijskih pokazatelja. Troškovi i efekti su prioritetni u slučaju kada se upoređivanjem varijanti dobiju isti rezultati po obimu, kvalitetu i brzini proizvodnje.

Jednostavno i lako izvođenje proizvodnog procesa predstavlja jedan od značajnih preduslova uspješnog organizovanja proizvodnje. To mora biti obezbijeđeno usvojenim projektnim rješenjima. Jednostavnost u organizaciji i izvođenju procesa proizvodnje se može realizovati:

1. Izborom tehnike i tehnologije;
2. Pravilnim rasporedom opreme;
3. Pravilnim izborom radnog prostora;
4. Pravilnim izborom kretanja materijala;
5. Stalnim mjerama kontrole;
6. Dobrim uslovima rada;
7. Dobrom organizacijom proizvodnje.

Pravilan transport materijala u proizvodnim postupcima predstavlja važan segment troškova i preduslov za uspješnu proizvodnju. Transport obuhvata *spoljašnji i unutrašnji*. Troškovi se odnose na ukupni transport (spoljašnji i unutrašnji), a njihova visina zavisi od samog procesa. Elementi koje obuhvata analiza transporta su:

1. Ukupna količina transportovanog materijala;
2. Osobine transportovanog materijala;
3. Sistem transporta regiona i lokacije gdje treba organizovati preduzeće;
4. Ukupne investicije za organizovanje transporta i cijena koštanja po jedinici proizvoda;
5. Energija potrebna za transport i njeno uklapanje u energetski sistem lokacije i regiona;
6. Izbor kretanja materijala.

Elastičnost postrojenja i procesa za prilagođavanje promjenama podrazumijeva da će proces dugo vremena biti u upotrebi. Da bi proces opstao u uslovima konkurencije potrebno je stalno unapređenje strukture. Unapređenje se odnosi na uklanjanje neusklađenosti nastalih u fazi tekuće proizvodnje (npr. tipa uskih i širokih grla) kao i dosljednu primjenu novina u tehnici i tehnologiji nastalih kao posljedica razvoja.

Proizvodni proces se mora projektovati tako da su promjene u cilju proširenja, povećanja kapaciteta i eventualne promjene vrste proizvoda lako izvodljive. Ovaj zahtjev se ostvaruje:

1. Izborom savremene tehnike i tehnologije;
2. Pravilnim rasporedom mašina i uređaja;
3. Kratkim vremenom za proizvodne i pomoćne operacije;
4. Stvaranjem uslova za promjene mašina, uređaja ili same tehnologije;
5. Automatizacijom i mehanizacijom;
6. Predviđanjem prostora za proširenje već u fazi projektovanja.

Efikasnost proizvodnog procesa u uslovima tržišta i konkurencije stvara uslove za standardni kvalitet i pristupačne cijene, odnosno siguran plasman proizvoda. Ovaj preduslov, za opstanak na tržištu, rješava se već u fazi projektovanja. Projektant mora predvidjeti projektna rješenja koja vode računa o ovim zahtjevima. Zato je neophodno:

1. Izabrati postrojenja-mašine visokog učinka;
2. Izabrati savremenu tehnologiju;
3. Pravilno rasporediti opremu;
4. Predvidjeti racionalno kretanje materijala u procesu;
5. Primijeniti savremenu organizaciju rada i dobre radne uslove.

### Proračun proizvodne opreme

*Potreban broj mašina* i opreme za dati proizvodni program zavisi od niza faktora od kojih su glavni: tehnološki proces, dimenzije, oblik, masa i priroda proizvoda, režim i fond vremena rada.

Proračun potrebnog broja mašina može da se izvrši na dva načina:

- *grubo*, na osnovu tehničko-ekonomskih pokazatelja o sličnoj proizvodnji,
- *detaljno*, na osnovu tehnološke dokumentacije.

Broj mašina na osnovu *pokazatelja* može da se izračuna po sljedećim obrascima:

$$I_r = \frac{Q \cdot h}{T_f \cdot n}, \quad i \quad I_r = \frac{Q}{q \cdot n},$$

gdje je:

- $I_r$  - računski broj mašina,
- $Q$  - obim proizvodnje (*t/god*),
- $h$  - prosječan broj mašinskih časova potrebnih za izradu 1 tone djelova,
- $T_f$  - fond vremena rada mašina (*h*),
- $n$  - broj smjena,
- $q$  - prosječna godišnja proizvodnja jedne mašine u *tonama*, za rad u jednoj smjeni.

Stvarni broj mašina u pogonima se dobija iz sljedećeg izraza:

$$I = \frac{I_r}{\eta_{sr}},$$

gdje je :

- $\eta_{sr}$  – prosječni koeficijent vremenskog iskorišćenja mašina (iskustveno iznosi 0.65 – 0.9 zavisno od tipa proizvodnje i usvojene opreme).

Pri proračunu na osnovu *tehničko-ekonomskih pokazatelja* dobija se ukupni broj potrebnih proizvodnih mašina. Ovaj broj se zatim *dijeli na pojedine tipove* ili grupe mašina, na osnovu *proporcionalnog učešća* pojedinih tipova ili grupa u ukupnom broju mašina. Procentualno učešće se dobije na osnovu proizvodnih iskustava i projektantske prakse.

Kada postoji razrađen kompletan tehnološki postupak potreban broj mašina se računa *na osnovu tehnoloških karti* (detaljan proračun). Ukupno vrijeme koje opterećuje pojedine mašine ( $T_u$ ), uzima se iz zbirne liste sastavljene prema proizvodima, za sve operacije i sve tipove mašina (Tabela 23). Potreban broj mašina (za dati tip) je dat izrazom:

$$I_{ri} = \frac{T_u}{T_f \cdot n},$$

gdje je:  $T_u$  – ukupno vrijeme koje opterećuje pojedine mašine.

Stvarni broj mašina je:

$$I_i = \frac{I_{ri}}{\eta_{sr}},$$

gdje je:  $\eta_{sr}$  – prosječni koeficijent vremenskog iskorišćenja datog tipa mašina (zavisi od tipa mašina i veličine serije, a može se odrediti iz iskustvenih podataka).

**Tabela 23.** Sastavljanje zbirne liste za izbor broja i tipova mašina

| Broj proizvoda | NAZIV PROIZVODA  | Broj crteža                                   | Materijal | Broj komada za 1 proizvod | Broj komada godišnje | Masa (kg)  |                         | Ukupno vrijeme za razne tipove mašina |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        | UKUPNO |  |
|----------------|--|---|-----------|---------------------------|----------------------|------------|-------------------------|---------------------------------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|--------|--|
|                |  |   |           |                           |                      | Za 1 komad | Za godišnju proizvodnju | Mašina 1                              |        |             |        | Mašina 2    |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                |  |   |           |                           |                      |            |                         | Mala                                  |        | Srednja     |        | Velika      |        | Mala        |        | Srednja     |        | Velika      |        |        |  |
|                |  |   |           |                           |                      |            |                         | Za proizvod                           | Ukupno | Za proizvod | Ukupno | Za proizvod | Ukupno | Za proizvod | Ukupno | Za proizvod | Ukupno | Za proizvod | Ukupno |        |  |
| 1.             | 2.   | 3.  | 4.        | 5.                        | 6.                   | 7.         | 8.                      | 9.                                    | 10.    | 11.         | 12.    | 13.         | 14.    | 15.         | 16.    | 17.         | 18.    | 19.         | 20.    | 21.    |  |
|                | Proizvod A<br>Proizvod B<br>.....                              |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | Ukupno sati<br>-za god. prog.<br>-za rez. djelo.<br>-za usluge |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | UKUPNO:  |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | Proračunati broj mašina  |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | Usvojeni broj mašina   |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | Koeficijent iskorošćenja mašina                                | U rubrici UKUPNO dati prosječan stepen iskor. |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | Koeficijent jednovremen. opsluživanja više mašina              |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | Broj čovjek-čas  |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | Proračunat broj radnika  |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |
|                | Usvojen broj radnika   |   |           |                           |                      |            |                         |                                       |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |        |  |

Kod *linijske proizvodnje* gdje se proces odvija prema redosljedu tehnoloških operacija, broj mašina zavisi od broja operacija i vremena potrebnog za njihovo izvođenje. Potreban broj mašina se izračunava po obrascu:

$$I = N_o + \Sigma (I_i - 1),$$

gdje je :

$N_o$  – broj taktova (radnih mjesta različitih po operacijama) koji se izvode na datoj liniji;

$I_i$  – stvarni broj mašina na  $i$ -toj operaciji; gdje je  $I_i = I_{ri}/\eta$ .

Za serijsku proizvodnju je  $\eta = 0.75 \div 0.85$ , a za masovnu  $\eta = 0.65 \div 0.75$ .

Potreban broj mašina za izvođenje operacija na  $i$ -tom taktu linije izračunava se iz izraza:

$$I_{ri} = \frac{t_{ki}}{T_c},$$

gdje je:  $t_{ki}$  – ukupno vrijeme potrebno za izvođenje operacija na  $i$ -tom taktu;  
 $T_c$  – takt proizvodnje.

### Sirovinsko-energetska osnova

Nijedan projekat nije sam sebi cilj, već je cilj proizvod. Da bi on ostvario mora se početi od polaznog materijala-sirovine. Organizacija proizvodnje i dobijanje proizvoda se postiže preradom sirovine, odnosno njenim prevođenjem u novi oblik. Kako proizvodnja zahtijeva energiju, znači da se za svaki proizvod mora posjedovati sirovinsko-energetska baza.

Ulazna strane procesa proizvodnje sadrži ova dva bitna elementa. Ona mora biti jasno precizirana već u polaznoj fazi prikupljanja i izrade projektne dokumentacije. To je ujedno i bitan faktor za dalje odluke kod projektovanja i organizovanja proizvodnje, tj. izmjenu materijala-sirovina i njihovo pretvaranje u poluproizvod (polufabrikat), odnosno gotovi proizvod.

Ocjena za *sirovinsku bazu* se donosi analizirajući sljedeće elemente:

1. Količinu sirovina koje se prerađuju;
2. Ukupno raspoloživu količinu sirovina u odnosu na projektovani kapacitet proizvodnje;
3. Postojanost izvora sirovina;
4. Kvalitet sirovine, cijenu i postojanost kvaliteta i cijene;
5. Način snabdijevanja sa sirovinom;
6. Mogućnost prilagođavanja sirovina eventualnim promjenama tehnologije i novim zahtjevima za kvalitetom proizvoda;
7. Mogućnosti daljeg razvoje u zavisnosti od sirovina.

Analiza *energetske baze* obuhvata temeljnu ocjenu svih vidova energije. Pravilno rješenje energetske baze čini projekat valjanim i pruža dobre tehno-ekonomske pokazatelje.

U vezi sa energijom treba naglasiti da je izbor pravaca razvoja u nadležnosti nosilaca političko-privrednih ovlašćenja. Jednom usvojena energetska rješenja suštinski opredjeljuju naredne kapacitete industrije i odluke o njihovom pravcu razvoja, dinamici promjena, disperziji i sl. Napuštanje realizovanih ideja je nemoguće bez enormnih troškova.

Izbor energije obuhvata *energiju koja učestvuje u tehnološkom procesu* i *energiju koja omogućava odvijanje tehnološkog procesa*. Potrebe se odnose na ukupnu potrošnju energije za odvijanje procesa i pojedinačnu potrošnju po agregatima i vrstama energije. Analiza sadrži



sljedeće elemente:

1. Izvore energije lokacije-regiona za koji se projektuje proizvodnja;
2. Vrste energije (nafta, gas, ugalj, električna energije, vodena para i sl);
3. Varijante rješenja za energiju i uticaj na cijenu koštanja proizvoda;
4. Način snabdijevanja energijom po varijantama;
5. Sigurnost snabdijevanja energijom i cijenu;
6. Kako se uklapa izabrana energija u energetske potencijal lokacije i regiona;
7. Za specifične tehnologije sa opredijeljenom vrstom energije (npr. elektrolitički procesi) obrazlože se elementi u sklopu prethodno navedenih faktora.

### Tržište

Projektovanje, izgradnja i organizacija proizvodnje ima smisla ako je proizvod namijenjen za zadovoljenje određenih potreba, kao gotov proizvod ili dalju preradu, kao poluproizvod. Svaka proizvodnja pripada odgovarajućoj privrednoj grani, i ima odgovarajuće mjesto na tržištu. *Tržište se odnosi na nabavku i prodaju.* Kako je već naglašeno, detalji se moraju ispitati već u fazi predprojektovanja. Elementi značajni za ocjene se odnosi na:

1. Stanje proizvodnje planiranog proizvoda u zemlji i inostranstvu;
2. Potrošnju za period od prethodnih 10 godina;
3. Trend porasta proizvoda u planovima drugih proizvođača;
4. Mogućnosti i uslove plasmana na domaćem i inostranom tržištu;
5. Specifičnosti lokacije kod tržišta i plasmana;
6. Mogućnosti razvoja proizvodnje s obzirom na stanje tržišta.

Ispitivanje tržišta se najčešće povjerava specijalizovanim organizacijama. Moguće je formiranje i posebnih grupa specijalista za pojedine važne segmente ove oblasti. Proizvodnja ne smije biti organizovana a da se tržište naknadno obezbjeđuje. Sigurnost podrazumijeva da je riješen plasman od 70% ukupnog kapaciteta u fazi predprojektovanja.

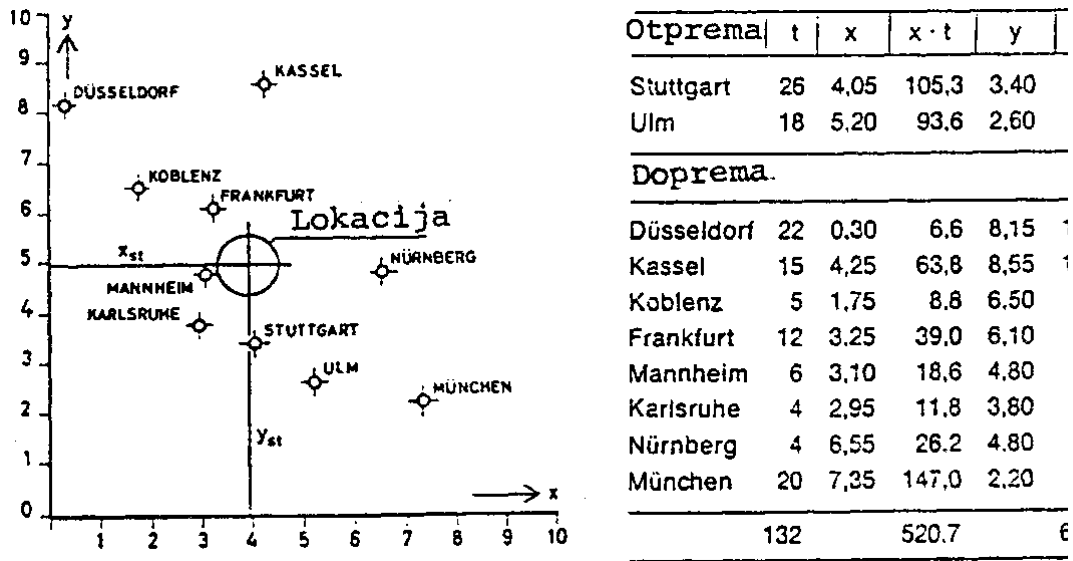
### Lokacija

Osnovni faktori koji opredjeljuju cjelishodnost izgradnje i eksploatacije nove fabrike na datoj lokaciji su sljedeći:

- postojanje slobodnih površina za postavljanje fabrike,
- postojanje sirovinske osnove,
- snabdijevanje energijom,
- snabdijevanje vodom,
- rješenje transporta,
- rješenje za otpadne vode,
- blizina naseljenih mjesta i njihove karakteristike,
- povoljni topografski, geološki, hidrometeorološki i klimatski uslovi,
- kulturološko-sociološki i strateški uslovi.

Na slici 46. dat je primjer određivanja geografskog položaja (*šire lokacije*) za jednu fabriku u Njemačkoj. Položaji isporučioaca i kupaca (krajnjih potrošača) daju se tabelarno i unose u odgovarajući koordinatni sistem (koordinate su  $x$  i  $y$ ). U tabelu se unose količine materijala u tonama ( $t$ ) koje se dovode na datu lokaciju i odvoze do krajnjih potrošača. »Idealna lokacija« je data koordinatama  $X_{st}$  i  $Y_{st}$ :

$$X_{st} = 520.7/132 = 3.95; \quad Y_{st} = 652.7/132 = 4.95.$$



Slika 46. Postupak određivanja šire lokacije na osnovu troškova transporta

Poslije određivanja šire lokacije za izgradnju fabrike pristupa se izboru samog terena u okviru date oblasti (*mikrolokacija*), odnosno od mogućih površina za izgradnju industrijskih objekata bira se najpovoljnija površina prema generalnom urbanističkom planu i drugim uslovima.

Uslovi koji se analiziraju pri izboru terena, uz navedene o infrastrukturi (putevi, kolosijeci, plovni pravci) i snabdijevanju (sirovine, energija, voda i sl.), su:

- konfiguracija terena, njegove dimenzije, reljef, karakteristike zemljišta, mogućnost pojave podzemnih voda i potencijalna opasnost od poplave,
- položaj stambenih naselja u odnosu na pravac dejstva glavnih vjetrova i mogućnost postavljanja sanitarno zaštitne zone koja je usaglašena sa propisima,
- položaj i vrsta industrijskih objekata kada mogu da se zajednički koriste energetski izvori, postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, i sl,
- mogućnost proširenja fabrike.

### Radna snaga

Potreban broj proizvodnih radnika se određuje na osnovu ukupnog vremena potrebnog za godišnju proizvodnju, ili kod orjentacionih proračuna na osnovu tehničkih pokazatelja. Proračun radne snage se izvodi po obrascu:

$$R = \frac{T_u}{T_{fr} \cdot S},$$

- gdje je:  $R$  – potreban broj radnika za datu operaciju;  
 $T_u$  – ukupno vrijeme potrebno za izvođenje pojedinih operacija u (h);  
 $T_{fr}$  – stvarni fond vremena radnika u časovima (umanjeno za godišnji odmor, bolovanje, i sl);  
 $S$  – broj mašina koje poslužuje jedan radnik jednovremeno.

Potreban broj proizvodnih radnika može da se odredi na osnovu usvojenog broja mašina po obrascu:

$$R = \frac{T_f \cdot n \cdot I \cdot \eta_{sr}}{T_{fr} \cdot S},$$

gdje prosječan broj mašina (S) koje opslužuje jedan radnik zavisi od tipa mašina (može da se kreće se od 1 do 15).

Prosječan broj radnika koji rade na opsluživanju proizvodnje u mašinskim radionicama (radnici koji rade na pripremi i podešavanju mašina, alatničari, radnici koji rade na remontu i održavanju mašina, transportni radnici, radnici zaposleni u skladištu idr.) se određuje na osnovu ukupnog broja proizvodnih radnika (npr. u fabrikama opreme za metalurgiju je 35-50 %).

U slučaju montažnih radova, broj radnika za *stacionarnu montažu* određuje se po formuli:

$$R = \frac{T_{mon}}{T_{fr}},$$

gdje je:

$T_{mon}$  – ukupni obim montažnih radova u časovima;  
 $T_{fr}$  – stvarni fond vremena radnika u časovima.

Broj radnika kod *linijske montaže* za izvođenje operacije na *i*-tom taktu iznosi:

$$R = \frac{T_{oi}}{T_c},$$

gdje je:

$T_{oi}$  – ukupno vrijeme potrebno za izvođenje operacije na *i*-tom taktu,  
 $T_c$  – takt montaže.

Potreban broj pomoćnih radnika u montažnim radionicama može se orijentaciono odrediti kao procentualni udio u odnosu na proizvodne radnike (20-45% u zavisnosti od vrste proizvoda i tipa proizvodnje).

Broj zaposlenih radnika u upravi, razvoju, tehničkom birou, pripremi, administraciji, itd. iznosi 12-20% od ukupnog broja svih radnika. Proračun broja radnika se vrši po odjeljenjima, smjenama, stepenu stručnosti i prikazuje se u odgovarajućim tabelama.

## Rad i radni uslovi

Proizvod sa niskom cijenom koštanja zahtijeva *visoki stepen iskorišćenja efektivnog rada*. Ovaj bitan faktor proizvodnje, kao i u prethodnom slučaju, mora biti obezbijeđen u fazi projektovanja. Dobra projektna rješenja to omogućavaju. Međutim, ako se zanemari kod projektovanja vrlo teško može biti realizovan naknadno u toku proizvodnje, ili izaziva dopunske troškove.

Zbog toga se kod projektovanja mora voditi računa o sljedećem:

1. Izabrati dobru i savremenu tehnologiju;
2. Predvidjeti adekvatan stepen mehanizacije i automatizacije, a ručnu manipulaciju svesti na minimalno moguću mjeru;
3. Projektovati tako da se kretanje radnog osoblja svede na minimum;
4. Uskladiti rad mašina i postrojenja da bi se izbjegli prazni hodovi i uska grla;
5. Obezbijediti dobre radne uslove.

U kontekstu ukupnih projektnih rješenja treba voditi računa da se *obezbjede dobri radni uslovi. U suprotnom, svako rješenje je neadekvatno i nekompletno.* Isto se odnosi ukoliko nijesu zadovoljene mjere sigurnosti na radu. Samo u povoljnim i dovoljno sigurnim radnim uslovima se mogu postići dobri proizvodni rezultati. Humani radni uslovi i dosljedno poštovanje propisa i normativa podrazumijeva:

1. Pravilno i dobro osvjetljenje;
2. Pravilno riješeno grijanje i klimatizacija;
3. Efikasno i lako odstranjivanje svih otpadnih materijala u procesu;
4. Saniranje posljedica buke i vibracija primjenom adekvatnih mjera;

### Kretanje materijala i transportni sistemi

*Transportni sistem je integralni dio proizvodnje, i kod projektovanja zaslužuje istu pažnju koja se poklanja proizvodnim operacijama.* Naime, u industriji se:

- na ciklus proizvodnje rijetko troši više od 10% ukupnog vremena,
- troškovi transporta materijala u raznim granama privrede iznose od 10% do 80% od proizvodnih troškova,
- učešće radne snage na poslovima transporta i manipulacije kreće od 5-35%,
- zahtijeva vrijeme angažovanja proizvodnih visoko kvalifikovanih radnika na manipulaciji i transportu oko 15%.

Evidentno je da troškovi transporta utiču na cijenu proizvoda, i zato ih je potrebno detaljno identifikovati. Oni se mogu podijeliti na direktne i indirektne. Direktni troškovi se dijele na stalne i promjenljive.

Stalni troškovi su: amortizacija, anuiteti i osiguranje.

Promjenljivi troškovi su: električna energija i pogonsko gorivo, plate transportnih radnika, održavanje i režijski troškovi.

Indirektne troškove je teško kvantifikovati, ali se ne mogu ni zanemariti. Odnose se na:

- *izgubljeno vrijeme, nedovoljno iskorišćenje proizvodne opreme i smanjeni obim proizvodnje zbog zastoja u transportu i neblagovremene dopreme materijala;*
- *oštećenja zbog transporta ili nestručnog rukovanja transportnim sredstvima.*

### Osnovi zadaci transportnih sistema

*Transportni sistem predstavlja kombinaciju više istih ili različitih transportnih sredstava koji rade zajedno na ispunjenju određenog transportnog zadatka.* Osnovni zadatak transportnog sistema je:

- premještanje tereta,
- skupljanje više transportnih tokova u jedan,
- razgranavanje jednog na više tokova,
- usklađivanje vremena operacija radi regulisanja brzine tokova kod procesa proizvodnje.

### Osnovni principi rješavanja problema transporta materijala

Postojeća iskustva omogućavaju da se izdvoje sljedeći osnovni principi :

1. *Projektovanje uvijek mora da obuhvata cio sistem kretanja materijala;*
2. *Redoslijed operacija (raspored opreme) treba da omogući povoljan tok materijala sa smanjenim ili eliminisanim nepotrebnim kretanjem;*
3. *Oprema treba da omogući različite zadatke, radi ostvarenja eventualnih promjena;*

4. *Kada postoji mogućnost i kada je opravdano treba:*
  - *koristiti jedinične terete* (transportne jedinice - TJ),
  - *mehanizovati i/ili automatizovati transport,*
  - *izvršiti standardizaciju* (tipova transportne i pomoćne opreme),
  - *koristiti gravitaciju* za kretanje materijala uvijek kada je to korisno;
5. *Obezbijediti pouzdane i sigurne radne uslove* da bi se smanjilo vrijeme čekanja i veliki procenat povreda na radu povezanih sa transportom i kretanjem materijala.

Efikasnost rada transportnog sistema se izražava kroz troškove po jedinici tereta koji se transportuje ( $\text{€/t}$ ), ( $\text{€/TJ}$ ), itd. Pri tome, treba napomenuti da postoje slučajevi kada maksimalna ekonomičnost nije glavni cilj.

#### **Princip jediničnog tereta**

Princip jediničnog tereta podrazumijeva efikasno transportovanje materijala najpogodnijeg oblika i veličine transportne jedinice, koristeći mehanizovana sredstva. Transportna jedinica može da sadži komadasti teret, rasuti teret, tečnost ili gas.

U industrijskom transportu se najčešće koriste *jedinični tereti tipa*: paleta, sudova, kontejnera, samonosećih TJ na točkovima, snopova, bala, rolni, itd.

#### **Elementi za povezivanje, spajanje i razdvajanje**

Unutrašnji transport ostvaruje premještanje tereta, svođenje više tokova u jedan, raspodjelu tereta iz jednog u nekoliko tokova. Pored toga transportni sistemi mogu, u pojedinim slučajevima, ispuniti i druge zadatke, npr. funkciju međuskladišta, sortiranje, itd. To znači, da se svi transportni zadaci mogu podijeliti na:

- čisti transport (transportovanje tereta),
- pretovar,
- pokretna međuskladišta,
- skupljanje ili raspodjelu tereta.

Saglasno ovakvim zadacima transportni sistemi mogu da sadrže i opremu za *povezivanje, razdvajanje* (račvanje, dijeljenje) i *spajanje*.

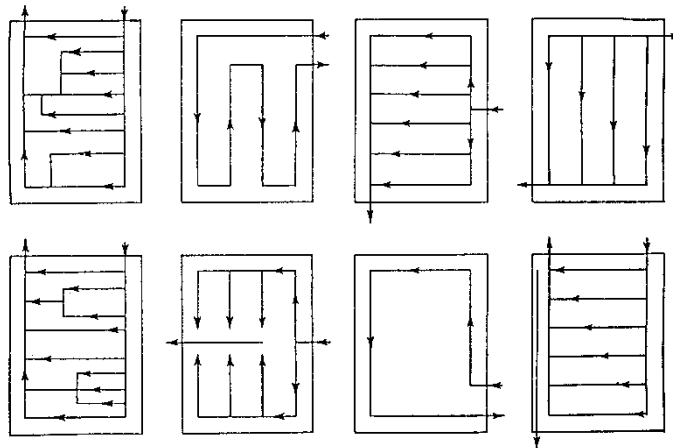
Elementi za povezivanje mjesta služe za transportovanje ili za skupljanje tereta (akumulaciju) između dva prostora. Konstruktivno oni se izvode kao neprekidni ili prekidni transport.

Elementi za račvanje dijele, a elementi za spajanje objedinjuju dva ili više tokova materijala u jedan. U oba slučaja oprema može biti sa neprekidnim i prekidnim radom.

#### **Analizu kretanja materijala**

U projektantskoj praksi se koriste se brojni opisno-analogni modeli kretanja materijala. Ovdje su izdvojeni šema kretanja i dijagram procesa izrade.

**Šema kretanja materijala.** Postavlja grafički prikaz puta kretanja materijala kroz proizvodni proces od sirovine do gotovog proizvoda. Šema može da se razvije u jedan ili više pravaca i to u horizontalnom i vertikalnom pravcu. Ona ima veliki uticaj na oblik i veličinu zgrade (prizemna ili višespratna). Mjesto početka (ulaz) i završetka (izlaz) zavisi od planiranog položaja proizvodne jedinice u odnosu na tokove materijala. Na slici 47. prikazan je primjer sa izdvojenim šemama.



**Slika 47.** Moguće šeme horizontalnog kretanja materijala unutar pogona

Slično se mogu formirati šeme vertikalnog kretanja materijala unutar pogona.

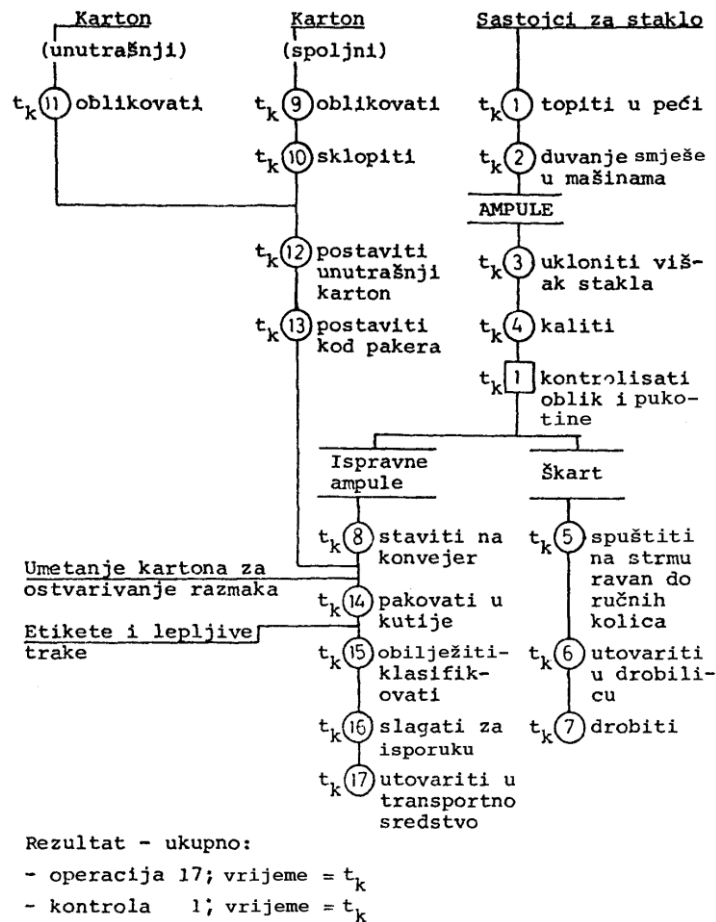
Šema kretanja materijala može da se postavi kao *opšta* za razmještaj proizvodnih odeljenja i skladišta i *posebna* unutar proizvodnog odeljenja za raspored mašina i radnih mjesta u *jednom* proizvodnom pogonu.

**Dijagram procesa izrade** sadrži kretanja materijala i planiranje layout-a korišćenjem sljedećih simbola:

- **Operacija** - Namjeran proces koji predmetu daje konačno stanje (oblikovanje, obrada, sklapanje, rasklapanje), može da označava i operaciju pretovara pri detaljnoj analizi transportnih aktivnosti;
- **Kontrola** - Provjera količine ili kvaliteta;
- **Transport** - Kretanje predmeta ili materijala sa jednog mjesta na drugo, normalno se isključuje kretanje koje je obuhvaćeno procesom;
- **Zastoj (odlaganje)** - Zastoj u procesu do sljedeće planirane operacije, proizišao iz drugih okolnosti nego što je proces (čekanje na neku drugu akciju ili ostatak materijala iz njegove grupe);
- **Skladištenje** - Planirana imobilizacija materijala;
- **Medufuzno skladištenje** - Privremeno uskladištenje između faza izrade;
- **Kombinovane aktivnosti** - Aktivnosti koje se izvode istovremeno (u ovom slučaju procesna operacija i kontrola), prikazuju se kombinacijom prethodnih simbola.

Na slici 48. dat je primer primjene ovog dijagrama za proizvodnju i pakovanje ampula od stakla. Simboli se postavljaju jedan za drugim na vertikalnoj liniji i pokazuju tok (napredovanje) proizvoda. Horizontalne linije prikazuju snabdijevanje pojedinim komponentama. Operacije i kontrola se posebno označavaju i numerišu. Završetak jednog toka prenosi na početak sljedećeg vertikalnog do kompletiranja cjeline.

Konstrukcija dijagrama se izvodi uvijek sa desna na lijevo. Pored svakog simbola za operaciju i kontrolu se upisuje vrijeme izvođenja datog procesa i opis aktivnosti. U dijagramu se evidentira ukupni broj operacija i mjesta za kontrolu proizvoda, a daje se ukupno vrijeme procesa i vremena kontrole.



Slika 48. Dijagram procesa izrade staklenih ampula

**Efikasnost transportnih sistema**

Jedan od značajnih kriterijuma za određivanje efikasnosti sistema kretanja materijala je *brzina*, odnosno *vrijeme protoka materijala* kroz sistem. Oni su određeni karakteristikama transportnih uređaja, odnosno transportnog sistema i uslovima samog proizvodnog sistema.

*Vrijeme protoka materijala* (dužina stvarnog ciklusa proizvodnje) je dato izrazom:

$$T_{PM} = \sum t_o + \sum t_t + \sum t_w + \sum t_z$$

- gde je:  $\sum t_o$  - ukupno vrijeme izrade datog proizvoda;
- $\sum t_t$  - ukupno vrijeme transporta;
- $\sum t_w$  - ukupno vrijeme čekanja uslovljeno transportom;
- $\sum t_z$  - ukupno vrijeme zastoja uslovljeno organizacijom procesa.

Koeficijent protoka je dat izrazom:

$$p = \frac{T_{PM}}{\sum t_o}$$

Koeficijent zavisi od navedenih komponenti vremena i treba da teži jedinici. Realne vrijednosti

su od 2 do 10, a u pojedinim slučajevima ima i znatno veće vrijednosti (npr. 40-50).

### Kapacitet uređaja kontinuiranog transporta

Kapacitet transportnog uređaja ili sistema je definisan kao količina rasutog tereta (data u jedinicama mase ili zapremine) ili broj transportnih jedinica (za komadasti teret) koje se prenose u jedinici vremena. Pri tome je potrebno razlikovati *projektovani (tehnički) i stvarni (radni) kapacitet*.

*Projektovani* - tehnički kapacitet je količina tereta koja se prenese u jedinici vremena pri nominalno (prosječno) napunjenom elementu (uređaju) koji nosi teret i pri projektovanoj (konstantnoj) radnoj brzini.

*Stvarni (radni) kapacitet* je određen eksploatacionim uslovima rada.

Odnos između stvarnog i projektovanog kapaciteta je *koeficijent iskorišćenja*:

$$\eta_s = \frac{Q_s}{Q} = \frac{V_s}{V}$$

gdje je:

$Q_s$  i  $V_s$  - stvarni (radni) kapacitet uređaja ( $t/h$ ), odnosno ( $m^3/h$ );

$Q$  i  $V$  - projektovani kapacitet uređaja ( $t/h$ ), odnosno ( $m^3/h$ );

$\eta_s$  - ukupni koeficijent iskorišćenja, osim gornje formula, može da se odredi po formuli:

$$\eta_s = \eta_\psi \cdot \eta_\phi \cdot \eta_g$$

gdje je:

$\eta_\psi = 0,85-1$ , stvarno iskorišćenje elementa koji nosi teret, (kod idejnih projekata može da se uzme da je  $\eta_\psi = 1$ );

$\eta_\phi$  - vremensko iskorišćenje uređaja;

$\eta_g$  - faktora gotovosti (stvarnih radnih uslova).

### Kapacitet uređaja prekidnog transporta

Tehnički kapacitet uređaja prekidnog transporta je dat izrazom:

$$Q = q_o \psi N_c,$$

gdje je:

$q_o$  - nominalna nosivost uređaja,

$\psi$  - prosječni koeficijent iskorišćenja nosivosti,

$N_c$  - broj radnih ciklusa uređaja određuje se po formuli:

$$N_c = \frac{1}{\sum t_i},$$

gdje je  $\sum t_i$  - zbir vremena pojedinih zahvata i kretanja koje uređaj napravi u toku jednog ciklusa. dosljednim sprovođenjem svih mjera sigurnosti.



## Potrebna površina

Površine fabrika se mogu podijeliti na sljedeće djelove proizvodnog sistema:

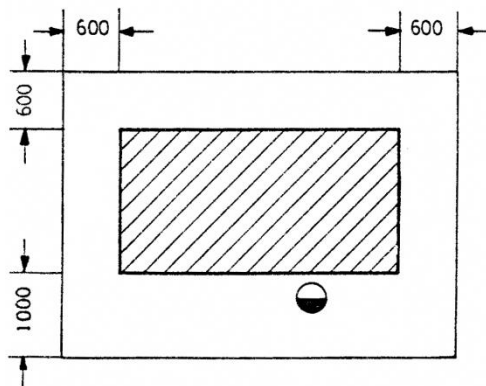
- proizvodne (osnovne) radionice,
- odjeljenja, radionice i postrojenja za opsluživanje proizvodnje i obezbjeđenje uslova rada,
- opšte službe (uprava, razvoj, administracija, restoran društvene ishrane, zdravstvena stanica, odjeljenja sanitarne tehnike itd.).

Proizvodna površina obuhvata prostor radionice potreban za postavljanje:

- proizvodne opreme,
- pomoćne opreme,
- uređaja za manipulaciju i transport,
- međufaznih skladišta,
- transportnih puteva i prolaza između opreme i radnih mjesta unutar odjeljenja.

Površine proizvodnih odjeljenja se određuju na osnovu gabaritnih mjera opreme, veličine radnih mjesta, propisanih rastojanja između mašina (radnih mjesta) i preporučenih mjera za prolaze i manipulaciju.

Za određivanje *proizvodnih površina*, u početnom stadijumu projektovanja (izrada idejnih projekata) koriste se gabaritne dimenzije mašina korigovane koeficijentom popravke (Slika 49). Gabaritne dimenzije mašina uzimaju se iz kataloga proizvođača (pravougaonik datih gabaritnih mjera), a korekcija se izvodi na osnovu površine potrebne za normalno opsluživanje mašina (tipična uvećanja na bočnim stranama prikazana su na slici 49).



**Slika 49.** Osnovna površina potrebna za postavljanje mašine: gabaritne dimenzije mašine (prikazane šrafiranim pravougaonikom), i uvećanja sa strana (određuju se za normalno opsluživanje)

Potrebna površina za postavljanje date mašine data je izrazom:

$$A_{mi} = A_{osi} \cdot f_i,$$

gdje je :

$A_{osi}$  – osnovna površina mašine,

$f_i$  – koeficijent popravke (iskustveni podaci, tabela 24).

Ukupna površina koju zauzimanju mašine jednog pogona, uključujući ostale potrebne prostore bez glavnih transportnih puteva (opsluživanje, održavanje i popravke, odlaganje djelova,

manipulaciju, prolaze između mašina i sigurnosnu površinu) određuje se po izrazu:

$$A_M = \sum_{i=1}^n A_{mi} ,$$

gdje je: n- broj mašina u pogonu.

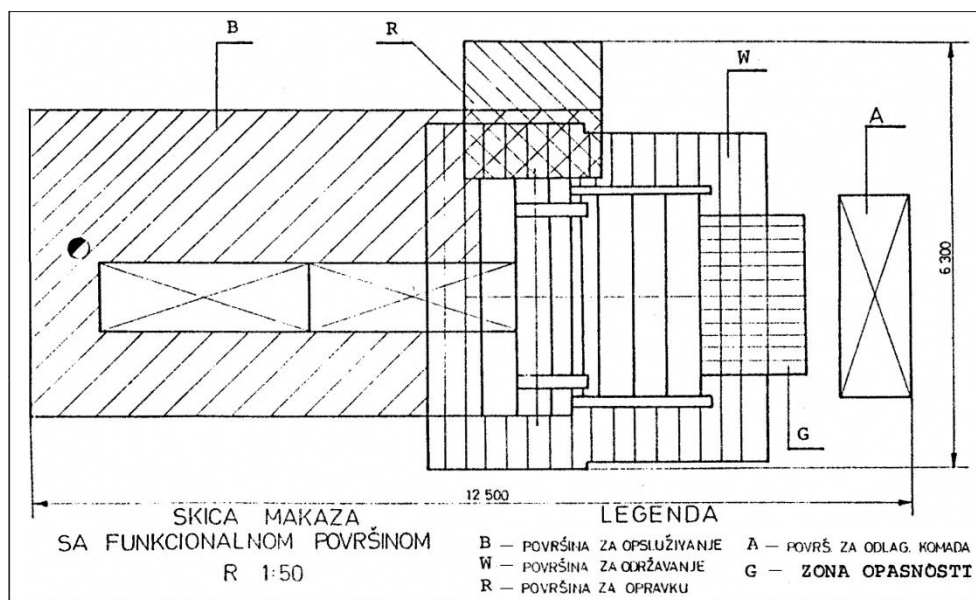
**Tabela 24.** Popravni koeficijenti za proračun potrebne površine za mašine

| Osnovna površina mašine (m <sup>2</sup> ) | Koeficijent popravke |
|---|----------------------|
| Veća od 16                                | 2                    |
| 12 do 16                                  | 2.5                  |
| 4 do 12                                   | 3                    |
| Manja od 4                                | 4                    |

Potrebno je napomenuti da ovaj proračun daje približne rezultate zato što je uvedena pretpostavka da je osnova svih mašina pravougaona, tako da u glavnom projektu treba detaljno analizirati strukturu svih potrebnih površina.

Procjena potrebnih površina može da se izvrši i na osnovu pokazatelja “specifična površina”. Ovaj pokazatelj se odnosi na prosječnu vrijednost površine u m<sup>2</sup> za jednu mašinu, odnosno radno mjesto kod pojedinih oblika proizvodnje i može se odrediti iz odgovarajućih iskustvenih podataka.

**Funkcionalne površine** kod izrade glavnog projekta računaju se na osnovu površine za postavljanje proizvodne opreme. Osnovna projekcija mašina se crta u obliku pravougaonika. Potrebna površina se dobija postavljanjem novih površina potrebnih za opsluživanja (radno mjesto) sa sve četiri strane osnovnog pravougaonika, zatim površina za održavanje, opravku odlaganje komada i zaštitnu površinu zbog mjera bezbjednosti radnog mjesata (Slika 50).



**Slika 50.** Skica funkcionalnih površina za hidrauličnu mašinu

## Površine pomoćnih odjeljenja i radionica

Površine za *opsluživanje proizvodnje* i obezbjeđenje uslova rada obuhvataju pomoćna odjeljenja i radionice, postrojenja za proizvodnju i raspodjelu energije i postrojenja koja obezbjeđuju potrebne uslove za rad, uključujući glavne prolaze između pojedinih odjeljenja smještenih u jednoj zgradi i prolaze za slučaj požara. Površine se određuju planiranjem predviđene opreme i radnih mjesta na osnovu proračuna po tehnološkim normama projektovanja, ili pomoću pokazatelja.

Pri grubom proračunu veličine pomoćnih površina mogu se dobiti iz pokazatelja ukupne specifične površine. Veličina pomoćne površine može iznositi 30-60 % ukupne površine, tako da treba obratiti posebnu pažnju kod njihovog dimenzionisanja.

*Odjeljenje za pripremu* služi za obavljanje pripremnih operacija. Ovo odjeljenje se postavlja u sklopu skladišta (obično kod manjih pogona) ili kao zasebna cjelina. Često rad odjeljenja za pripremu treba potpuno uklopiti u tehnološki proces proizvodnje. Površina se određuje na osnovu broja potrebnih mašina ili dimenzija komada (prostor za manipulaciju).

Odjeljenje tehničke kontrole služi za kontrolu izrađenih djelova. Obično se postavlja na kraju procesa ispred skladišta. U pogonima je često predviđena i međuoperaciona kontrola postavljajanjem kontrolnih punktova između mašina.

Površina kontrolnog odjeljenja zavisi od broja kontrolora i potrebne opreme, pri čemu se uzima da je potrebno 6-8 m<sup>2</sup> za jednog kontrolora.

*Odjeljenje za pripremu alata* je centralizovano i služi za razne operacije prilagođavanja alata za upotrebu. Nalazi se uz skladište alata. Spacifična površina potrebna za jednu mašinu zavisi od broja mašina koje se opslužuju sa alatima i kreće se od 8-22 m<sup>2</sup>.

*Remontno odjeljenje* služi za održavanje proizvodne i pomoćne opreme, tekuće i periodične opravke i obavljanje svih radova koji su vezani sa opsluživanjem proizvodnje. Površina odjeljenja se približno može da odredi na osnovu broja proizvodnih mašina.

## Osnovni tehničko-ekonomski pokazatelji

Tehničko-ekonomski pokazatelji pomažu projektantu pri upoređivanju predloženog rješenja sa već izvedenim objektima u procjeni tehničko-ekonomskog nivoa projekta.

Neki od osnovnih pokazatelja su:

1. **Proizvodnost fabrike [t/m<sup>2</sup>/god];**
2. **Proizvodnost po zaposlenom [t/čovjeku/god];**
3. **Proizvodnost po proizvodnom radniku [t/čovjeku/god];**
4. **Vrijeme po jedinici proizvoda (npr. h/t).**

*Proizvodnost fabrike* predstavlja godišnju proizvodnju u **tonama** po m<sup>2</sup> ukupne površine (proizvodne i pomoćne prostorije direktno vezane za proces proizvodnje, bez sanitarnih prostorija, garderobe i kancelarija). Pokazatelj se može prikazati i samo za pojedina proizvodna odjeljenja. On omogućava da se izvrši približna ocjena potrebne površine na osnovu planiranog programa-obima proizvodnje.

*Proizvodnost po zaposlenom radniku* predstavlja godišnju proizvodnju u (t) po zaposlenim

radnicima u koje spadaju:

- proizvodni radnici,
- pomoćni radnici,
- radnici u upravi, tehničkim, administrativnim službama, itd.

Proizvodnost po proizvodnom radniku predstavlja godišnju proizvodnju u (t) po zaposlenim proizvodnim radnicima.

Ova dva pokazatelja daju ocjene potrebnog broja radnika na osnovu planiranog obima proizvodnje buduće fabrike.

Utrošak časova po t proizvoda (h/t), se proračunava po obrascu:

$$U_r = \frac{R \cdot T_h}{Q},$$

gdje je: **R** - broj radnika;

**T<sub>h</sub>** - godišnji fond vremena rada u časovima;

**Q** - godišnja proizvodnja u tonama.

U tabeli 25. prikazani su obrasci koji sadrže izdvojene tehno-ekonomske pokazatelje.

**Tabela 25.** Tehno-ekonomski pokazatelji kod različitih tipove proizvoda

| R/br. | NAZIV<br>POKAZATELJA                   | Jedinica              | PROIZVODNI PROGRM |   |   |   |   |
|-------|--|-----------------------|-------------------|---|---|---|---|
|       |  |                       | PROIZVOD          |   |   |   |   |
|       |  |                       | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.    | Godišnji obim proizvodnje              | t                     |                   |   |   |   |   |
| 2.    | Ukupna površina fabrike                | m <sup>2</sup>        |                   |   |   |   |   |
| 3.    | Ukupan broj radnika                    |                       |                   |   |   |   |   |
| 4.    | Režim rada (broj smjena)               |                       |                   |   |   |   |   |
| 5.    | Ukupan broj mašina                     |                       |                   |   |   |   |   |
| 6.    | Godišnji proizvod po radniku           | t/rad/god             |                   |   |   |   |   |
| 7.    | Gidišnja proizvodnja po m <sup>2</sup> | t/m <sup>2</sup> /god |                   |   |   |   |   |
| 8.    | Obim rada za izradu t proizvoda        | čovjek-čas            |                   |   |   |   |   |
| 9.    | Godišnji proizvodnju po jednoj mašini  | t                     |                   |   |   |   |   |
| 10.   | Površina po jednoj mašini              | m <sup>2</sup>        |                   |   |   |   |   |
| 11.   | Broj mašinskih časova za t proizvoda   | h/t                   |                   |   |   |   |   |
| 12.   | Površina hale po radniku               | m <sup>2</sup>        |                   |   |   |   |   |
| 13.   | Stepen iskorišćenja mašina             | %                     |                   |   |   |   |   |

### Investicioni program

Nakon izrade idejnog projekta potrebno je završiti investicioni program. Investicioni program predstavlja posebnu cjelinu projektne dokumentacije. Radi se po metodologiji koja je usaglašena, a obuhvata prevođenje svih potreba za realizaciju investicija na cijene, troškove i potrebna ulaganja. Zatim se izračunavaju pokazatelji za ocjenu investicija. Investiciona ulaganja imaju visoko učešće u cijeni koštanja proizvodnje. Visina investicionih ulaganja, njihova

struktura i konstrukcija opterećuju cijenu proizvoda dugi vremenski period i opredjeljuju sudbinu preduzeća. Veliki broj preduslova treba ispuniti da bi se obezbijedili niski investicioni troškovi. Preciznije, investicioni troškovi su direktno povezani sa svim navednim faktorima idjenog projekta, ali se naročito potencira značaj:

1. Izboru savremene tehnologije;
2. Pravilnog izbora lokacije;
3. Pravilnog i opravdanog izbora opreme i prostora;
4. Maksimalne usklađenosti kapaciteta na svim proizvodnim linijama;
5. Pravilnog izbora kretanja materijala.

### GLAVNI TEHNOLOŠKI PROJEKAT

*Glavni projekat predstavlja detaljno rješenje na osnovu koga mogu da se izvode radovi i oforni pogon. Izrađuje se na osnovu odobrenog idejnog projekta i investicionog programa. Sadrži detaljnu razradu tehnološkog procesa proizvodnje, izbor i raspored opreme s obzirom na njenu tehnološku povezanost i kretanje materijala kroz proces, detaljno rješenje unutrašnjeg tansporta i uskladištenja, konačno definisanje prostora, detaljnu specifikaciju radne snage i opreme sa predračunom investicionih ulaganja i tehnički opis.*

**Crteži:** Dispozicioni crteži se formiraju na isti način kao kod idejnog projekta i izrađuju se u razmjeri 1:50. Osnovu glavnog projekta treba dopuniti arhitektonskim mjerama svih otvora. Potrebno je kotirati osna rastojanja otvora, kotirati položaj i dimenzije stubova, izvršiti numeraciju stubova po horizontalali i vertikalni, označiti tip i pravac otvaranja vrata, vrstu i nosivost podova. Oprema se ucrtava sa tačno određenim položajem u odnosu na građevinske elemente objekta i ucrtanim kotama položaja glavnih osa ili temeljnih zavrtnjeva, označava se gabarit temelja i ucrtavaju se svi kanali i otvori sa naznačenim glavnim dimenzijama. Daju se podaci neophodni za definisanje temelja ukoliko se isti predviđaju i to: masa mašina i uređaja, zahtijevani tip temelja, način vezivanja za podlogu, dinamička opterećanja, itd.

U okviru glavnog projekta, na posebnim osnovama se ucrtavaju instalacije za razvod energije, sa kotiranim položajima pojedinih potrošača i naznačenim količinama koje se troše. Označavaju se mjesta za lokalno odsisavanje vazduha, daje se sastav gasova ili zagađenog vazduha i njihova temperatura, koncentracija prašine i označava količina koje treba odvesti iz pogona.

Obim tehnološkog dijela projekta zavisi od vrste proizvoda, tipa i obima proizvodnje, karakteristika objekta, sastava opreme i roka potrebnog za njegovu izradu. Premda glavni projekat predstavlja nastavak idejnog projekta nesporno je da treba da sadrži sljedeća poglavlja razrađena do detalja za formiranje pogona i organizaciju proizvodnje:

1. *Proizvodni program* - sastav i metode formiranja programa (tačan, svedeni preko pokazatelja). Tabelarni prikaz programa;
2. *Režim rada i fond vremena rada* opreme i radnika - daje se obrazloženje o izabranom režimu rada pojedinih odjeljenja. Na osnovu izabranog režima rada određuje se fond vremena rada opreme i radnika;
3. *P-Q-analizu*. Izbor tipa proizvodnje;
4. *Opšte rješenje tehnološkog procesa*. Normative utroška materijala i izrade bilansa materijala prema kvalitetu i polaznim dimenzijama. Normative vremena izrade, radne snage i energije. Dijagram toka izrade. Obrazloženje izabranog tehnološkog procesa i tehničko-ekonomsku opravdanost usvojenog nivoa mehanizacije i automatizacije;

5. *Određivanje-izbor i proračun neophodne tehnološke i pomoćne opreme* (pri izradi projekta rekonstrukcije fabrike ili dijelova fabrike navodi se broj postojeće opreme).  
Određivanje radnih mjesta;
6. *Određivanje potrebnih površina proizvodnih odjeljenja;*
7. *Određivanje površina pomoćnih radionica i postrojenja* za opsluživanja proizvodnje i obezbjeđenje uslova rada;
8. *Postavljanje glavnih tokova materijala* i proračun ukupne količine materijala koji se transportuje kroz pogone. Razmještaj prostora, opreme i radnih mjesta;
9. *Rješenje transporta materijala* sa proračunom i izborom transportnih uređaja. Određivanje ciklusa transporta i izračunavanje proizvodnih kapaciteta svih uređaja. Izračunavanje transportnog učinka. Dijagram kretanja materijala. Uticaj dinamike kretanja na realizaciju unutrašnjeg transporta.
10. *Projektovanje skladišta* za čuvanje sirovine, goriva, gotovih proizvoda i dr. Određivanje lokacije pojedinih skladišta. Izbor tipa skladišta i određivanje potrebnog prostora za uskladištenje. Izbor i proračun mehanizacije skladišta;
11. *Specifikaciju radne snage*. Broj proizvodnih radnika određen prema ukupnom vremenu potrebnom za izvođenje proizvodnih operacija, ostale kategorije radnika na osnovu prosječnih pokazatelja u odnosu na broj proizvodnih radnika (obično procenat u zavisnosti od tipa proizvodnje);
12. *Specifikaciju opreme-osnovne i pomoćne*, sa naznačenim glavnim karakteristikama opreme, gabaritnim mjerama, masom, instalisanom snagom i ostalim detaljima značajnim za izbor, ugradnju i eksploataciju;
13. *Opšte rješenje problema snabdijevanja energijom* sa podacima za projektovanje instalacija (električna energija, grijanje i provjetravanje, komprimovani vazduh, para, voda idr.) – sastavlja se spisak potrošača sa navođenjem njihovih glavnih karakteristika i određuju se godišnja potrošnja električne energije, pare, vode, komprimovanog vazduha, itd. Rekapitulacija potrošnje energije;
14. *Izrada dispozicionog rješenja (LAYOUT)* – konačni raspored pojedinih odjeljenja, mašina i radnih mjesta, sa crtežima osnove i presjeka u koje je ucrtana oprema (crteži se izrađuju u razmjeri 1:100, 1:200 ili 1:50);
15. *Program građevinske izgradnje* sa naznačenim osnovnim parametrima zgrade – daje se obrazloženje o usvojenom tipu zgrade, sa njenim glavnim karakteristikama. Rješenje prirodnog i vještačkog osvijetljenja radnih prostorija. Daje se položaj priključaka za snabdijevanje energijom tehnološke opreme i transportnih uređaja sa naznačenom vrstom energije i količinama;
16. *Situacioni plan preduzeća*. Raspored objekata se crta u razmjeri 1:500 ili 1:1000;
17. *Usaglašavanje projekta sa zahtjevima zaštite na radu*. Projekat zaštite na radu;
18. *Usaglašavanje projekta sa mjerama za sprečavanje ili smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu*. Elaborat ekološke zaštite;
19. *Tehnički izvještaj* (detaljan opis cjelokupnog procesa) sa tehničko-ekonomskim pokazateljima i kritičnim osvrtom na dato rješenje. Upoređenje predloženog rješenja sa

sličnim pogonima iz literature, ili postojećim pogonima. Tabelačni pregled pokazatelja.

#### **Obavezni opšti prilozi projektu**

1. Dokaz da su za izgradnju obezbijedena finasijska sredstva;
2. Rješenje o registraciji preduzeća, koje je izradilo projekat;
3. Dokaz o izvršenoj tehničkoj kontroli investiciono-tehničke dokumentacije;
4. Rješenje o registraciji preduzeća koje je izvršilo tehničku kontrolu;
5. Dokaz o pravu korišćenje zemljišta na kome se gradi objekat;
6. Dokaz o rješenju imovinsko-pravnih odnosa za katastarske parcele koje pokrivaju objekat:
  - kopiju plana sa ucrtanim gabaritom objekta,
  - rješenje o eksploataciji,
  - rješenje o pravu korišćenja,
  - izvod iz zemljišnih knjiga;
7. Protokol regulacije.

#### **Uslovi za projektovane**

1. Urbanističko-tehnički uslovi;
2. Uslovi za priključak na mrežu vodovoda i kanalizacije;
3. Elektro-energetski uslovi;
4. Uslovi PTT-za projektovanje;
5. Energetski uslovi;
6. Uslovi za izgradnju skladišta.

Potrebne saglasnosti na investiciono-tehničku dokumentaciju od strane nadležnih organa i organizacija:

1. Saglasnost za protivpožarnu zaštitu;
2. Saglasnost za sanitarnu ispravnost;
3. Saglasnost nadležnog organa za urbanizam;
4. Saglasnost nadležnog ograna za vodoprivredu;
5. Saglasnost nadležnog organa za vodovod i kanalizaciju;
6. Saglasnost nadležnog organa za komunalne djelatnosti;
7. Saglasnost Elektrodistribucije;
8. Saglasnost PTT saobraćaja;
9. Saglasnost nadležnog organa za energetiku;
10. Saglasnost nadležnog organa za parne kotlove;
11. Saglasnost nadležnog organa za zaštitu životne sredine;
12. Saglasnosti nadležnih organa za saobraćaj;
13. Saglasnost nadležnih organa za industrijski kolosijek i drugih preduzeća koji koriste industrijski kolosijek.

#### **TIP PROIZVODNJE I IZBOR LAYOUT-a**

Cilj izrade tehnološkog procesa je *proizvodni sistem* koji postiže zahtijevani kapacitet na ekonomičan način. Jezgro proizvodnog sistema predstavlja **kompleks tehnologije i ljudi**.

*Projektovanjem se uspostavlja prostorna konfiguracija fizičkih elemenata (opreme, postrojenja, ...), radne snage i logističkih podsistema i vremenska sinhronizacija aktivnosti tako da se ostvare pogodni radni uslovi i racionalan način organizacije rada.*

*Fizička integracija ovih faktora ja data LAYOUT-om, koji predstavlja prostornu zavisnost pojedinih komponenti, odnosno kako su se tehnologije i ljudi uklopili u sistem.*

Projektovanje je i proces koji je stalno prisutan u proizvodnim pogonima. Svaka promjena u asortimanu, konstrukciji, dizajnu, količinama proizvoda i sl. može da zahtijeva promjenu postojećeg layout-a. Promjena može da bude ograničena, ili da obuhvati cijelu fabriku. Zbog toga layout mora da bude fleksibilno projektovan da bi mogao da prihvati eventualne promjene u toku eksploatacije.

Poseban uticaj na formiranje dispozicije pogona imaju *proizvod, izabrani proces i očekivani nivo zaliha*, tako da je potrebno pripremiti:

- crteže proizvoda i radioničku dokumentaciju za njihovu obradu,
- specifikaciju proizvoda,
- prognoze za strukturu i vrijeme držanja zaliha
- operacione liste-radne aktivnosti koje se izvode na svakom radnom mjestu,
- karte toka-redosljed kretanja proizvoda,
- opis poslova i broj radnika na svakom radnom mjestu,
- lokaciju pogona.

Potrebno je naglasiti da usvojeni raspored opreme utiče na efikasnost rada, produktivnost, investicije i troškove datog proizvodnog sistema, odnosno treba da obezbijedi:

- efikasno iskorišćenje opreme i ljudskih resursa,
- visoki stepen iskorišćenja prostora,
- povoljno i efikasno kretanje materijala i ljudi,
- komfornu radnu sredinu i neophodne sanitarno-tehničke uslove,
- lak pristup opremi radi održavanja i popravki.

Loše projektovana rješenja u proizvodnji utiču na:

- stvaranje uskih grla, duže proizvodne cikluse, pojavu zastoja,
- kvalitet opsluživanja,
- zatrpanost radnih mjesta, mašina i prolaza materijalom,
- stvaranje loših sigurnosnih uslova,
- troškove održavanja, itd.

### Tipa proizvodnje u zavisnosti od P-Q analize

Osnovni elementi na kojima se zasniva tip proizvodnje i oblikovanje layout-a su *proizvodi (P<sub>i</sub>) i količine (Q<sub>i</sub>)*. Podaci za P i Q se dobijaju iz programa proizvodnje.

*P-Q analiza* predstavlja bazu za izbor rasporeda proizvodne opreme. Ona obuhvata sistematizaciju proizvoda i njihove količine. Proizvodi se grupišu (prema konstruktivnim, gabaritnim, masenim i tehnološkim karakteristikama) i izračunavaju količine za svaku grupu. Dobijeni rezultati se unose u dijagram. Jedinica mjere zavisi od prirode proizvoda koji su obuhvaćeni analizom.

P-Q dijagram je prikazan na slici 51a, i ima fundamentalnu povezanost sa layout-om koji se planira. Sa lijeve strane krive sa nalazi relativno mali broj proizvoda koji se izrađuje u velikim količinama. Ovo je bitan preduslov *masovne proizvodnje* (najčešće linijska proizvodnja). Potrebne su visokoproduktivne mašine, kontinualni transport, visok stepen mehanizacije i automatizacije procesa i kretanja materijala. *Opravdane su investicije za nabavku skupe specijalizovane opreme ukoliko je zagarantovana stalnost proizvodnog programa za duži vremenski period.*

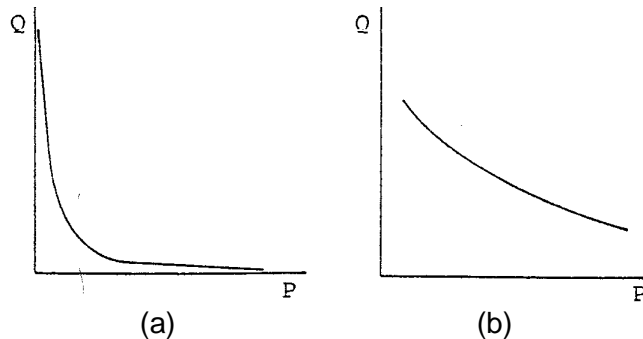


Na desnom kraju krive prisutan je veliki broj različitih proizvoda koji se izrađuje u relativno malim količinama (Slika 51a). Ovo su uslovi pogodni za *pojedinačnu ili maloserijsku* proizvodnju, predviđa se tzv. radionička proizvodnja, odnosno layout se formira prema procesu obrade. Oprema je univerzalna, pogodna za izvođenje različitih operacija, koriste se mobilne mašine i kranovi za formiranje transportnih sistema. Moguće su česte promjene proizvodnog programa tako da se ne isplate velika ulaganja u transport.

Srednji dio krive predstavlja *kombinaciju ova dva rasporeda* mašina ili radnih mjesta (*primjena grupne tehnologije, grupne montaže, ili fleksibilnih proizvodnih sistema*).

Postoje ograničenja primjene P-Q dijagrama i to posebno kada su proizvodi ili procesi potpuno različiti. U tom slučaju proizvodi se prvo grupišu po jednom od sljedećih faktora:

- prirodi proizvoda (oblik, masa, gabariti),
- materijalu,
- postupku obrade (redosljedu operacija),
- zahtijevanom kvalitetu,
- opremi (kod rekonstrukcije postojećih pogona),
- vrsti zgrade,
- opasnosti za zaposlene u procesu,
- organizacionoj strukturi,
- vrsti energije koja se koristi u procesu, itd.



**Slika 51.** Oblik krive P-Q za razdvojen (a) i jedinstven layout (b)

a zatim se primijeni P-Q analiza za svaku grupu posebno.

### Formiranje layout-a

Osnovu za projektovanje dispozicije opreme (formiranje layout-a) čini tok tehnološkog procesa (kod projektovanja proizvodnih hala-radionica) ili funkcija objekta (kod projektovanja skladišta). Kod proizvodnih pogona raspored opreme i radnih mjesta može da se formira na sledeći način:

- *prema procesu koji se odvija* (grupisanje mašina prema vrsti poslova), tzv. prekidni sistemi,
- *prema proizvodu*, odnosno prema redosljedu izvođenja tehnoloških operacija, (grupisanje mašina prema redosljedu poslova), tzv. kontinualni sistemi,
- *kombinovanjem dva prethodna načina* (proizvodnja u »ćelijama«, odnosno stvaranje autonomnih radnih jedinica-fleksibilna proizvodnja),
- *sa fiksnom pozicijom proizvoda*.

Raspored opreme i pojedinih odjeljenja u skladištima i mnogim pomoćnim odjeljenjima se izvodi prema osnovnoj funkciji koju obavljaju. Kod skladišta osnovna funkcija je čuvanje zaliha, tako da

je često značajnije iskorišćenje prostora od troškova transporta. *Kod procesa u hemijskoj industriji dominiraju kontinualni sistemi.*

### **Prekidni sistemi**

Raspored mašina i radnih mjesta prema procesu primjenjuje se obično u pojedinačnoj proizvodnji, odnosno tamo gdje se u istom pogonu proizvodi široki asortiman proizvoda. Mašine, radna mjesta i procesi se grupišu prema funkciji koju obavljaju, tj. stvaraju se odjeljenja pojedinih tipova mašina.

Svaki komad (pozicija) može da ima različiti skup operacija i različiti redosljed njihovog izvođenja. Komad se obrađuje slijedeći redosljed procesa. Opterećenje radnih mjesta (mašina) je promjenljivo. Tehnološka dokumentacija određuje proces i vrijeme potrebno za njegovo izvođenje.

Mašine, radna mjesta ili odjeljenja se posmatraju kao mjesta (centri) opsluživanja. Van toga se ostvaruje čekanje komada. U projektovanju prekidnih sistema značajna je lokacija mjesta opsluživanja. Zato je poželjno da lokacije koje imaju najveću interakciju budu jedna do druge radi smanjenja troškova transporta.

Osnovne karakteristike prekidnih sistema su:

- A. Pogodni su za mali obim i široki asortiman proizvoda.
- B. Ekonimični su kada se zahtijeva fleksibilnost u obimu, asortimanu i dizajnu proizvoda.
- C. Poslovi zahtijevaju šire znanje (specijalizaciju) radnika i visoku kvalifikaciju.
- D. Veliki obim transporta, dugo zadržavanje u procesu i veliku nedovršinu proizvodnju.
- E. Potrebna su međufazna skladišta velike površine.
- F. Investiciona ulaganja su relativno mala.

### **Kontinualni sistemi**

Proizvodna linija kod ovih sistema je uređena tako da se radne operacije izvode jednovremeno i nižu jedna za drugom na proizvodu koji se kreće određenom brzinom. Postavljanje mašina i radnih mjesta prema proizvodu (linijski raspored) se primjenjuje u masovnoj i serijskoj proizvodnji. Na jednoj liniji kod masovne proizvodnje obrađuje se samo jedan dio, dok se kod serijske proizvodnje na liniji obrađuje više djelova sa istim ili sličnim rasporedom operacija. Djelovi se izrađuju u serijama koje se periodično ponavljaju.

*Neophodni uslovi* da bi linijska proizvodnja mogla normalno da funkcioniše i da njeno korišćenje bude jednostavno i ekonomično su:

- A. Proizvodni program mora da bude stalan za jedan duži vremenski period. Količina (obim) proizvodnje mora da bude dovoljna da pokrije troškove postavljanja linije.
- B. Program proizvodnje mora da se sastoji iz relativno malog broja različitih proizvoda sa relativno velikim količinama.
- C. Vremena izvođenja pojedinih operacija na liniji moraju da budu približno ista (proizvodnja treba da je vremenski uravnotežena), odnosno kretanje proizvoda duž linije treba da se sinhronizuje zajedničkim faktorom uravnoteženja (vrijeme takta).
- D. Proizvodna linija treba da obezbijedi kontinualnost procesa. Kako zastoj na jednoj mašini izaziva zastoj cijele linije, potrebno je osigurati kontinualno snabdijevanje i spriječiti kvarove na opremi (zahtijeva se visoka pouzdanost proizvodne i transportne opreme).

- E. Konstruktivna i tehnološka dokumentacija treba da bude stručno i precizno urađena da obezbijede jednostavnu izradu i sklapanje proizvoda.

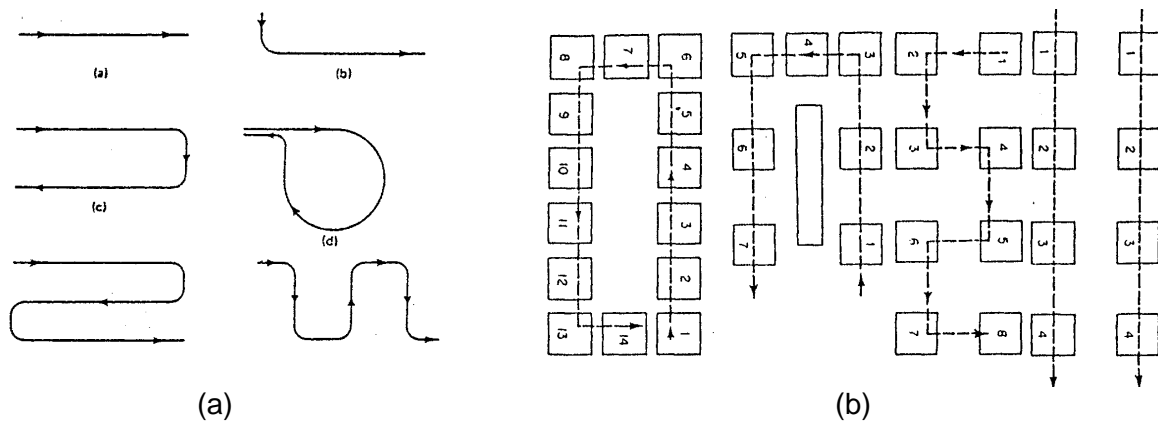
Osnovni tokovi procesa kontinualnih sistema su fiksni i prate liniju koja može da bude I, L, U, O i S-linija (Slika 52a). Zavisno od vrste i asortimana proizvoda, obima proizvodnje itd., layout može da se razvija na različite načine (slika 52b). Pošto su tokovi fiksni raspored operacija je jednostavan, tako da je osnovni problem *ravnomjerno kretanje proizvoda duž linije, odnosno vremensko uravnoteženje izvođenja pojedinih operacija*. To znači da oprema i ljudski potencijal treba da budu sinhronizovani prema taktu, odnosno vremenu po radnom mjestu.

Proces uravnoteženja može da se djelimično ostvari u tzv. pravim kontinualnim sistemima (proizvodnja ulja, šećera, hemijska industrija, itd.). Potpuno uravnoteženje svih operacija se postiže rijetko. Češće se javlja »ekstra vrijeme« u pojedinim operacijama procesa. Preciznije, vrijeme pojedinih operacija ima oblik krive raspodjele u odgovarajućem intervalu.

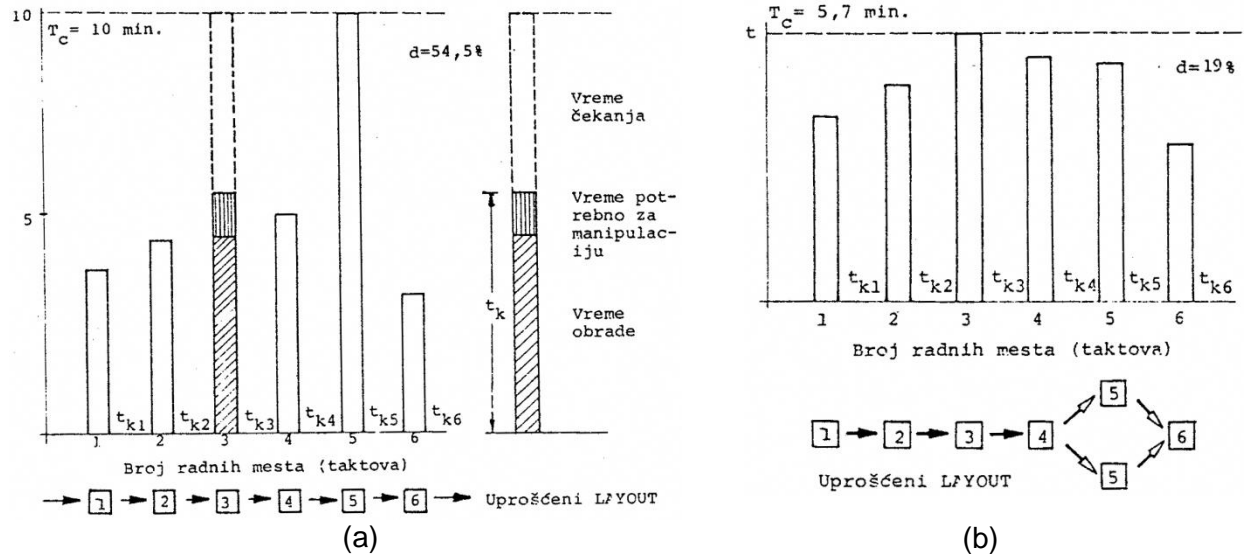
Uravnoteže proizvodnih linija može da se obavi na sljedeći način:

- A. Poboljšanjem izvođenja operacija;
- B. Uvođenjem paralelnog rada (usvajanjem većeg broja mašina,)
- C. Postavljanjem skladišta na mjestima gdje se akumulira materijal;
- D. Dužim vremenom rada, ili zamjenom sa produktivnijom mašinom.

Vrijeme takta projektovane linije se određuje prema uskom grlu. Na slici 53. je prikazano vrijeme takta grupe operacija. Ono odgovara vremenu trajanja najduže operacije na radnom mjestu 5 i iznosi 10 minuta. Međutim, ako se operacija na tom mjestu razdvoji na dva dijela onda se takt smanji na 5,7 minuta. Vrijeme čekanja sa tako smanji sa 54% na 19%.



Slika 52. Osnovni tokovi kontinualnih sistema (a) i razvijanje layout-a (b)



Slika 53. Histogram vremena na liniji sa šest radnih mjesta i uprošćeni layout (a), i mogućnost smanjenja ciklusa podjelom operacije na mjestu najdužeg vremena (b)

### Kombinovani sistemi

Kombinacijom prethodna dva rasporeda mašina i radnih mjesta stvoren je koncept grupe tehnologije i tzv. fleksibilna proizvodnja. Ovim rješenjem se pokušava da modifikuje tradicionalni layout prema procesu, koristeći prednosti linijske proizvodnje. U dijagramu P-Q proizvodnja je locirana u srednjem dijelu krive.

Grupna tehnologija dozvoljava proizvodnju relativno malih količina, koristeći ekonomske prednosti linijske proizvodnje. To se postiže formiranjem proizvodnih grupa ili ćelija koje preuzimaju potpunu proizvodnju familije sličnih komponenti. *Kao rezultat postignut je uprošćeni sistem kretanja materijala i smanjena manipulacije.*

Primjena tehnologije obuhvata dva koraka:

- Određivanje djelova koji imaju isti ili sličan redosljed operacija;
- Proizvodna oprema se raspoređuje u ćelije od kojih svaka sadrži mašine koje se koriste za izvođenje procesa u okviru izdvojenih familija djelova. Tako nastaju male radionice, odnosno podsistemi.

### Sistemi sa fiksnom pozicijom proizvoda

Kod rješenja layout-a sa fiksnim pozicijama proizvod je stacionaran dok mu se resursi (ljudi, oprema, materijali, alati) prinose. Ovakav način proizvodnje se primjenjuje kod proizvoda veoma velikog gabarita i mase: brodovi, avioni, kotlovi, mostovi, itd. Proizvodni program obuhvata veoma mali asortiman proizvoda koji se izrađuju u malim serijama ili najčešće pojedinačno. Proces je baziran na tehnološkom prioritetu operacija, tako da je glavni problem projektovanja planiranje operacija.

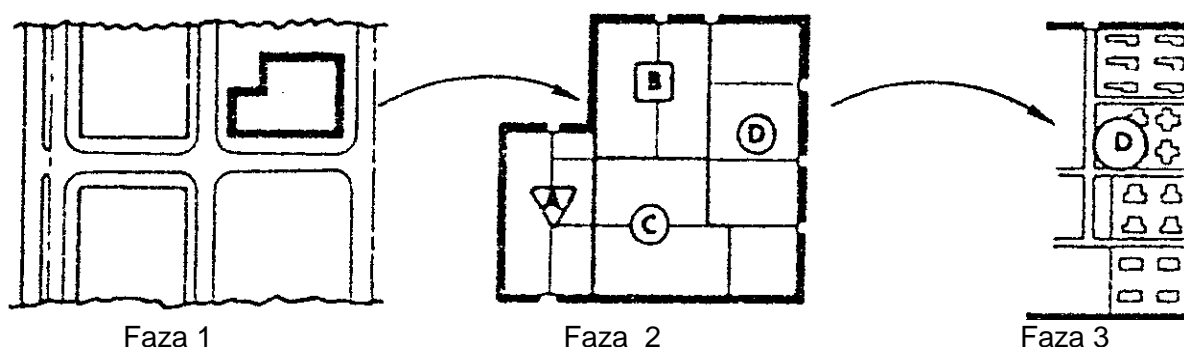
Ova vrsta layout-a se primjenjuje kada je nepoželjno ili nepraktično pokretati proizvod kroz sistem.

## Razmještaj opreme i dimenzionisanje

Razmještaj opreme se sastoji u prostornom formiranju optimalnog položaja za fizička sredstva proizvodne jedinice. Pri tome se izdvajaju tri faze formiranja prostornog rasporeda (Slika 54), i to:

- raspored objekata u okviru situacionog plana (1 faza),
- raspored radionica i odjeljenja unutar jednog objekta (2 faza),
- raspored mašina, odnosno radnih mjesta u okviru jednog pogona (3 faza).

Zbog značaja rasporeda proizvodnih sredstava i proizvodnog prostora izvršena su brojna ispitivanja koja su imala za cilj izvođenje optimalnih rješenja. Neka od tih rezultata se mogu iskoristiti za uobičajene projektantske zadatke.



**Slika 54.** Šematski prikaz faza kod formiranja dispozicije fizičkih sredstava

Za efikasan raspored opreme i prostora u okviru proizvodnog pogona treba izvršiti analize tako da se:

- A. *Ostvare minimalni troškovi unutrašnjeg transporta.* Postiže se pravilnim izborom transportnog sistema. Rješenja se ocjenjuju na osnovu broja transportnih ciklusa, pređenog puta, transportnog učinka (proizvod obima transporta i odgovarajućeg rastojanja transportovanja), učešća ručnog manipulisanja materijalom, itd.
- B. *Povratni putevi svedu na minimum i po mogućnosti, da se ne ukrštaju.* Znači, radne operacije treba da teku po određenom redoslijedu i samo u jednom smjeru, odnosno svuda gdje je moguće eliminisati povratne trase.
- C. *Ostvare minimalni investicioni troškovi.* Pošto razmještaj direktno utiče na investicione troškove, jedan od indikatora efikasnosti može da bude odnos prostora za opremu i prostoru za skladištenje materijala.
- D. *Eksploatacioni troškovi budu minimalni.* Optimalni raspored proizvodne opreme može da redukuje ukupne troškove unutrašnjeg transporta, smanji zalihe nedovršene proizvodnje, omogući efikasnije funkcionisanja cijelog postrojenja i pozitivno utiče na upravljanje proizvodnjom.
- E. *Omogući nesmetano izvođenje proizvodnog procesa,* odnosno efikasno korišćenje mašina, osoblja, raspoloživog prostora i fleksibilnost u proizvodnji (promjena proizvodnog programa, povećanje obima proizvodnje, itd.).
- F. *Minimizira ukupno vrijeme potrebno za izvođenje ciklusa proizvodnje* i broj različitih tipova uređaja za unutrašnji transport.
- G. *Obezbijedi lako upravljenje proizvodnjom i pogodni radni uslovi.*

Pored različitih ciljeva koji mogu da se postave projektantu, prisutno je niz ograničenja, koja utiču na formiranje rješenja, kao:

- postojeće zgrade (položaj stubova, zidova, rampi za prijem i otpremu, nosivost poda, skladišta, kancelarije, instalacije, itd.),
- troškovi preuređenja postojećeg objekta (građevinski elementi, premještanje opreme i instalacija),
- nivo buke, zagađenost pojedinih pogona, vibracije i potresi, održavanje,
- širina prolaza i saobraćajnica, način transporta, geometrija novoprojektovanih zgrada,
- razni propisi.

### Razmještaj opreme

U osnovi **razmještaj proizvodne opreme** odnosno uređenje proizvodnog prostora može da se izvrši na dva načina:

1. *Prema vrsti procesa.* Mašine i uređaji se grupišu prema funkciji koju obavljaju u specijalizovana odjeljenja. Lokacije ovih odjeljenja su određene prema nekom od kriterijuma zavisno od tehnološkog procesa.
2. *Prema redosljedu tehnoloških operacija (poslova).* Oprema se postavlja u liniju, saglasno operacijama koje se vrše na proizvodima.

Samo jedan od ova dva rasporeda se rijetko sreće. Najveći broj rješenja je njihova kombinacija.

Postupak razmještanja pojedinih lokacija se izvodi tako što se prvo planira cjelokupan prostor, odnosno fabrika kao cjeline, a potom se formira raspored opreme u okviru svakog odjeljenja.

### Dimenzije prostora za opremu

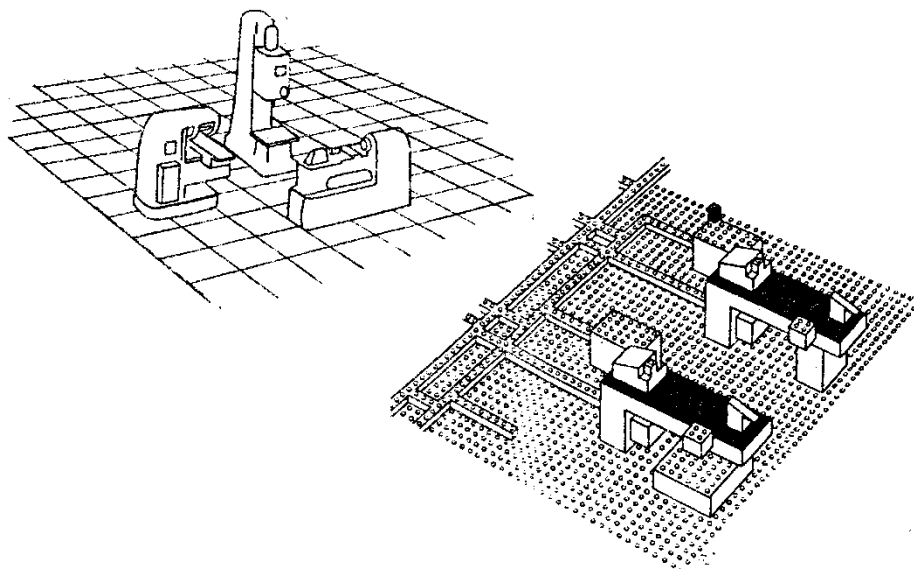
Na osnovu sastava odjeljenja i službi, proračunate površine i usvojenog rasporeda opreme sastavlja se dispozicioni plan (LAYOUT).

Dispozicioni crteži se sastavljaju po sljedećem redosljedu: crta se osnova zgrade sa spoljnim zidovima, nanosi mreža stubova sa označenim koordinatama (na x-osi 1, 2, 3...itd., na y-osi A, B, C...itd.), i ucrtavaju stubovi sa njihovim temeljima. Razmještaju se površine odjeljenja, ucrtavaju glavni prolazi, kolosjeci, pregradni zidovi i unutrašnja vrata. Na ovako pripremljeni plan se razmještaju oprema i radna mjesta, ucrtavaju dizalice i njihove staze, kao i drugi uređaji unutrašnjeg transporta.

Razmještanje opreme i radnih mjesta se najlakše može izvesti pomoću računarskih programskih paketa, mada se mogu koristiti i gotovi šabloni (Slika 55). Gabaritne mjere prostora za opreme se određuju prema već navedenim instrukcijama.

Projektovanje se može izvesti nanošenjem koordinatne mreže u određenoj razmeri i raspodjelom modela prostora za opremu do konačnog rasporeda tehnološke opreme, pomoćne opreme, transportnih uređaja, itd. Usvojeno rješenje se ucrtava na osnovu i daju se odgovarajući presjeci.

Osnove se crtaju u razmeri 1:50 ili 1:100, a za veoma velike pogone 1:200. Poprečni i uzdužni presjeci zgrada daju se u razmjerama 1:50 i 1:100. Montažni crteži se izrađuju u razmjeri 1:50 i 1:25.



Slika 55. Šema razmješataja opreme pomoću trodimenzionalnih modela

### Dimenzije otvora i saobraćajnica

Dimenzije vrata za prolaz se mogu usvojiti na osnovu preporuka ili standarda, npr:

|                                   | širina, (m) | dužina, (m) |
|-----------------------------------|-------------|-------------|
| – željeznice sa električnom vučom | 4.5         | 6.5         |
| – kamiona                         | 3.0         | 4.5         |
| – putničkih automobila            | 2.0         | 2.25        |

Dimenzije prolaza za opsluživanje se takođe usvajaju na osnovu preporuka ili standarda, npr.:

|              | Minimalna širina, (m) | Normalna širina, (m) |
|--------------|-----------------------|----------------------|
| do 100 ljudi | 1.10                  | 1.20                 |
| do 300 ljudi | 1.65                  | 1.80                 |
| do 500 ljudi | 2.20                  | 2.40                 |

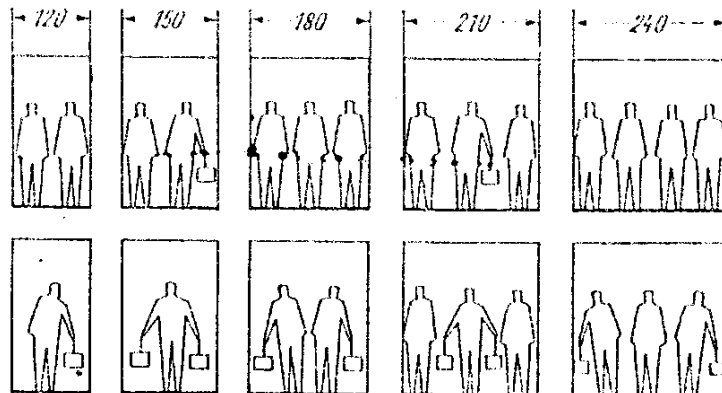
U radnim prostorijama glavni hodnici za prolaz ljudi moraju biti široki najmanje 1.5 m, a sporedni hodnici najmanje 1.0 m. Radi lakog opsluživanja i čišćenja oruđa za rad moraju se obezbijediti sigurnosni prolazi širine najmanje 0.7 m.

Na slici 56. date su širine hodnika zavisno od broja osoba (sa ili bez tereta). Slika 57. prikazuje sigurnosnu širinu pješačke staze kada je postavljena duž glavne saobraćajnice.

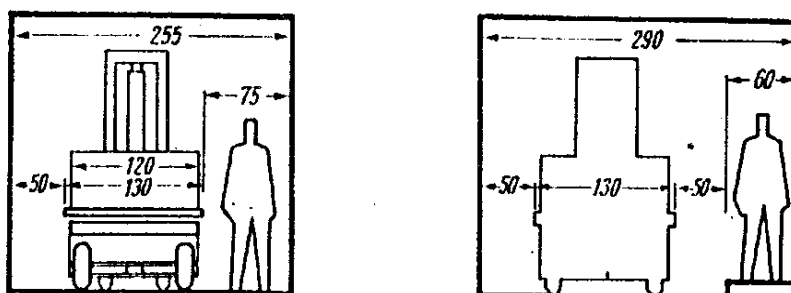
U tabeli 26. su date norme za prolaze između mašina. Sva data rastojanja su minimalna.

Širine glavnih saobraćajnica mogu da se odrede prema slici 58, gdje je **b** najveća širina vozila ili tereta, a **b<sub>p</sub>** širina pješačkog prelaza (0.7 m).

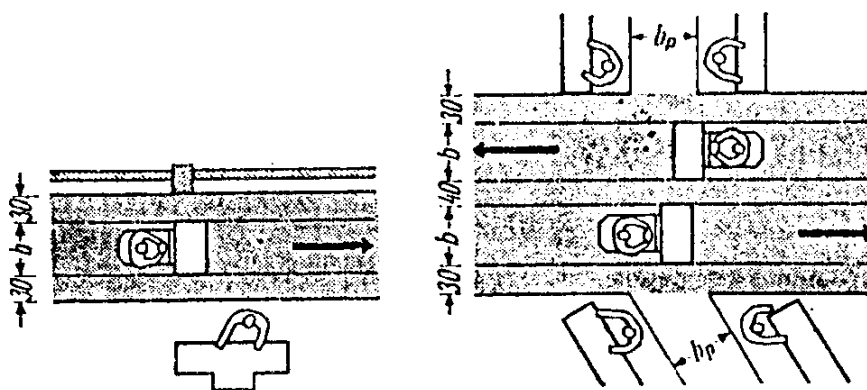
Širina saobraćajnica za opsluživanje radnih mjesta ili manipulaciju robom u skladištu se određuje na osnovu dimenzija tereta, tipa i nosivosti viljuškara.



Slika 56. Širine hodnika za različiti broj osoba koje se kreću sa ili bez tereta



Slika 57. Sigurnosne staze za pješake duž glavne saobraćajnice



Slika 58. Širina glavnih sobračajnica unutar fabričke hale

Normativi za postavljanje opreme se odnose na: rastojanje između mašina, rastojanje od zida (prednje, zadnje i bočne strane), rastojanje od stuba (prednje, zadnje i bočne strane), itd., i određuju se na osnovu gabaritnih dimenzija, odnosno na osnovu odgovarajućih tabela ukoliko se radi o standardnim mašinama.



**Tabela 26.** Norme za minimalne dimenzije prolaza između mašina

| Primijenjeni transportni uređej                  | Pravac kretanja | Minimalna širina prolaza (m) |   |   |
|--|-----------------|------------------------------|---|---|
|  |                 | Bez zone za opsluživanje     | Sa jednom zonom za opsluživanje opreme uključujući radne zone | Sa dvije zone za opsluživanje opreme uključujući radne zone |
| 1  | 2               | 3                            | 4   | 5   |
| Ručna kolica širine 0.7 m                        | Jednosmjernan   | 1.5                          | 1.8   | 2.3   |
|  | Dvosmjernan     | 2.0                          | 2.3   | 3.0   |
| Električna kolica ili viljuškari širine do 1.2 m | Jednosmjernan   | 2.0                          | 2.5   | 3.0   |
|  | Dvosmjernan     | 3.0                          | -   | -   |

Napomena: 1. Širina radne zone iznosi 800 mm.  
2. Pretpostavlja se da proizvod ne izlazi iz gabarita transportnog uređaja

### Dimenzije pomoćnih površina

Površine *opštih* odeljenja i *sanitarnih* prostorija su:

- a) *Odjeljenje za ručavanje*: 1m<sup>2</sup> po radniku (prosječno zadržavanje radnika 15-20 min). Za pomoćne prostorije i kuhinju se uzima 20-50% od površine odeljenja za ručavanje;
- b) *Zdravstvena stanica*: ljekarska ordinacija 18-20m<sup>2</sup> i čekaonica 20m<sup>2</sup>;
- c) *Garderobe*: 0.5 m<sup>2</sup> po radniku; dimenzije plakara za smještaj odijela radnika su 0.4x0.5x1.8 m;
- d) *Sanitarni objekti*: WC kabina 1.2x0.8 m (1 kabina dolazi na 10-15 žena i 20-25 muškaraca), tuš kabina 1.0x1.0 m (1 kabina na 10 radnika), grupni tuševi površina 0.5 m<sup>2</sup> po radniku (1 tuš na 20 radnika), umivaonik dimenzije 0.5x0.4 m se predviđa na 5 radnika;
- e) *Kancelarije*: Površina prostorije predviđene za obavljanje administrativnih poslova mora iznositi najmanje 3 m<sup>2</sup> po jednom zaposlenom radniku, a površina prostorije predviđene za konstrukcioni biro mora iznositi najmanje 5 m<sup>2</sup> po jednom radnom stolu odnosno tabli za crtanje. Visina tih prostorija ne smije biti manja od 2.5 m.

### Uslovi za evakuaciju radnika

Raspored i broj izlaznih vrata na prizemnim građevinskim objektima treba, po pravilu, da budu takvi da odstojanje između najudaljenijeg radnog mjesta i najbližeg izlaza ne bude veće od 50 m.

Kod višespratnih građevinskih objekata raspored i broj izlaznih vrata treba, po pravilu, da budu takvi da rastojanje između najudaljenijeg radnog mjesta i najbližeg izlaza na stepenište ne bude veće od 30 m.

Građevinski objekti dužine do 30 m i sa više od 3 sprata, moraju imati najmanje dva dovoljno udaljena stepeništa, od kojih se jedno koristi u slučaju opasnosti. Stepeništa moraju imati izlaze koji vode u slobodni prostor.

**VJEŽBA 6. PRIPREMA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE-DEIMENZIONISANJE**

## REKONSTRUKCIJA PROIZVODNIH POGONA

Projektovanje novih fabrika je relativno malo zastupljeno u ukupnom obimu projektantskih aktivnosti. Najveći broj aktivnosti se odnosi na rekonstrukciju postojećih pogona. Rekonstrukcija se primjenjuje u slučajevima:

- promjene proizvodnog programa (asortimana, uvođenje novih proizvoda),
- proširenja obima poslova,
- promjena iniciranih tehnološkim progresom,
- uvođenje novih tehnologija,
- zamjene opreme,
- usaglašavanja proizvodnje sa predviđenim planom, itd.

Prvi korak u rješavanju problema je detaljno upoznavanje sa postojećom situacijom. Potrebno je nabaviti sve planove postojećeg pogona sa specifikacijama opreme i tehničkim opisom. Posebno treba obratiti pažnju da li su unešene eventualne izmjene nastale u toku eksploatacije (*crteži su najčešće netačni!*).

Potrebno je obići navedene pogone i u kontaktu sa zaposlenim prikupiti podatke o svim nedostacima i prednostima postojećeg procesa.

Uporedo je korisno, uraditi dijagram izrade glavnih proizvoda. On omogućava da se detaljno sagledaju procesi i moguće oblasti za poboljšanje. Ukoliko su tokovi kompleksni potrebno je uraditi karte toka kretanja materijala.

Provjera se nastavlja kod tehnološka dokumentacije (tehnološke karte, operacione liste, ...), da li odgovara postojećem stanju. Razlike se registruju i pri korekciji se koriste tačni podaci.

Analiza proizvoda treba da ustanovi da li promjene u konstrukciji i dizajnu mogu da doprinesu poboljšanju proizvodnog procesa. Takođe, potrebno je proučiti metode rada pošto promjene mogu znatno da utiču na formiranje novog rasporeda mašina.

Pored navedenog, ova analiza treba da obuhvati sljedeće elemente:

- A. Opremu.** Kakvo je stanje opreme (mašinskog parka), koliko je mašina amortizovano i potrebno zamijeniti ili generalno oporaviti, da li je to moguće u raspoloživom vremenu? Da li se zahtijeva nabavka novih mašina? Ukoliko je predviđena nabavka novih mašina da li će se nabaviti isti ili novi modeli? Da li je potrebno da proizvodni kapacitet bude veći i koliko? Da li postoji razlika između postojećih mašina i novih u performansama, obliku i dimenzijama? Kakvi su problemi u održavanju opreme i koliko utiču na raspored opreme (prolazi, radni prostori, itd.)? Da li postoje ograničenja nametnuta snabdijevanjem energijom (razvodne mreže, instalacije) pri priključivanju opreme kod eventualne promjene rasporeda? Koliko je vremena potrebno za zamjenu mašina i druge opreme i eventualnu promjenu njihove lokacije?
- B. Građevinski objekti.** Da li su prisutni nedostaci u odnosu na postojeći layout i koje su promjene neophodne pri izmjeni layout-a? Da li su zadovoljeni uslovi grijanja, ventilacije, osvjetljenje, itd.?
- C. Zaposleno osoblje.** Potrebno je analizirati postojeća radna mjesta. Kakav je uticaj postojećeg layout-a na kretanje ljudi i da li mogu da se poboljšaju tokovi zaposlenih. Da li radnici stoje u toku rada? Da li se to može izmijeniti i kakav bi se efekat postigao?
- D. Troškovi.** Potrebno je izvršiti identifikaciju svih troškova (materijala, rada, energije, osvjetljenja, investicija, eksploatacionih uslova, itd).
- E. Transport.** Analizira se postojeći transportni sistem. Da li je prilagođen tehnološkom procesu i layout-u? Kakav je nivo mehanizacije i automatizacije i da li su potrebne

promjene u novom rješenju? Kakva je propusna moć postojećih saobraćajnica, transportnih puteva, prijemno-otpremnih rampi, itd.?

- F. Skladište.** Da li postojeće skladište zadovoljava? Da li postoje zastoji usljed neblagovremenog snabdijevanja? Da li postoji unifikacija transportnih i skladišnih jedinica? Kakav je nivo informacione povezanosti pojedinih skladišta sa proizvodnjom? Da li postoje uska grla u međufaznim skladištima?
- G. Informacioni sistem.** Analizira se nivo povezanosti pojedinih odjeljenja i službi. Kako je organizovano praćenje materijala? Da li postoje uska grla i zašto?
- H. Zaštita na radu.** Analiziraju se postojeće mjere zaštite radnika. Analizira se radna sredina (zagađenosti gasovima, prašinom, itd.).
- I. Zaštita životne sredine (ekologija).** Analiziraju se postojeće mjere zaštite od ispuštanja štetnih materija u okolinu. Kakav je nivo kontrole?

## UPRAVLJANJE PROJEKTIMA

### TEHNIKA MREŽNOG PLANIRANJA

Mrežno planiranje je metoda za sveobuhvatno i sistematsko određivanje svih elemenata jednog kompleksnog projekta, koja uzima u obzir i specifičnosti nastale usljed promjena koje se javljaju pri izvođenju projekta. Vrlo je jednostavna i omogućava obradu podataka bez obzira na veliki broj komponenata. Područje primjene je široko i obuhvata projekte sa malim brojem aktivnosti, do složenih projekata sa nekoliko hiljada aktivnosti.

Sama tehnika se zasniva na grafičkom prikazu logičnog redosljeda skupa aktivnosti, njihove međusobne povezanosti i dužine trajanja, uz mogućnost optimizacije pomoću matematičkih metoda. U analizi se istražuju vremenske rezerve i materijalni resursi sadržani u racionalnoj organizaciji procesa, upozorava se na eventualno odstupanje u toku obavljanja predviđenih aktivnosti i na mogućnosti efikasnijeg upravljanja.

Ranije metode planiranja pomoću *Gantt*-ovih karata (dijagrama) nijesu mogle da obezbijede jasnu koordinaciju između različitih aktivnosti sa aspekta realnosti rokova i procjene planiranih sredstava. U stvari, one su se mogle primijeniti samo kod malih projekata. Tehnike mrežnog planiranja kod kompleksnih projekata služe rukovodiocima za procjenu i kontrolu njihove realizacije. Tako se smanjuje nesigurnost pri donošenju odluka, odnosno povećava sigurnost rješavanja postavljenog zadatka, na osnovu jasne slike izvođenja projekta. Svaki nivo rukovođenja posjeduje samo one informacije koje su potrebne za donošenje odluka na tom nivou, što omogućava rukovodiocu projekta pravovremenu intervenciju ako nešto ne teče po programu.

### Razvoj tehnike mrežnog planiranja

Uočeni nedostaci klasičnih metoda su usloveli razvoj sistema programiranja i vremenskog raspoređivanje projekata. Nakon vrlo intenzivnog istraživačkog rada, objavljeni su 1957. godine prvi rezultati o primjeni metode kritičnog puta (CPM - *Critical Path Method*) u praktične svrhe i to kod realizacije složenih projekata izgradnje fabrika. Odmah nakon toga, razvijen je program poznat pod nazivom PERT i počela je njegova primjena za rješavanje problema u industriji. Prvi rezultati dobijeni primjenom tehnike mrežnog planiranja pokazali su da ova metoda ima brojne prednosti, što je dovelo do njenog brzog širenja u naučnoistraživačkim organizacijama, industriji i građevinarstvu, kao i u drugim privrednim i neprivrednim oblastima.

### Područja primjene tehnike mrežnog planiranja

Tehnika mrežnog planiranja primjenjuje se u svim situacijama kada je moguće definisati početak i kraj nekog zadatka. Ona se može uspješno primjenjivati kod rukovođenja i upravljanja

u svim oblastima privrednih i društvenih djelatnosti (projektovanju i konstruisanju, izvođenju radova, proizvodnim procesima, istraživanju, održavanju sredstava rada, komercijalnim i finansijskim poslovima, obrazovanju, administrativno-tehničkim poslovima, itd).

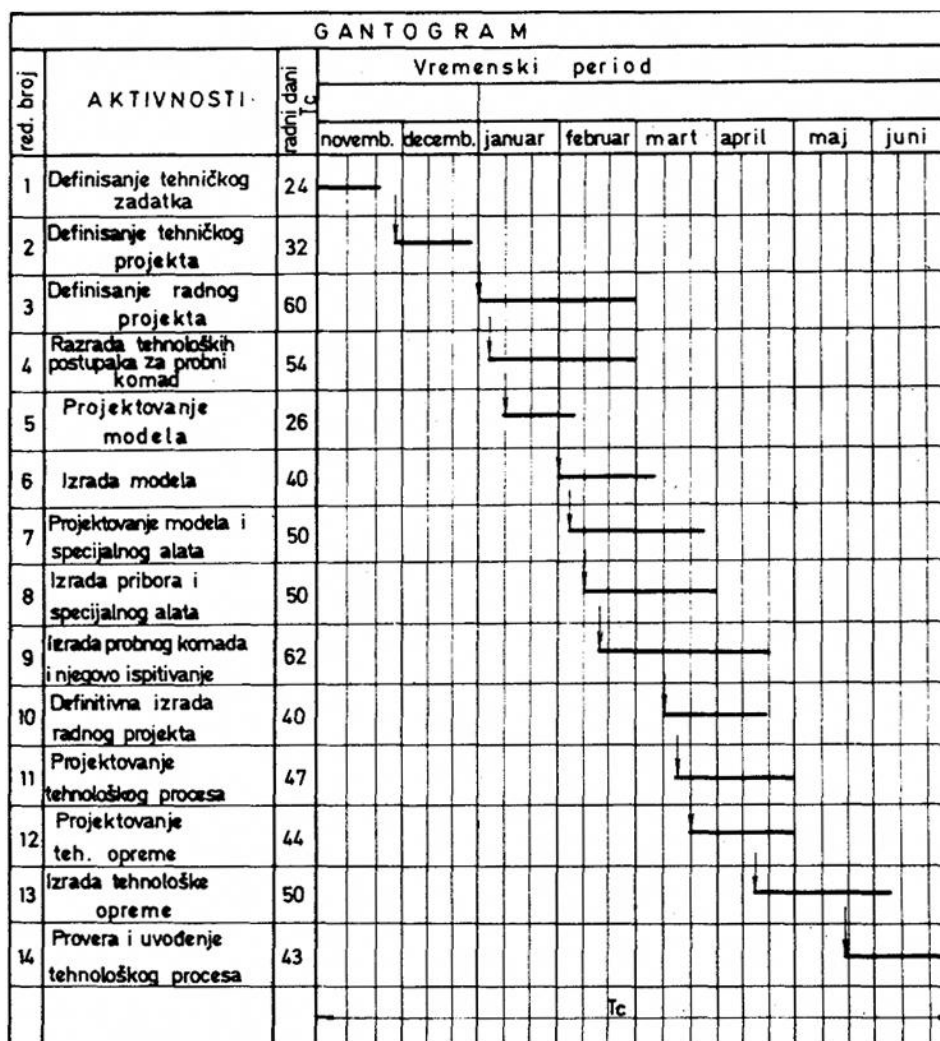
Primjena mrežnog planiranja ima poseban značaj kada je u pitanju izrada novog proizvoda ili realizacija obimnog projekta u predviđenom roku. Metoda omogućava da se naučno obrazlože problemi vezani za planiranje, upravljanje i optimalno korišćenje raspoloživih snaga i sredstava pri realizaciji projekata.

Prednost metode je što se izrada svakog zadatka izvodi u tri međusobno odvojene faze:

1. *Prva faza* predstavlja postupak sastavljanja mrežnog modela međusobne zavisnosti radnih operacija (aktivnosti) u kojoj se **daje odgovor na pitanje kako**.
2. *Druga faza* obuhvata analizu vremena i predstavlja osnovu za praćenje vremenskog odvijanja kako cijelog projekta, tako i svih njegovih aktivnosti. Ona **daje odgovor na pitanje kada**.
3. *Treća faza* ima za cilj utvrđivanje odnosa vremena i sredstava sa aspekte optimizacije i **daje odgovor na pitanje s kim ili s čim**.

### Gantogrami i mrežno planiranje

Jedna od tehnika za planiranje i praćenje proizvodnje su tzv. **gantogrami**, tj. dijagrami koje je uveo u praksu američki inženjer Gantt. Na slici 59. prikazan je gantogram koji se odnosi na konstruisanje i izradu novog proizvoda.



Slika 59. Gantogram za konstruisanje i izradu novog proizvoda

Tok izvođenja pojedinih operacija prikazuje se na dijagramu pomoću horizontalnih linija koje se crtaju u odgovarajućoj razmjeri. Konstruisanje dijagrama zahtijeva strogo pridržavanje predviđenih rokova za svaku pojedinačnu aktivnost.

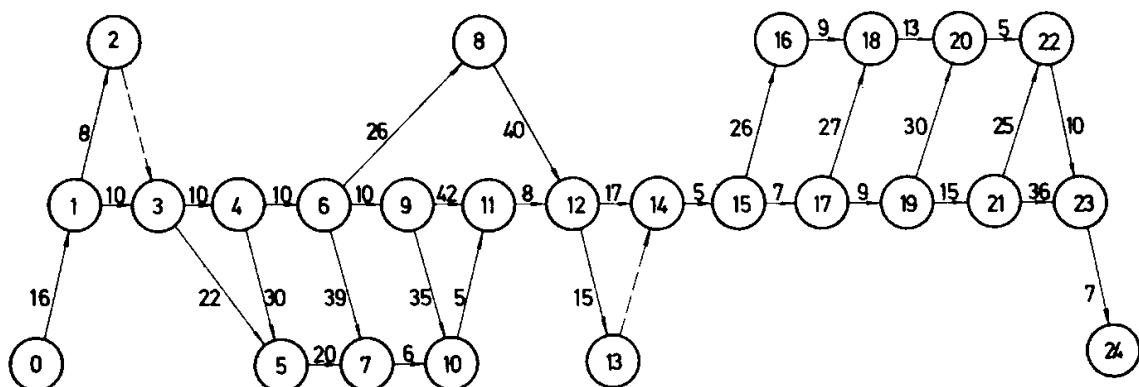
Gantogrami su *statički pokazatelji*. Na njima se prikazuju planovi i realizacije, ali ako dođe do promjene plana mora se pristupiti izradi novog dijagrama.

Na Gantovom dijagramu nije moguće sagledati razlike po stepenu važnosti aktivnosti u pogledu vremena završetka i uticaja na cijeli projekat. Takođe nema ni „zazora“ između pojedinih aktivnosti, pa se ne može sagledati koliko eventualno može da zakasni određena aktivnost.

Primjenom tehnike mrežnog planiranja eliminisani su navedeni nedostaci. Na slici 60 prikazan je *mrežni dijagram* koji je konstruisan na osnovu aktivnosti sadržanih u prikazanom gantogramu, a koje su detaljnije prikazane u tabeli 27.

Tabela 27. Aktivnosti za konstruisanje i izradu novog proizvoda

| red. broj | etape   | radni dani | akti-<br>vnosti    | red. broj | etape                                       | radni dani | akti-<br>vnosti         | red. broj | etape                                  | radni dani | akti-<br>vnosti         |
|-----------|---|------------|--------------------|-----------|---|------------|-------------------------|-----------|--|------------|-------------------------|
| 1         | Definisanje tehničkog zadatka                 | 24         | 0-1<br>1-2         | 6         | Izrada modela                               | 40         | 8-12                    | 11        | Projektovanje tehnološkog procesa      | 47         | 15-17<br>17-18<br>18-20 |
| 2         | Definisanje tehničkog projekta                | 32         | 1-3<br>3-5         | 7         | Projektovanje pribora i spec. alata         | 50         | 6-9<br>9-10<br>10-11    | 12        | Projektovanje tehnološke opreme        | 44         | 17-19<br>19-20<br>20-22 |
| 3         | Definisanje radnog projekta                   | 60         | 3-4<br>4-5<br>5-7  | 8         | Izrada pribora i specijalnog alata          | 50         | 9-11<br>11-12           | 13        | Izrada tehnološke opreme               | 50         | 19-21<br>21-22<br>22-25 |
| 4         | Razrada tehnoloških postupaka za probni komad | 54         | 4-6<br>6-7<br>7-10 | 9         | Izrada probnog komada i njegovo ispitivanje | 62         | 12-13<br>12-14<br>14-16 | 14        | Provera i uvođenje tehnološkog procesa | 43         | 21-23<br>23-24          |
| 5         | Projektovanje modela                          | 26         | 6-8                | 10        | Definitivna izrada radnog projekta          | 40         | 14-15<br>15-16<br>16-18 |           |  |            |                         |



Slika 60. Mrežni dijagram za aktivnosti prikazane u tabeli 27

Tehnika mrežnog planiranja povezuje u vremenu aktivnosti koje protiču naizmjenično i paralelno i usmjerene su na postizanje određenog cilja. Zahvaljujući tome moguće je da se obrazlože problemi planiranja, upravljanja i optimalnog iskorišćenja raspoloživih snaga i sredstava pri realizaciji projekta.

Mrežni dijagrami slikovito prikazuju sve potrebne aktivnosti, uzajamne odnose i vrijeme koje je potrebno za njihov završetak i završetak cijelog projekta.

## Analiza strukture

Analiza strukture predstavlja prvu fazu tehnike mrežnog planiranja. Za razliku od klasičnih tehnika planiranja gdje se analiza strukture i vremena radi zajedno, u tehnici mrežnog planiranja izvršena je stroga odvojenost analize strukture od analize vremena.

## Elementi mrežnog dijagrama

U elemente mrežnog dijagrama spadaju: *projekat, aktivnost i događaj*.

### Projekat

Pod projektom se podrazumijeva namjera, zadatak, poduhvat, posao ili proces za čiju realizaciju je potrebno sastaviti program. Karakteristični primjeri su:

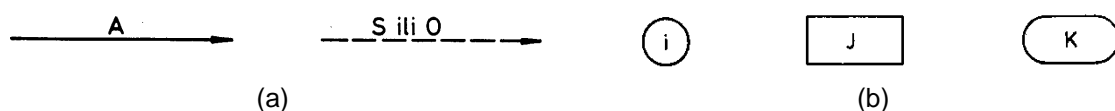
- proizvodni zadaci (proizvodnja mašina i opreme, izgradnja puteva, mostova, servisnih stanica, tunela i sl.);
- zadaci planiranja (integracija, reorganizacija, operativni planova, bilansi, analize itd.);
- zadaci nabavke (nabavke materijala, postavljanje mašina i opreme, itd.);
- naučno-istraživački zadaci (novi proizvodi, kontrola, ispitivanja, laboratorijska ispitivanja itd.);
- društveni zadaci (organizacija kongresa, seminara, snimanje filmova, itd.).

### Aktivnost

Pojam aktivnost u mrežnom dijagramu označava proces ili sveukupnost procesa i može da se odnosi na:

- stvarnu aktivnost odnosno radni proces koji zahtijeva vrijeme i resurse (izrada probnog uzorka, njegovo ispitivanje, itd.);
- čekanje, tj. proces koji zahtijeva samo vrijeme (proces starenja, sušenja, itd.);
- fiktivnu aktivnost koja prikazuje logičku povezanost među aktivnostima, a koja ne zahtijeva vrijeme i resurse.

Aktivnost se grafički predstavlja punom linijom orijentisanom strelicom u pravcu njenog obavljanja (Slika 61a). Fiktivna aktivnost prikazuje se grafički isprekidanom linijom i označava sa S ili O.



**Slika 61.** Elementi mrežnog dijagrama: aktivnosti (a) i događaj (b)

### Događaj

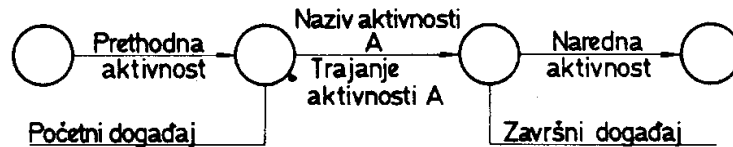
Događaj se definiše kao trenutak početka ili završetka neke aktivnosti ili grupe aktivnosti. Grafički se najčešće predstavlja krugom, ali se mogu koristiti i druge geometrijske slike (Slika 61b).

Događaji su raspoređeni između početnog i završnog. Početni događaj projekta nema ni jednu aktivnost koja mu predhodi, a završni događaj ni jednu aktivnost koja mu slijedi. Završni događaj jedne aktivnosti može biti početni događaj naredne aktivnosti. Međutim, dvije aktivnosti ne mogu imati isti početni i završni događaj.

Događaj ne troši vrijeme i sredstva. Za razliku od aktivnosti on se odvija trenutno i održava stanje u kome nema nikakvih aktivnosti. Svaki događaj u mrežnom dijagramu identifikuje se pomoću neke oznake (najčešće pomoću brojeva ili slova).

Grafičko povezivanje događaja može da se vrši na dva načina i to: sa mrežom orijentisanom aktivnostima i događajima.

Više se koristi prvi način, s obzirom na izvjesne prednosti u pogledu definisanja projekata. Na slici 62. prikazan je način povezivanja aktivnosti i događaja u mrežnom dijagramu orijentisanom aktivnostima.

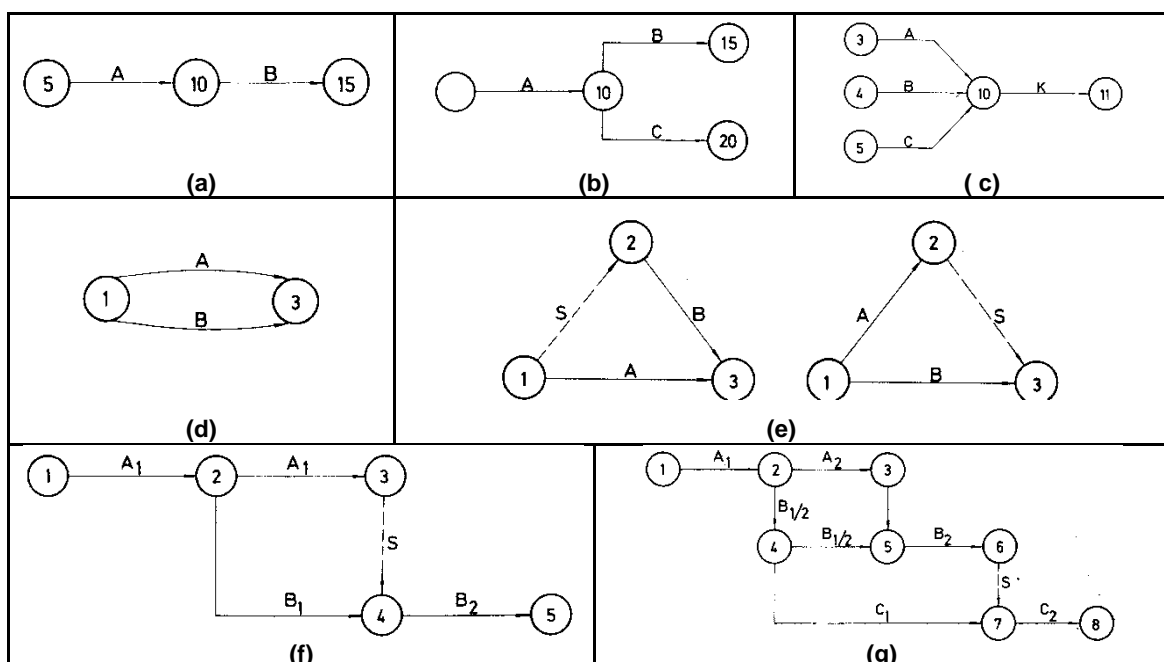


Slika 62. Povezivanje aktivnosti i događaja u mrežnom dijagramu

### Pravila za konstrukciju mrežnog dijagrama

Konstruisanje mrežnog dijagrama uslovljeno je određenim pravilima, kako bi predviđeni projekat što više odgovarao stvarnosti i da bi se svaka aktivnost mogla jednoznačno obilježiti. U tom cilju primjenjuju se sledeća pravila:

1. Ako neka aktivnost B zavisi od aktivnosti A, aktivnost A mora biti završena prije nego što započne aktivnost B. Predstavljaju se kao redosljedni niz aktivnosti (slika 63a);
2. Ukoliko više aktivnosti mogu da započnu nakon završetka predhodne aktivnosti, tada je početni događaj svih tih aktivnosti istovremeno i završni događaj predhodne aktivnosti (događaj 10 na slici 63b);
3. Neki događaj se ne može desiti dok se sve aktivnosti koje se u njemu završavaju ne kompletiraju (događaj 10 na slici 63c);
4. Kada dvije ili više paralelnih aktivnosti imaju isti početni ili završni događaj, njihova identifikacija je neodređena (Slika 63d). Da bi ove aktivnosti mogle biti jednoznačno određene, neophodno je uvođenje dopunske prividne aktivnosti. Prividne aktivnosti S, se uvodi na načine prikazane na slici 63e;
5. Postoje situacije kada aktivnost može početi ako se predhodna aktivnost djelimično završi. U tom slučaju se ona rasčlani na djelove ( $A_1$  i  $A_2$ , i  $B_1$  i  $B_2$  - Slika 63f). Isti postupak je ako postoji još jedna aktivnost C, koja se može dijeliti u situaciji kada se aktivnost B dijeli na dvije aktivnosti  $B_{1/2}$  (Slika 63g).



Slika 63. Pravila za konstrukciju mrežnog dijagrama



## Strukturiranje dijagrama i metodologija analize

Strukturiranje je dijeljenje mreže na podmreže, odnosno, dijeljenje projekta na podprojekte i obrnuto, spajanje projekata u jedan integralni projekat.

Analiza strukture podrazumijeva ispitivanje redosljeda i uzajamnih odnosa svih aktivnosti, što ustvari predstavlja tehnologiju rada na projektu.

U tehnici mrežnog planiranja analiza strukture obuhvata:

- sastavljanje spiska aktivnosti;
- izradu šeme međuzavisnosti događaja;
- crtanje mrežnog dijagrama;
- numerisanje mrežnog dijagrama;
- kontrolu mrežnog dijagrama.

**Sastavljanje spiska aktivnosti** je prvi korak pri konstruisanju mrežnog dijagrama. Spisak aktivnosti sadrži sve radove i njihove rokove koje treba izvesti u toku trajanja projekta.

Ukoliko je projekat veliki on se razlaže na manje projekte prema poželjenom stanju detaljisanja. Kod ovakvih projekata nije moguće odmah sastaviti listu aktivnosti sa uporednim crtanjem mrežnog dijagrama, jer se lista skoro uvijek dopunjava.

Spisak aktivnosti se sastavlja u obliku prikazanom u tabeli 28. U prvu kolonu unosi se broj ili šifra aktivnosti, u drugu kolonu broj koji se odnosi na početak, a u treću kolonu broj završnog događaja aktivnosti. Ostale kolone se odnose na podatke koji preciziraju datu aktivnost. U istoj tabeli dat je spisak aktivnosti koje se odnose na mrežni dijagram prikazan na slici 64.

**Šema međuzavisnosti aktivnosti** obuhvata analizu radi utvrđivanja odnosa između aktivnosti. To znači da se položaj svake aktivnosti projekta u mrežnom dijagramu analizira u cilju utvrđivanja njenog položaja u odnosu na utvrđene repere (predhodne i naredne aktivnosti).

**Pri takvoj analizi traži se odgovor na sljedeća pitanja:**

1. Koje se aktivnosti moraju neposredno predhodno završiti da bi posmatrana aktivnost mogla da odpočne?
2. Koje sve aktivnosti mogu odpočeti posle završetka date aktivnosti?
3. Koje se aktivnosti mogu izvoditi paralelno sa posmatranom aktivnošću?
4. Može li se data aktivnost podijeliti na dvije ili više aktivnosti?

**Tabela 28.** Primjer sastavljanje spiska aktivnosti

| Aktivnost |   |    |                  |                 | Odgovorni izvršilac | Primjedba |
|-----------|---|----|------------------|-----------------|---------------------|-----------|
| Šifra     | i | j  | Naziv aktivnosti | t <sub>ij</sub> |                     |           |
| 1         | 2 | 3  | 4                | 5               | 6                   | 7         |
| 01        | 1 | 3  | A                | 2               |                     |           |
| 02        | 1 | 2  | B                | 4               |                     |           |
| 03        | 3 | 4  | C                | 3               |                     |           |
| 04        | 3 | 5  | D                | 5               |                     |           |
| 05        | 2 | 7  | E                | 6               |                     |           |
| 06        | 1 | 9  | F                | 14              |                     |           |
| 07        | 4 | 6  | G                | 2               |                     |           |
| 08        | 5 | 6  | H                | 4               |                     |           |
| 09        | 6 | 9  | I                | 7               |                     |           |
| 10        | 7 | 8  | J                | 3               |                     |           |
| 11        | 8 | 9  | K                | 4               |                     |           |
| 12        | 9 | 10 | L                | 2               |                     |           |

Za utvrđivanje odnosa između aktivnosti može se koristiti odgovarajuća metodologije, naročito šema 1/2 aktivnosti.

Dobijeni odgovori na pitanja 1 i 2 unose se u šemu odnosa između aktivnosti na način prikazan u tabeli 29.

**Tabela 29.** Međuzavisnosti aktivnosti prikazanih u tabeli 29

|                                  |   | NAREDNA (POSMATRANA) AKTIVNOST |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|---|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                  |   | A                              | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| PRETHODNA (POSMATRANA) AKTIVNOST | A | ∅                              |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                  | B |                                | ∅ | + | + | + |   |   |   |   |   |   |   |
|                                  | C |                                |   | ∅ |   |   |   | + |   |   |   |   |   |
|                                  | D |                                |   |   | ∅ |   |   |   | + |   | + |   |   |
|                                  | E |                                |   |   |   | ∅ |   |   |   |   | + |   |   |
|                                  | F |                                |   |   |   |   | ∅ |   |   |   |   |   | + |
|                                  | G |                                |   |   |   |   |   | ∅ |   | + |   |   |   |
|                                  | H |                                |   |   |   |   |   |   | ∅ | + |   |   |   |
|                                  | I |                                |   |   |   |   |   |   |   | ∅ |   |   | + |
|                                  | J |                                |   |   |   |   |   |   |   |   | ∅ | + |   |
|                                  | K |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ∅ | + |
|                                  | L |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ∅ |

**Crtanje mrežnog dijagrama** za koga su ispitani odnosi pojedinih aktivnosti vrši se:

- od početne aktivnosti prema završnoj, što se najčešće primenjuje;
- od završne aktivnosti prema početnoj (što se rijetko primjenjuje);
- od neke srednje aktivnosti prema početnoj i završnoj aktivnosti (takođe se veoma rijetko primjenjuje).

Ako se dijagram crta od početne ka završnoj aktivnosti, tada se prema šemi utvrđenih odnosa ucrtaju one aktivnosti (jedna ili više) koje ne zavise od drugih aktivnosti. Na ove aktivnosti se nastavljaju naredne aktivnosti, pri čemu se vodi računa šta od čega zavisi. Ako je potrebno treba koristiti prividne aktivnosti da bi se prokazala prava zavisnost. Osnovno je da se pri crtanju mrežnog dijagrama prvo nanese jednostavna situacija, a potom razmotri postupak povezivanja kompleksnih aktivnosti.

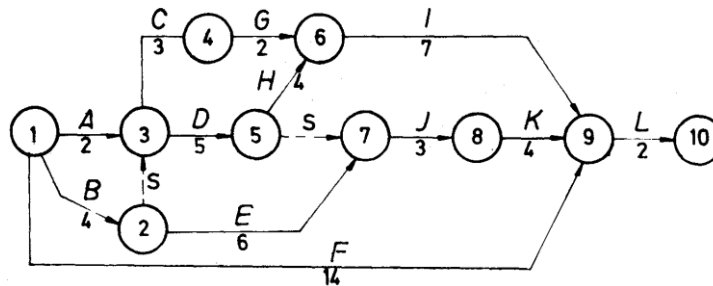
**Numerisanje mrežnog dijagrama** ima za cilj određivanje rednog broja (oznake) za svaki događaj. U principu postoji proizvoljno i rastuće numerisanje događaja. Zbog niza nedostataka proizvoljno numerisanje se praktično vrlo rijetko koristi.

Rastuće numerisanje, koje otklanja nedostatke proizvoljnog numerisanja, može biti prekidno i neprekidno. Pri neprekidnom rastućem numerisanju, događaji se označavaju neprekidnim nizom broja, npr. 1, 2, 3, 4, 5, ..., n. Međutim, ovakav način numerisanja događaja onemogućava naknadno uvođenje novih aktivnosti u dijagram, jer bi to zahtijevalo ponovno numerisanje. Praktičniji je postupak prekidnog rastućeg numerisanja događaja, pri čemu se koriste neparni, parni ili neki drugi brojevi što dozvoljava naknadno uvođenje novih aktivnosti.

Rastuće numerisanje događaja u mrežnom dijagramu postiže se primjenom tzv. Fulkersonovih pravila numerisanja, koja se sastoje u sljedećem:

- početni događaj projekta obeleži se sa 1 (ili sa 0), a u mrežnom dijagramu se precrtaju sve aktivnosti koje počinju tim događajem,
- narednim većim brojem obilježavaju se samo oni događaji u kojima se završavaju precrtane aktivnosti, polazeći odozgo na dolje i slijeva na desno,
- sve aktivnosti koje započinju sa novoobilježenim događajem precrtavaju se i postupak se ponavlja.

Na osnovu navedenih pravila konstruisan je mrežni mrežini dijagram prikazan na slici 64, koji odgovara aktivnostima i njihovom međusobnim odnosima datim u tabelama 28 i 29.



Slika 64. Mrežni dijagram za aktivnosti prikazane u tabelama 28 i 29

**Kontrola mrežnog dijagrama** se vrši poslije završetka crtanja i numerisanja. Bez obzira na šematizam koji se primjenjuje pri konstruisanju mrežnog dijagrama, vrši se kontrola mreže prema već datim pravilima. Najzad pri završetku kontrole, mrežni dijagram mora biti jasan, pregledan i logički postavljen.

### Analiza vremena po metodi CPM

Već je naglašeno da se analiza vremena odvija potpuno odvojeno od analize strukture projekta. To je značajna prednost tehnike mrežnog planiranja, s obzirom da je analiza vremena svedena na rutinu koju ne moraju vršiti najbolji poznavaoци problema datog projekta. Zadatak analize vremena je da se definisanim aktivnostima u okviru strukture odredi vremenska dimenzija. Analiza treba da determiniše trajanje svake pojedine aktivnosti u projektu, da bi se u daljoj obradi definisalo ukupno vrijeme trajanja projekta.

Postupak analize vremena po CPM polazi od samo jedne procjene vremena za bilo koju aktivnost datog projekta. Ovo procijenjeno vrijeme trajanja aktivnosti (**i-j**) obilježava se sa  $t_{ij}$ . Pri izračunavanju vremena, trajanje aktivnosti se tretira kao egzaktno mjerljiva veličina, koja se može proračunavati na bazi normativa, standarda, iskustvenih podataka, i sl.

Vrijeme početka aktivnosti obilježava se sa  $t_i$ , a vrijeme završetka aktivnosti sa  $t_j$ . Ukoliko neka aktivnost ima veće vrijeme nego što je njeno trajanje, onda se ova, takozvana **vremenska rezerva**, može koristiti za pomjeranje početka aktivnosti. U stvari mogu nastupiti dva slučaja:

- da je raspoloživi vremenski period jednak trajanju aktivnosti,
- da je raspoloživi vremenski period veći od trajanja aktivnosti.

Ovo analiza je usloвила uvođenje dva vremenska pojma "najraniji" početak ili završetak, koji se obilježava sa "0" i "najkasniji" početak ili završetak koji se obeilježava sa "1".

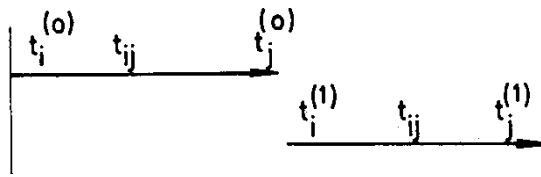
Uzimajući ova dva slučaja kao jednu olakšicu, mogu se nacrtati dva ekstremna položaja u odnosu na raspoloživi vremenski period, što je prikazano na slici 65.

Tretirajući dva ekstremna vremenska položaja aktivnosti, dolazi se do dva početka i dva završetka za jednu aktivnost:

| Naziv      | Početak          | Završetak        |
|------------|------------------|------------------|
| Najraniji  | $t_i^{(0)}$ (RP) | $t_j^{(0)}$ (RZ) |
| Najkasniji | $t_i^{(1)}$ (KP) | $t_j^{(1)}$ (KZ) |

Najraniji početak aktivnosti (RP) =  $t_i^{(0)}$ , i najkasniji završetak aktivnosti (KZ) =  $t_j^{(1)}$  predstavljaju primarna vremena, a najkasniji početak aktivnosti (KP) =  $t_i^{(1)}$  i najraniji završetak aktivnosti (RZ) =  $t_j^{(0)}$  sekundarna vremena. Aktivnost (i-j) može otpočeti samo posle odigravanja događaja "i". Ako događaju "i" neposredno predhode više aktivnosti, tj. ako u događaj "i" ulazi više puteva,

tada se on može odigrati samo poslije isteka puta s najdužim vremenom trajanja. Prema tome, **najraniji početak aktivnosti (i-j)** biće određen vremenom trajanja najdužeg puta koji ulazi u događaj "i". Označava se sa  $t_i^{(0)}$ .



Slika 65. Grafički prikaz vremena početka, trajanja i završetka aktivnosti

**Najraniji završetak aktivnosti (i-j)** određuje se sabiranjem vremena trajanja te aktivnosti sa vremenom njenog najranijeg završetka. Ovo vrijeme označava se sa  $t_j^{(0)}$ , pa se može napisati:

$$t_j^{(0)} = t_i^{(0)} + t_{ij}$$

Ako u događaj "j" vode više puteva, tada se najraniji početak bilo koje aktivnosti koja ima "j" kao početni događaj može napisati na sljedeći način:

$$t_j^{(0)} = i^{\max} [t_i^{(0)} + t_{ij}] ,$$

gdje je:  $i < j$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

U odnosu na **planirani rok završetka projekta ( $T_p$ )**, odnosno vrijeme trajanja, treba da bude  $t_n^{(0)} < T_p$ . U tom slučaju moguća je realizacija projekta u planiranom roku. U suprotnom:  $t_n^{(0)} > T_p$ , mora se vrijeme trajanja aktivnosti na **najdužem - kritičnom putu**, skratiti sve dok se ne postigne da je:

$$t_n^{(0)} \leq T_p = t_n^{(1)} .$$

**Najkasniji početak aktivnosti (i-j)** određuje se na suprotan način od određivanja  $t_i^{(0)}$  i  $t_j^{(0)}$ . Naime, počne se od završnog pa se ide ka početnom događaju. Pri tome se usvaja da je  $t_n^{(1)} = T_p$ , tako da se dobija najkasniji početak bilo koje aktivnosti:

$$t_j^{(1)} = j^{\min} [t_i^{(1)} - t_{ij}] ,$$

gdje je:  $i < j$ ,  $i = n-1, n-2, n-3, \dots, 2, 1$ .

Vrijeme kada se posmatrana aktivnost mora završiti tj. **vrijeme najkasnijeg završetka aktivnosti**  $t_j^{(1)}$  usvaja se da je:

$$t_n^{(1)} = T_p ,$$

tako da se iz izraza  $t_j^{(1)} = [t_j^{(1)} - t_{ij}]$  može izračunati najkasniji završetak bilo koje aktivnosti koja neposredno predhodi događaju.

### Određivanje kritične aktivnosti i kritičnog puta

Vreme trajanja  $t_{ij}$  bilo koje aktivnosti (i -j) mora da bude u granicama maksimalno dozvoljenog vremena trajanja date aktivnosti. Ako je  $t_{ij} = [t_j^{(1)} - t_i^{(0)}]$ , onda se aktivnost (i-j) naziva **kritična aktivnost**. Osim toga, za kritičnu aktivnost je karakteristično:

$$t_i^{(0)} = t_i^{(1)} ,$$

$$t_j^{(0)} = t_j^{(1)} .$$

Nastala razlika za ostale aktivnosti kod kojih je:

$$t_j^{(1)} - t_j^{(0)} - t_{ij} > 0$$

predstavlja **vremensku rezervu aktivnosti (i-j)**. Kritična aktivnost ima vremensku rezervu jednaku nuli.

**Kritični put** je tehnološki uslovljen niz kritičnih aktivnosti, čiji zbir tranja predstavlja ukupno trajanje projekta. Kritični put od događaja **1** do događaja **n** ima najduže vrijeme trajanja, sadrži samo kritične aktivnosti i na njemu nema vremenskih rezervi.

U cilju praćenja realizacije projekta i upravljanja njime od posebnog značaja je utvrđivanje kritičnih aktivnosti i kritičnog puta. Analiza kritičnog puta skreće pažnju na one aktivnosti kojima treba posvetiti posebnu pažnju. Na kritičnom putu ne smije da bude ni odlaganja ni produženja rokova i oni moraju da se ispunjavaju onako kako su i planirani.

### Određivanje vremenskih rezervi

Postojanje vremenske rezerve vezano je isključivo za nekritične aktivnosti. Vremensku rezervu ima svaka aktivnost (i-j) čije je vreme trajanja  $t_{ij}$  manje od njenog maksimalnog dozvoljenog vremena trajanja. Ona je važan podatak jer ukazuje na to, koliko se može odložiti početak ili završetak pojedinih aktivnosti ili kako, gdje i u kojoj mjeri se može koristiti ograničen kapacitet raspoloživih resursa.

Pri analizi vremena po CPM postoji nekoliko vrsta vremenskih rezervi u zavisnosti od toga u kakvom odnosu stoji posmatrana aktivnost prema aktivnostima koje joj neposredno predhode, odnosno aktivnostima koje neposredno slijede.

**Ukupna vremenska rezerva aktivnosti** označava se sa  **$S_t$** , i određuje po izrazu:

$$(S_t)_{ij} = t_j^{(1)} - t_i^{(0)} - t_{ij}$$

Ukupna vremenska rezerva pokazuje za koliko vremenskih jedinica može biti pomjerena jedna aktivnost (naprijed ili nazad), ako susjedne aktivnosti imaju najpovoljniji položaj. Ona predstavlja razliku između maksimalnog dozvoljenog vremena koje stoji na raspolaganju za izvršenje određene aktivnosti i vremena trajanja aktivnosti.

**Slobodna vremenska rezerva (S<sub>s</sub>)** pokazuje za koliko je vremenskih jedinica moguće pomjeriti datum najranijeg početka aktivnosti (i-j), a da se time ne ugroze najraniji počeci svih narednih aktivnosti koje neposredno slijede. Ova vrsta vremenske rezerve nastaje samo ako u događaj ulaze najmanje dvije aktivnosti. Određuje se po izrazu:

$$(S_s)_{ij} = t_j^{(0)} - t_i^{(0)} - t_{ij}$$

Slobodna vremenska rezerva može biti jednaka nuli, a najviše jednaka ukupnoj vremenskoj rezervi.

**Nezavisna vremenska rezerva aktivnosti (S<sub>n</sub>)** izračunava se po izrazu:

$$(S_n)_{ij} = t_j^{(0)} - t_i^{(1)} - t_{ij}$$

Ona predstavlja vrijeme za koje se može produžiti ili odložiti izvršenje neke aktivnosti bez uticaja na predhodne i naredne aktivnosti. Nezavisna vremenska rezerva postoji kod jedne nekritične aktivnosti samo ako je postojala slobodna vremenska rezerva na toj aktivnosti, ili ako se predhodne aktivnosti završe u najkasnijem završetku, a naredne aktivnosti počnu u najranijem početku.

Nezavisna vremenska rezerva može biti negativna ili pozitivna. U praksi se koriste samo pozitivne vrijednosti.

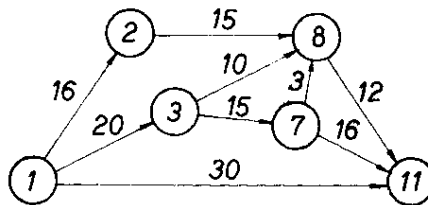
**Uslovna vremenska rezerva (Su)** definiše kritične događaje i služi kao mjera subkritičnih događaja. Određuje se pomoću izraza:

$$(S_u)_{ij} = t_j^{(1)} - t_j^{(0)}$$

**VJEŽBA VI: – PRIMJER ANALIZE VREMENA  
– SOFTVERI ZA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA**

**Primjer određivanja vremena i rezervi**

Za dio dijagrama koji je prikazan na slici 66. treba odrediti vremena i vremenske rezerve. Postupak treba početi od polaznog događaja sa lijeve strane. Njegovo vrijeme trajanja iznosi 0. Ako je događaj 1 imao početno vrijeme 0 nedjelja, onda događaj 2 ima najranije vrijeme 16 nedjelja.



Slika 66. Primjer mrežnog dijagrama

Za događaj 8 postoje putevi vezanih aktivnosti u lancima:

- 1-2-8 (16+15) = 31 nedjelja
- 1-3-8 (20+ 0) = 30 nedjelja
- 1-3-7-8 (20+15+3) = 38 nedjelja.

Najranije vrijeme odigravanja događaja 8 određeno je sa najdužim vremenom lanca. U ovom primjeru je to put pod c) 1-3-7-8, sa vremenom od 38 nedjelja.

Najranija vremena odigravanja događaja su:

| Događaj | Najranije vrijeme odigravanja |
|---------|-------------------------------|
| 1       | 0 nedjelja                    |
| 2       | 16 nedjelja                   |
| 3       | 20 nedjelja                   |
| 7       | 35 nedjelja                   |
| 8       | 38 nedjelja                   |
| 11      | 51 nedjelju                   |

Ukupno vrijeme realizacije projekta je najranije vrijeme odigravanja događaja 11 i ono iznosi 51 nedjelju.

**Sada se prelazi na analizu vremena koja se dobijaju proračunom unazad. U tom slučaju počinje se sa desne strane mrežnog dijagrama, tj. sa poslednjim događajem. Postupak je sljedeći:**

1. Dati zadnjem događaju njegovo najranije vrijeme, tj. za ovaj primer 51 nedjelju i vratiti se;
2. Oduzimanjem trajanja aktivnosti od najranijeg vremena dobija se najkasnije vrijeme odigravanja događaja, ako je vrijeme događaja fiksirano prema tački 1.

U datom primeru je sledeća situacija:

- događaj 11 ima najduže vrijeme od 51 nedjelje,
- događaj 8 ima najduže vrijeme od  $(51-12) = 39$  nedjelja,
- događaj 7 ima dva lanca aktivnosti koja vode ka ovom događaju:
  - a) 7-11, najkasnije vrijeme lanca je  $(51-16) = 35$  nedjelja,
  - b) 7-8-11, najkasnije vrijeme lanca je  $(39-3) = 36$  nedjelja.

Najkasnije vrijeme odigravanja događaja je kraće od ova dva, tj. 35 nedjelja. Dalji postupak je identičan, a najkasnija vremena odigravanja događaja su:

| Događaj | Najkasnije vremena odigravanja |
|---------|--------------------------------|
| 1       | 0 nedjelja                     |
| 2       | 24 nedjelja                    |
| 3       | 20 nedjelja                    |
| 7       | 35 nedjelja                    |
| 8       | 39 nedjelja                    |
| 11      | 51 nedjelju                    |

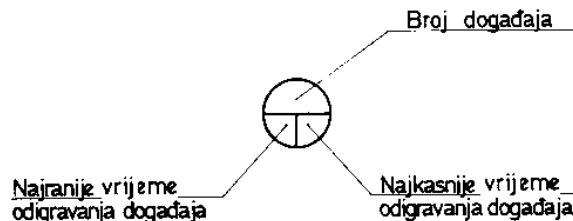
Konačna lista vremena je :

| Događaji | Najranije vrijeme (nedjelja) | Najkasnije vrijeme (nedjelja) |
|----------|------------------------------|-------------------------------|
| 1        | 0                            | 0                             |
| 2        | 16                           | 24                            |
| 3        | 20                           | 20                            |
| 7        | 35                           | 35                            |
| 8        | 38                           | 39                            |
| 11       | 51                           | 51                            |

Na osnovu ranijih objašnjenja očigledno je da se najkasnije i najranije vrijeme događaja 1 i 11 podudaraju i da kritični put leži uzduž aktivnosti koje imaju najranije i najkasnije vrijeme isto.

Za ovaj primer **kritični put** je: **1-3-7-11**.

Za predstavljanje događaja koristimo se uobičajnom šemom koji je prikazan na slici 67. Krug, kojim se predstavlja događaj dijeli se na tri dijela. Prva polovina kruga služi za upisivanje broja događaja, dok u segmente donje polovine kruga upisuju najranije i najkasnije vrijeme odigravanja događaja.

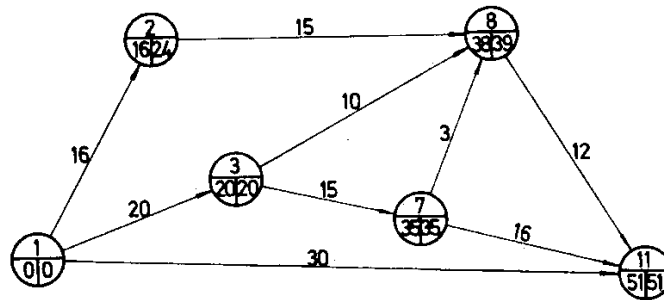


**Slika 67.** Upisivanje podataka za događaje kod proračuna vremena

Tako je za događaj 2, na slici 56 najranije vrijeme odigravanja 16, a najkasnije 24 nedjelje, pa rezerva vremena iznosi  $24-16=8$  nedjelja.

Za događaj 8, najranije vrijeme je 38 nedjelja, najkasnije 39, dok je rezerva vremena 1 nedjelja.

Kompletno popunjen mrežni dijagram za dati primjer prikazan je na slici 68.



Slika 68. Mrežni dijagram sa prikazanim vremenima

**Određivanje vremena trajanja aktivnosti**

Aktivnosti ne mogu početi sve dok početni događaji nijesu završeni, što znači da se događaj može završiti u reutku najkasnijeg završetka aktivnosti.

Najranije vrijeme početka aktivnosti  $t_i^{(0)}$  je najranije moguće vrijeme kada aktivnost može početi, a ujedno i najranije vrijeme odigravanja događaja. Najranije vrijeme početka aktivnosti 2-8 je najranije vrijeme događaja 2, i ono iznosi 16 nedjelja, pa je:

$$t_2^{(0)} = t_1^{(0)} + t_{ij}, \text{ odnosno } t_2^{(0)} = t_1^{(0)} + t_{12} = 0 + 16 = 16 \text{ nedjelja.}$$

Najranije vrijeme završetka aktivnosti  $t_j^{(0)}$  je najranije moguće vrijeme kada se aktivnost može završiti. Dobija se dodavanjem vremena trajanja aktivnosti najranijem početku. Za aktivnost 2-8 biće:

$$t_8^{(0)} = t_2^{(0)} + t_{2-8} = 16 + 15 = 31 \text{ nedjelja.}$$

Najkasnije vrijeme završetka aktivnosti  $t_j^{(1)}$  predstavlja najkasnije vrijeme odigravanja događaja 8, i za aktivnost 2-8 iznosi 39 nedjelja, jer je:

$$t_8^{(1)} = t_{11}^{(1)} - t_{8-11} = 51 - 12 = 39 \text{ nedjelja.}$$

Najkasnije vrijeme početka aktivnosti  $t_i^{(1)}$  je najkasnije moguće vrijeme kojim aktivnost može odpočeti, a dobija se oduzimanjem vremena trajanja aktivnosti od vremena odigravanja događaja. Za aktivnost 2-8 najkasnije vrijeme početka je 24 nedjelja, jer je:

$$t_2^{(1)} = t_8^{(1)} - t_{2-8} = 39 - 15 = 24 \text{ nedjelja.}$$

**Za posmatranu aktivnost 2-8 može se reći da ona mora početi između 16 i 24 nedjelje, a mora se završiti između 31 i 39 nedjelje. Ova analiza se može izvršiti za sve aktivnosti.**

Konačni pregled proračunatih vremena za prikazani mrežni dijagram je:

| Aktivnost | Trajanje | Početno vrijeme |             | Završno vrijeme |             |
|-----------|----------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
|           |          | $t_i^{(0)}$     | $t_i^{(1)}$ | $t_j^{(0)}$     | $t_j^{(1)}$ |
| i - j     | $t_{ij}$ | $t_i^{(0)}$     | $t_i^{(1)}$ | $t_j^{(0)}$     | $t_j^{(1)}$ |
| 1 - 2     | 16       | 0               | 8           | 16              | 24          |
| 1 - 3     | 20       | 0               | 0           | 20              | 20          |
| 1 - 11    | 30       | 0               | 21          | 30              | 51          |
| 2 - 8     | 15       | 16              | 24          | 31              | 39          |
| 3 - 7     | 15       | 20              | 20          | 35              | 35          |
| 3 - 8     | 10       | 20              | 29          | 30              | 39          |
| 7 - 8     | 3        | 35              | 36          | 38              | 39          |
| 7 - 11    | 16       | 35              | 35          | 51              | 51          |
| 8 - 11    | 12       | 38              | 39          | 50              | 51          |



## Softveri za upravljanje projektima

Razvojem savremenih softvera (programskih paketa) i njihovom primjenom na oblast projektovanja znatno je unaprijeđeno i olakšano upravljanje projektima. Svi ti softveri podržavaju (bazirani su) neku od tehnika planiranja, terminiranja i kontrole, omogućujući:

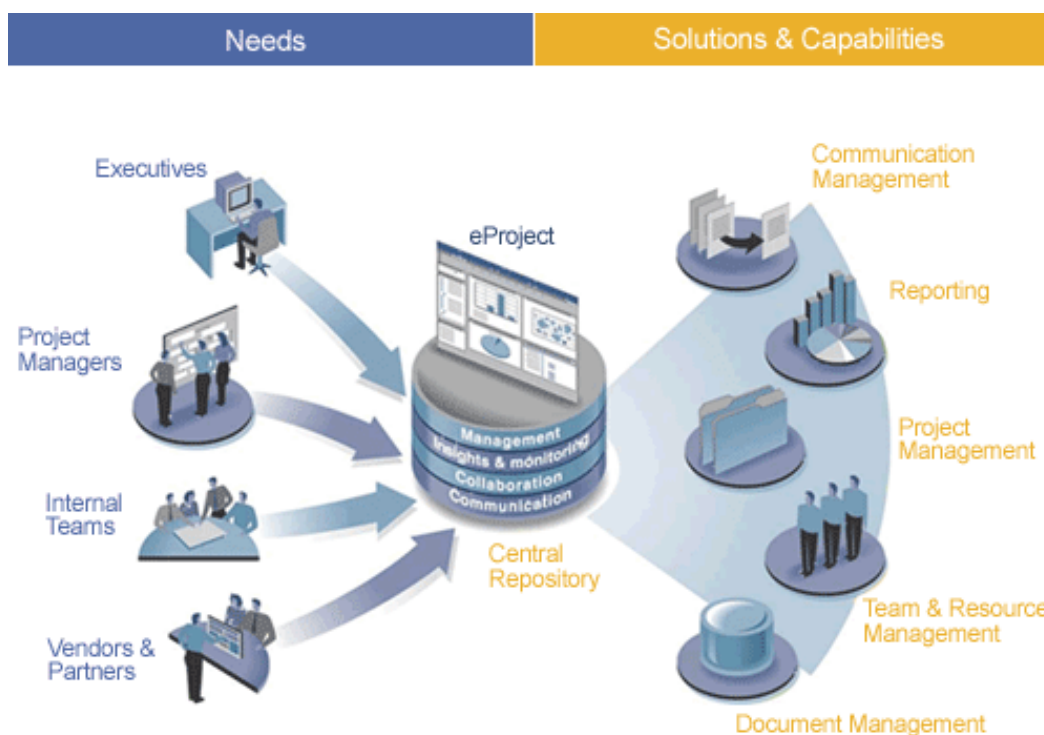
- jednostavno prikazivanje svih elemenat jednog projekta,
- određivanje njihove međuzavisnosti;
- anлізу potrebnog vremena (pojedinačnog i ukupnog);
- analizu resursa (ljudskih, materijalnih, energetske);
- analizu troškova;
- i dr.

Dobijeni rezultati su reprezentativni i lako pregledni, a moguće izmjene i dopune se jednostavno unose.

Tipična šema davanja rješenja u usluga u oblasti upravljanja projektima pomoću jednog *web orientisanog* softvera prikazana je na slici 69.

Softveri za upravljanje projektima u odnosu na mogućnosti tj. u odnosu na postavljene zahtjeve mogu se klasifikovati u tri nivoa:

1. NIVO I – planiranje jednog projekta, jednostavnost, lakoća korištenja i razumijevanja izlaza, ograničena analiza podataka, odstupanje od početnog plana zahtijeva promjenu svih podataka.
2. NIVO II – planiranje jednog projekta, pomoć projekt menadžerima u planiranju, praćenju i izvještavanju o projektu. Omogućava složenu analizu projekta, napredovanja i reviziji plana, zasnovana na stvarnim performansama. Poluautomatska kontrola projekta.
3. NIVO III – planiranje, nadzor i kontrola više projekata, sofisticirani nadzor i izvještavanje “cross-project”



**Slika 69. eProject-ova šema upravljanja projektima**  
(zahtjevi – analiza i obrada – rješenja i usluge)  
[http://www.eproject.com/images/solutions\\_diagram.gif](http://www.eproject.com/images/solutions_diagram.gif)

Podjela softvera za upravljanje projektima može se izvršiti prema tehnologiji rada i prema cijeni.

Podjela s obzirom na tehnologiju:

- Klasični softver – instalisan na jednom ili više računara lokalno,
- Web orijentisani softver – radi pomoću web korisnika, nije instalisan lokalno i radi samo uz pristup Internetu.

Podjela s obzirom na cijenu:

- Komercijalni softver,
- Besplatni (open-source) softver.

### Komercijalni softveri

Klasični softveri:

- Microsoft Project
- Milestones
- MinuteMan
- Project KickStart
- Primavera Project Planner

Web bazirani softveri:

- eProject
- @task
- Celoxis
- eStudio
- Smooth Projects
- Copper

### Besplatni softveri

Klasični softveri:

- jxProject
- Gantt project
- Project Engine
- Open Workbench

Web bazirani softveri:

- dotProject
- netOffice
- phpCollab
- phpProject
- iTeamwork
- Virtual project
- To Be Done

Primjer izgleda osnovnog prozora – maske jednog klasičnog softvera za upravljanje projektima prikazan je na slici 70.

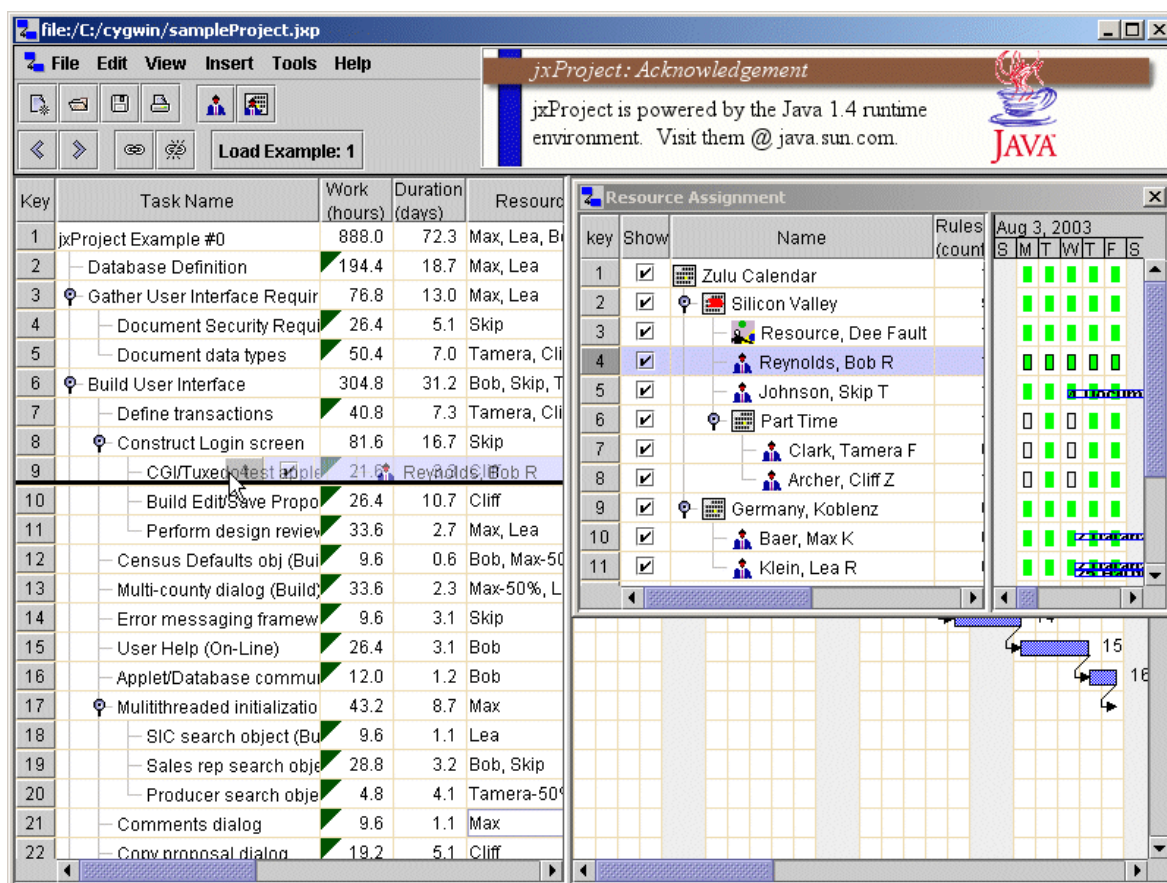
### **Literatura**

Knjige:

1. Kerzner Harold, **Project Management – A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling**", eight edition, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2003.

Internet izvori:

- jxProject; <http://www.jxproject.com>, učitano 24. 01. 2007.
- Gantt Project, <http://ganttproject.biz>, učitano 8. 2. 2007.
- Project Engine, <http://www.projectengine.nu>, učitano 8. 2. 2007.
- dotProject, [www.dotproject.net](http://www.dotproject.net), učitano 5. 2. 2007.
- Open Workbench, <http://www.openworkbench.org>, 8. 2. 2007.
- netOffice, Free Project Management Software, <http://www.softwareprojects.org/reviews/netoffice.htm>.

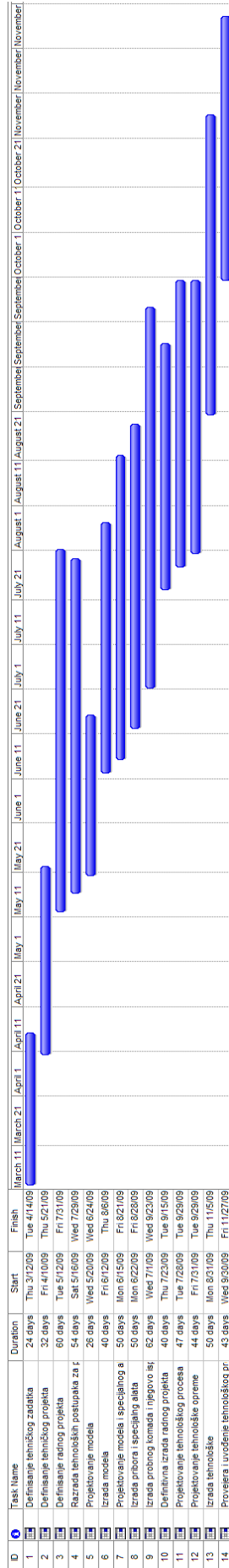


Slika 70. Osnovni prozor – maska jxProject – a

Primjer - u softveru Microsoft Project uraditi Gantt-ov dijagram na bazi spiska aktivnosti za konstruisanje i izradu novog proizvoda prikazanog u tabeli 30 (Slika 71).

Tabela 30. Aktivnosti za konstruisanje i izradu novog proizvoda

| Redni broj                                 | AKTIVNOST                                     | Radni dani | Vrijeme        |               |
|--|---|------------|----------------|---------------|
|  |   |            | Početka        | Završetka     |
| 1.   | Definisanje tehničkog zadatka                 | 24         | 12. III        | 14. IV        |
| 2.   | Definisanje tehničkog projekta                | 32         | 10. IV         | 22. V         |
| 3.   | Definisanje radnog projekta                   | 60         | 12. V          | 3. VIII       |
| 4.   | Razrada tehnoloških postupaka za probni komad | 54         | 16. V          | 29. VII       |
| 5.   | Projektovanje modela                          | 26         | 20. V          | 24. VI        |
| 6.   | Izrada modela                                 | 40         | 12. VI         | 06. VIII      |
| 7.   | Projektovanje modela i specijalnog alata      | 50         | 15. VI         | 21. VIII      |
| 8.   | Izrada pribora i specijalnog alata            | 50         | 22. VI         | 28. VIII      |
| 9.   | Izrada probnog komada i njegovo ispitivanje   | 62         | 1. VII         | 23. IX        |
| 10.  | Definitivna izrada radnog projekta            | 40         | 23. VII        | 15. IX        |
| 11.  | Projektovanje tehnološkog procesa             | 47         | 28. VII        | 29. IX        |
| 12.  | Projektovanje tehnološke opreme               | 44         | 31. VII        | 29. IX        |
| 13.  | Izrada tehnološke opreme                      | 50         | 31. VIII       | 05. XI        |
| 14.  | Provejera i uvođenje tehnološkog procesa      | 43         | 30. IX         | 27. XI        |
| <b>Ukupno vrijeme realizacije projekta</b> |   | <b>190</b> | <b>12. III</b> | <b>27. XI</b> |



Slika 71. Gantt-ov dijagram za konstruisanje i izradu novog proizvoda

## SNABDIJEVANJE ENERGIJOM

Energija koja se koristi u fabrikama obuhvata: elektroenergiju, komprimovani vazduh, čvrsta, tečna i gasovita goriva, paru, toplu i hladnu vodu, acetilen, kiseonik, itd. Njihova pojedinačna potrošnja zavisi od tehnološkog procesa. Snabdijevanje zavisi od:

- energetskih postrojenja u preduzeću,
- mogućnosti povezivanja sa spoljnim izvorima za snabdijevanje energijom,
- vrste, načina korišćenja i potrebnih količina energenata.

Izbor optimalne šeme za snabdijevanje energijom određuje se na osnovu tehničko-ekonomske analize različitih varijanti energetskog rješenja. Analiza sadrži potrebnu energiju, vezu sa spoljnim izvorima, mogućnosti korišćenje postojećih lokalnih energetskih postrojenja ili izgradnje novih.

U tabeli 31. dati su osnovni izvori različitih vrsta energije koji se koriste u industrijskim postrojenjima i šeme snabdijevanja.

**Tabela 11.** Šeme snabdijevanja industrije različitim vrstama energije

| Vrsta energije              | Šema snabdijvanja energijom   |   |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
|                             | Centralizovano                | Individualno (lokalno)                                |
| Električna                  | <b>Gradska mreža</b>          | <b>Fabrička termoelektrana</b>                        |
| Toplotna                    | Gradska toplana               | Kotlarnica; iskorišćenje otpadne tople vode           |
| Gas                         | Gasovod                       | Gasogeneratorska stanica; gasovi iz tehnološ. procesa |
| Acetilen                    | Snabdijevanje bocama          | Acetilenska stanica                                   |
| Tečno gorivo (mazut)        | Snabdijevanje kod proizvođača |   |
| Čvrsto gorivo (ugalj i dr.) | Snabdijevanje kod proizvođača | Otpad iz tehnološkog procesa                          |
| Para                        | Snabdijevanje kod proizvođača | Kotlarnice  |
| Komprimovani vazduh         | Parovod                       | Kompresorska stanica                                  |
| Voda                        | Vodovod                       | Pumpna stanica za vodu                                |

### Energetske karakteristike proizvodnih procesa

Osnovne tehnološke procese u industriji možemo podijeliti na sljedeće grupe:

- I Proces obrade metala i njihov transport;
- II Elektrohemijski procesi;
- III Visokotemperaturni procesi (na temperaturama iznad 500 °C);
- IV Srednjotemperaturni procesi (na temperaturama 100–500 °C);
- V Niskotemperaturni procesi (na temperaturama do 100 °C);
- VI Pomoćni procesi – za opsluživanje osnovne proizvodnje.

Potrebe u energiji ovih procesa su prikazane u tabeli 32.

Proračun ukupne potrošnje energije u jednoj radionici može da se vrši na dva načina:

- a) Potrošnja energije se računa *po svim operacijama i za svaki proizvod*. Dobijene vrijednosti se prikazuju tabelarno (Tabela 33). Iz tako sastavljenih tabela dobijaju se podaci o:
  - ukupnoj potrošnji energije u odjeljenjima, što je potrebno za projektovanje razvodne mreže i postrojenja za snabdijevanje energijom,
  - uticaju potrošnje energije na formiranje cijene proizvoda.
- b) *Na osnovu instalisane opreme i režima njihovog rada* (potrebna energija u odjeljenjima, Tabela 34). Potrošnja se svodi na jedinicu vremena (čas). Dobijenu ukupnu potrošnju (zbir potrošnje pojedinih mašina i uređaja) treba korigovati uzimajući u obzir stepen

jednovremenosti potrošnje i vrijeme rada u toku smjene.

**Tabela 32.** Potrebe energije u tehnološkim procesima

| Grupa procesa | Proizvodne potrebe   | Nosioci energije   |
|---------------|--|--|
| I             | Električni pogon, pneumatski pogon, parni pogon  | Električna energija, komprimirani vazduh, para                         |
| II            | Elektrolitičko pokrivanje metalnih površina  | Električna energija, toplotna energija, voda                           |
| III           | Topljenje metala, termička obrada metala, površinsko kaljenje, zagrijavanje itd.                                 | Električna energija normalne i povećane frekvencije, gorivo svih vrsta |
| IV            | Zagrijavanje, sušenje  | Električna energija, goriva svih vrsta, para, topla voda               |
| V             | Zagrijavanje   | Topla voda   |
| VI            | Osvjetljenje, grijanje, ventilacija, kondiciranje vazduha, automatizacija, signalizacija i daljinsko upravljanje | Električna energija, topla voda, para, komprimirani vazduh             |

**Tabela 33.** Pregled potrošnje energije za pojedinačne proizvode

| Pregled potreba i potrošnje |                 |           |                  |                 |      |          | Lista br. |           |
|-----------------------------|-----------------|-----------|------------------|-----------------|------|----------|-----------|-----------|
| Naziv proizvoda:            |                 |           |                  | Naziv sklopa:   |      |          | Pozicija: |           |
| Operacije                   | Mašina (uređaj) | Odeljenje | Elektro energija | Komprim. vazduh | Para | Acetilen | Voda      | Primjedba |
| 1                           | 2               | 3         | 4                | 5               | 6    | 7        | 8         | 9         |
|                             |                 |           |                  |                 |      |          |           |           |

**Tabela 34.** Potrebe energije za instalisanu opremu u odjeljenjima

| Spisak potrošača |                 |           |                  |                   |      |          |      | Lista br. |
|------------------|-----------------|-----------|------------------|-------------------|------|----------|------|-----------|
| Redni broj       | Naziv potrošača | Odeljenje | Elektro energija | Komprimov. vazduh | Para | Acetilen | Voda | Primjedba |
| 1                | 2               | 3         | 4                | 5                 | 6    | 7        | 8    | 9         |
|                  |                 |           |                  |                   |      |          |      |           |

### Snabdijevanje električnom energijom

Fabrike se uglavnom snabdijevaju električnom energijom iz opšte mreže visokog napona. U transformatorskoj stanici, koja je smještena u krugu fabrike, električna energija visokog napona pretvara se u energiju nižeg napona. U slučaju kada nije moguće da se obezbijedi priključak na opštu električnu mrežu potrebno je izraditi lokalnu elektranu.

Električna energija se koristi za napajanje: elektromotora, elektropeći, u elektrohemijskim procesima, za osvjetljavanje, itd. Najčešće se koriste nominalni naponi 220 V i 380 V, frekvencije 50 Hz.

Godišnja potrošnja električne energije se određuje na osnovu podataka o broju postavljenih potrošača svih vrsta, njihove instalisane snage i efektivnom fondu vremena rada. Ovaj proračun se izvodi po redoslijedu prikazanom u tabeli 35.

Transformatorska stanica i razvodna mreža se dimenzionišu prema ukupnoj instalisanoj snazi (ukupna snaga svih postavljenih potrošača) i stepenu jednovremenosti potrošnje  $G_z$ . Step

jednovremenosti potrošnje je izražen odnosom opterećenja u špicovima i ukupne instalisane snage:

$$G_z = \frac{P_m}{\sum P_i},$$

gdje je:

$P_m$  -najveće jednovremeno opterećenje (kW);  
 $\sum P_j$  -ukupna instalisana snaga (kW)

**Tabela35.** Redosljed proračuna ukupno potrebne električne energije

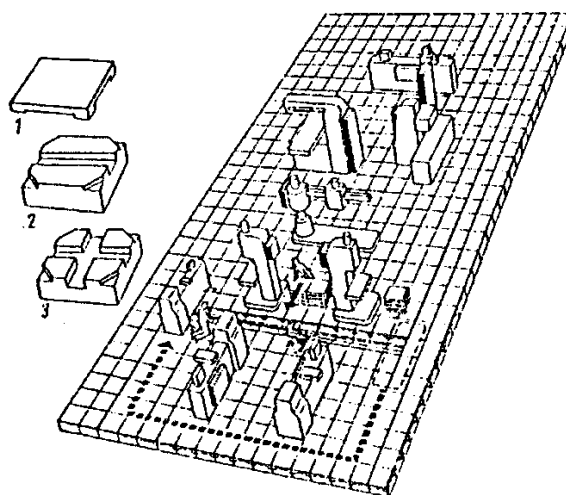
| Pozicija | Potrošač električne energije | Instalisana snaga (kW) | Broj motora | Prosječna snaga (kW) | Prosječna potrošnja električne energije po smjenama |    |     |
|----------|------------------------------|------------------------|-------------|----------------------|---|----|-----|
|          |                              |                        |             |                      | I   | II | III |
| 1        | 2                            | 3                      | 4           | 5                    | 6   | 7  | 8   |
|          |                              |                        |             |                      |   |    |     |

U tabeli 36. date su prosječne vrijednosti koeficijenta jednovremenosti za pojedine uređaje. Prosječni stepen jednovremenosti za linijsku proizvodnju, iznosi 0.6–0.8, a za radionice sa malim stepenom mehanizovanosti 0.3–0.5.

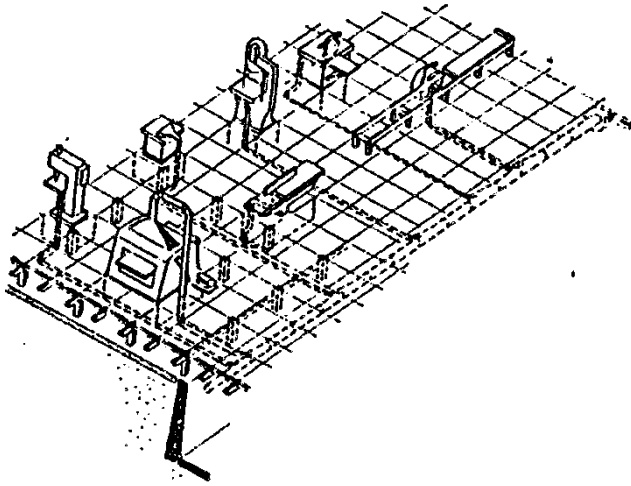
**Tabela 36.** Prosječne vrijednosti koeficijenata jednovremenosti

| Elektropotrošač                                 | Gz        |
|---|-----------|
| Ventilatori u sistemu provjetravanja i grijanja | 0.7       |
| Pumpe, kompresori                               | 0.8       |
| Dizalice pri režimu rada TR 40%                 | 0.2       |
| Elevatori, transporteri, konvejeri              | 0.5 – 0.6 |
| Automati za zavarivanje                         | 0.5       |
| Elektropeći, sušare                             | 0.8       |
| Mašine alatke                                   | 0.2 – 0.3 |

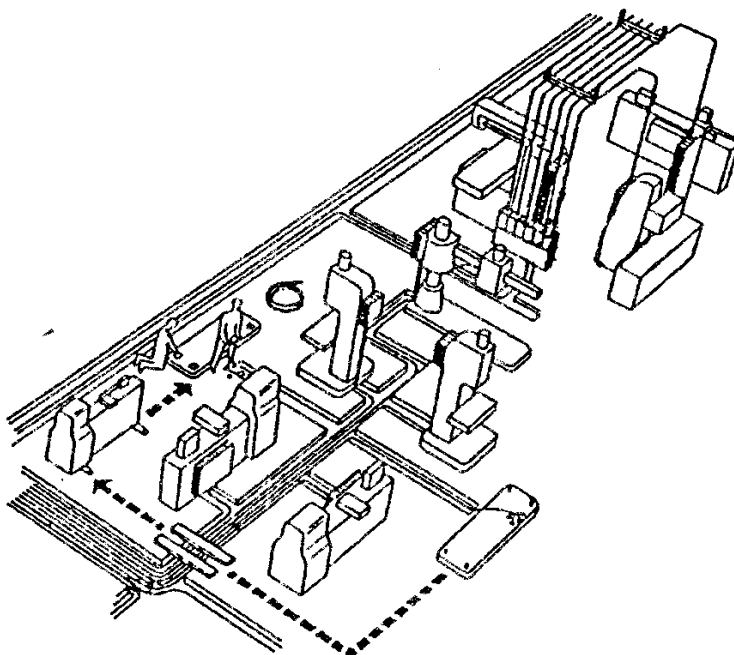
Mreža kablova može da se izvede sa donjim i gornjim razvodom. Na slikama 72-74. prikazane su mogućnosti izvođenja donjeg razvoda kablova za napajanje mašina (kroz specijalne blokove, podignutu konstrukciju poda i kanale u podu). Slika 75. prikazuju napajanje preko gornjeg šinskog razvoda.



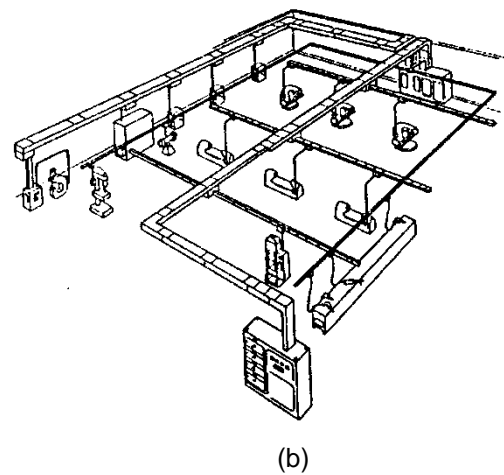
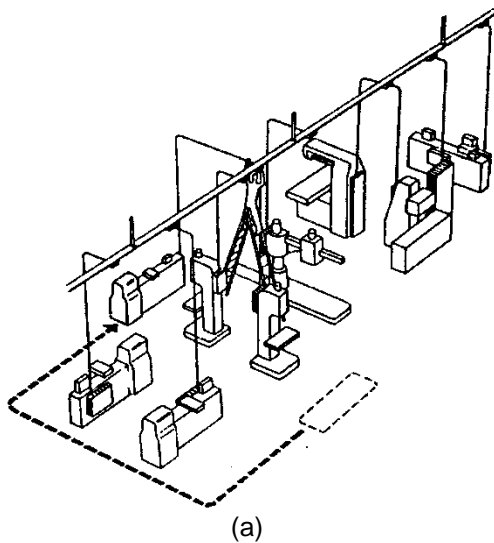
**Slika 72.** Izvođenje donjeg razvoda kablova za napajanje električnom energijom pomoću specijalnih blokova (oblika 1, 2 i 3)



**Slika 73.** Izvođenje donjeg razvoda kablova za napajanje električnom energijom pomoću podignutog poda



**Slika 74.** Izvođenje donjeg razvoda kablova za napajanje električnom energijom pomoću kanala u podu



**Slika 75.** Izvođenje gornjeg razvoda kablova za napajanje električnom energijom pomoću gornjeg (šinskog) razvoda



## Snabdijevanje toplotnom energijom

U radionicama se koristi toplotna energija u vidu pare i tople vode za proizvodne potrebe, kao i za grijanje, ventilaciju i sanitarno-tehničke potrebe. Snabdijevanje se vrši iz mreže energetskog sistema (gradska toplana), ili iz fabričke kotlarnice. Karakteristike pare (pritisak i temperatura), kao i potrebne količine se određuju na osnovu proizvodnog procesa i instaliranih potrošača. Na osnovu tih parametara se vrši izbor i proračun kotlovskih postrojenja, razvodne mreže i armature.

Primjer prosječne potrošnje tople vode za dio potrošača data je u tabeli 37.

**Tabela 37.** Temperatura i količina tople vode za dio potreba u industriji

|                       | Jedinica mjere   | Temperatura vode u °C | Potrošnja vode u (lit) |
|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------------|
| Opšte potrebe         | 1 zaposleni      | 40                    | 15                     |
| - Kupalilo sa turšem  | 1 radnik         | 40                    | 45                     |
| - Čišćenje prostorija | 1 m <sup>2</sup> | 35 - 40               | 0.4 - 0.6              |

## Komprimovani vazduh

Komprimovani vazduh se koristi za pogon i opsluživanje pojedinih mašina. Pogon komprimovanim vazduhom imaju: pneumatske prese, alati, dizalice, stezači, itd. Opsluživanje se odnosi na prodivavanje djelova poslije pranja, čišćenje, sušenje proizvoda prije površinske zaštite, čišćenja mašina, itd.

Komprimovani vazduh se proizvodi u kompresorskom postrojenju i razvodi cijevnom mrežom do pojedinih potrošača. Kompresorsko postrojenje (kompresorska stanica) se postavlja u posebnu prostoriju i što bliže glavnim potrošačima. Ovo postrojenje treba da bude tako dimenzionisano da svakom potrošaču obezbijedi potrebnu količinu vazduha sa odgovarajućim karakteristikama (pritisak i temperatura). Ukoliko je u radionicama potreban vazduh različitog pritiska, kompresorska stanica mora da obezbijedi najveći pritisak, a na mjestima gdje je potreban niži pritisak postavljaju se redukcioni ventili.

Za proizvodnju komprimovanog vazduha primenjuju se uglavnom klipni i turbokompresori. Klipni kompresori troše 15-20% manje električne energije od turbokompresora, ali pri velikim potrebama komprimovanog vazduhu (reda 60.000 do 100.000 m<sup>3</sup>/h), koriste se turbokompresori, zato što oni zahtevaju znatno manju površinu za postavljanje. Pritisak na izlazu iz stanice je obično veći od pritiska u cjevovodu zbog pada pritiska u mreži komprimovanog vazduha.

Potrošnja komprimovanog vazduha kod mašina i uređaja se sastavlja po šemi prikazanoj i tabelama 38 i 39.

**Tabela 38.** Sastavljanje bilansa potrošnje komprimovanog vazduha kod mašina prekidnog dejstva

| Pozicija | Mašine i uređaji | Broj komada. | Broj uključivanja na čas u toku smjene |    |     | Potrošnja vazduha u toku jednog uključivanja (m <sup>3</sup> ) | Potrošnja vazduha u toku smjene (m <sup>3</sup> ) |    |     | Godišnja potrošnja vazduha (m <sup>3</sup> ) |
|----------|------------------|--------------|--|----|-----|--|---|----|-----|--|
|          |                  |              | I                                      | II | III |  | I   | II | III |  |
| 1        | 2                | 3            | 4                                      | 5  | 6   | 7  | 8   | 9  | 10  | 11   |
|          |                  |              |  |    |     |  |   |    |     |  |

Prosječno vrijeme rada za pojedine uređaje je: komore za čišćenje sačmom pomoću komprimovanog vazduha 4 h, pneumatski uređaji 2-3 h, duvaljke 0.5 h, raspršivači za bojenje 2-4 h, itd.

**Tabela 39.** Sastavljanje bilansa potrošnje komprimovanog vazduha kod mašina neprekidnog dejstva

| Pozicija | Mašine i uređaji | Broj komada | Trajanje radnog ciklusa u toku smjene (h) |    |     | Potrošnja vazduha pri neprekidnom radu ( $m^3/h$ ) | Prosječna potrošnja vazduha u toku smjene ( $m^3$ ) |    |     | Godišnja potrošnja vazduha ( $m^3$ ) |
|----------|------------------|-------------|---|----|-----|--|---|----|-----|--------------------------------------|
|          |                  |             | I   | II | III |  | I   | II | III |                                      |
| 1        | 2                | 3           | 4   | 5  | 6   | 7  | 8   | 9  | 10  | 11                                   |
|          |                  |             |   |    |     |  |   |    |     |                                      |

Prosječna potrošnja komprimovanog vazduha ( $m^3/h$ ) za pojedine potrošače:

- pneumatski alati 2.5-5,
- pneumatski pribori 2-4,
- duvaljke (čišćenje mašine) 1-2,
- duvaljke (produvanje posle pranja dijelova) 30-60,
- pneumatske dizalice (do 2 t, za jedno dizanje u  $m^3$ ) 0.2-0.6.

### Snabdijevanje vodom

Hladna voda u fabrikama se koristi kao sanitarno čista i u industrijske svrhe. Sanitarno čista voda se koristi za piće, pripremanje hrane, sanitarije i mora da odgovara sanitarnim propisima. Snabdijevanje ovom vodom se vrši iz gradske mreže ukoliko je moguće obezbijediti dovoljne količine vode, ili iz sopstvenih bunara, odnosno pumpne stanice i rezervoara.

Voda za industrijske ciljeve mora da ispunjava sledeće uslove: ne smije da bude agresivna za cjevovode, ne smije da sadrži mikroorganizme, ne smije da sadrži veliku količinu čvrstih čestica. Izvori za snabdijevanje vodom su gradska mreža, sopstveni bunari, rijeke, jezera. Na izvorima za napajanje se postavljaju crpne stanice i voda se razvodnom mrežom dovodi do postrojenja. Da bi se obezbijedilo sigurno snabdijevanje vodom, mreža vodovodnih instalacija mora da ima rezervoare za vodu. Iz ovih rezervoara se crpi voda u slučaju prekida, ili nedovoljnog dovoda iz izvora za snabdijevanje.

Prosječna potrošnja industrijske vode se određuje zavisno od tipa proizvodnje. Isto važi i za pomoćne uređaje. Da bi se smanjila potrošnja vode, često se upotrebljavaju uređaji za recirkulaciju i hlađenje.

Sanitarno čista (pitka) voda se upotrebljava za piće, kuvanje i sanitarne potrebe. Prosječna potrošnja pitke vode po jednom zaposlenom radniku u toku jedne smjene iznosi:

- za piće, kuvanje i pranje 20-30 lit.
- za kupanje, umivanje i ostale sanitarne potrebe 40–50 lit.

### Snabdijevanje gorivom

Već je naglašeno da se kao gorivo koristi: prirodni i generatorski gas, tečna i čvrsta goriva.

*Prirodni gas* je veoma jeftin. Njegovom primjenom je moguće automatizacija procesa rada peći, sušenja proizvoda, itd. Dovodi se iz opšteg gasovoda srednjeg pritiska. Na ulasku u radionice postavljaju se regulatorske podstanice za održavanje zadanog pritiska.

*Generatorski gas* je malokaloričan i zato nije pogodan za primjenu kod visoko-temperaturnih procesa. Cijena utrošene energije pri zagrijavanju generatorskim gasom je oko dva puta veća od zagrijavanja prirodnim gasom.

*Tečno gorivo* - mazut se čuva u specijalnim rezervoarima. Ovi rezervoari se zagrijavaju parom i opremljeni su pumpnom stanicom za napajanje razvodnih cjevovoda. Dovozi se u specijalnim cistijernama.

Čvrsta goriva - ugalj i koks se čuvaju u posebno izgrađenim skladištima. Dovoze se željeznicom, kamionima i brodovima.

Izbor vrste goriva zavisi od proizvodnih zahtjeva pogona, cijene koštanja goriva, mogućnosti nabavke i transportnih troškova.

## GRIJANJE, PROVJETRANJE I OTPRAŠIVANJE

### Grijanje

U svim prostorijama tokom čitavog perioda rada moraju se obezbijediti mikroklimatski uslovi prema normama određenim za projektovanje industrijskih postrojenja.

Radne prostorija u kojima se radnici zadržavaju stalno (ali i duže od 2 sata bez prekida) moraju se zagrijevati za vrijeme hladnog perioda prema normativima datim u tabeli 40. Temperatura i broj izmjena vazduha u prostorijama opštih službi su takođe normirani (Tabela 41). Za zagrijavanje radnih prostorija sa površinom poda do 500 m<sup>2</sup>, u kojima se pri proizvodnji ne izdvajaju niti koriste zapaljive ili eksplozivne materije, mogu se predvideti obične peći. Radne prostorije u kojima se pri proizvodnji izdvajaju ili koriste zapaljive ili eksplozivne materije bez obzira na površinu poda, kao i prostorija sa površinom poda preko 500 m<sup>2</sup>, moraju se zagrijevati sistemom centralnog grijanja (parom, toplom vodom, toplim vazduhom i sl.).

Tabela 40. Normativi za temperaturu, relativnu vlažnost i brzinu strujanja vazduha u radnim prostorijama

| Radna prostorija   | Vrsta rada | Zimski i prelazni period (temperatura spoljnog vazduha do 10 °C) |                                 |                        |                  |                                 |                        | Topli period (temperatura spoljašnjeg vazduha preko 10 °C) |                                 |                        |                  |                                       |                        |
|--|------------|--|---------------------------------|------------------------|------------------|---------------------------------|------------------------|--|---------------------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|------------------------|
|  |            | optimalna  |                                 |                        | dozvoljena       |                                 |                        | optimalna  |                                 |                        | dozvoljena       |                                       |                        |
|  |            | Temperatura u °C   | Relativna vlažnost u procentima | Brzina strujanja u m/s | Temperatura u °C | Relativna vlažnost u procentima | Brzina strujanja u m/s | Temperatura u °C   | Relativna vlažnost u procentima | Brzina strujanja u m/s | Temperatura u °C | Relativna vlažnost u procentima       | Brzina strujanja u m/s |
| Manji izvori toplote (83,7 kJ) m <sup>3</sup> /h i manje | lak        | 18-21  | 60-40                           | max. 0,2               | 17-22            | max. 75                         | max. 0,3               | 22-25  | 60-40                           | max. 0,3               | najviše do 28    | pri 28°C max. 35                      | 0,5                    |
|  | srednji    | 14-18  | 60-40                           | max. 0,3               | 15-17            | max. 75                         | max. 0,5               | 20-23  | 60-40                           | max. 0,3               |                  | pri 26°C max. 60                      | max. 0,7               |
|  | teški      | 12-14  | 60-40                           |                        | 13-15            |                                 |                        | 17-20  | 60-40                           |                        |                  | pri 24°C max. 65<br>isp. 24°C max. 75 | 0,5-1,0                |
| Veći izvori toplote (preko 83,7 kJ/m <sup>3</sup> /h)    | lak        | 18-21  | 60-40                           | max. 0,2               | 17-24            | max. 75                         | max. 0,5               | 22-25  | 60-40                           | max. 0,3               |                  |                                       | max. 0,7               |
|  | srednji    | 16-18  | 60-40                           | max. 0,3               | 17-22            | max. 75                         | max. 0,5               | 20-23  | 60-40                           | max. 0,3               |                  |                                       | 0,7-1,0                |
|  | teški      | 14-16  | 60-40                           |                        | 14-17            |                                 |                        | 17-20  | 60-40                           |                        |                  |                                       | 1,0-1,5                |

Napomena: 1. Temperatura poda ne smije biti veća od 25°C, a temperatura tavanice od 35°C.  
2. Temperatura, relativna vlažnost i brzina strujanja vazduha mjere se na nivou 1,20 m od poda.

Raspored grejnih tijela (radijatora i sl.) mora biti takav da se u radnoj prostoriji obezbijedi ravnomerna temperatura. Temperatura na površini grejnih tela ne smije biti veća od:

- 130 °C - za radne prostorije u kojima se pri radu ne izdvajaju i ne koriste zapaljive i eksplozivna materije,
- 110 °C - za radne prostorije u kojima se pri radu izdvaja prašina koja nije zapaljiva, eksplozivna ili otrovna.

Grejna tijela moraju biti obezbijeđena protiv slučajnog dodira. Povšina grejnih tijela u radnim prostorijama u kojima se pri radu izdvaja prašina mora biti glatka.

**Tabela 41.** Normativi za temperaturu i broj izmjena vazduha u prostorijama za obavljanje administrativnih poslova, konstrukcionim biroima i drugim pomoćnim prostorijama

| Naziv prostorije   | Temperatura vazduha u °C | Broj izmjena vazduha u toku jednog časa |                     |
|--|--------------------------|---|---------------------|
|  |                          | Ubacivanje vazduha                      | Izbacivanje vazduha |
| Prostorija za vršenje administrativnih poslova   | 18                       | 1.5                                     | 1.5                 |
| Sala za održavanje sastanaka   | 16                       | 3                                       | 3                   |
| Gardaroba  | 16                       |   | 1                   |
| Kupatilo   | 25                       |   | 5                   |
| Umivaonica   | 16                       |   | 1                   |
| WC   | 14                       |   | 4-8                 |
| Prostorija za ličnu higijenu žena  | 23                       |   | 2-4                 |
| Trpezarija   | 20                       | 3                                       | 3                   |
| Prostorija za povremeno zagrijavanje radnika   | 20                       |   | 2                   |
| Prostorija za sušenje, čišćenje i dezinfekciju radne odjeće i ličnih zaštitnih sredstava | 20                       | po potrebi                              |                     |

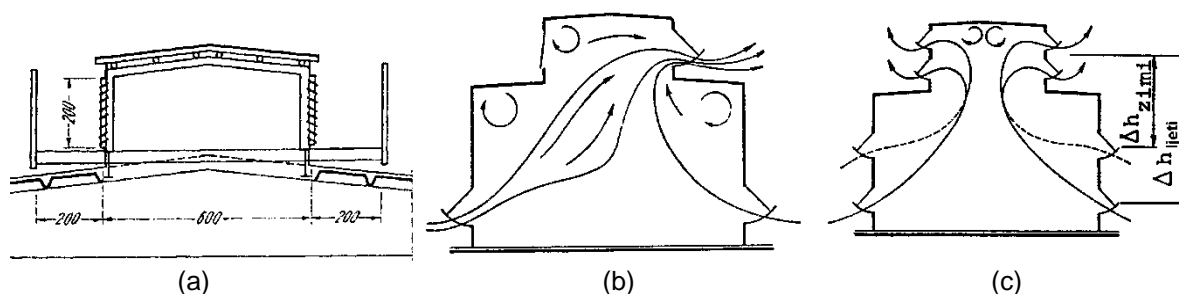
Temperatura toplog vazduha za zagrevanje radne prostorije (pomoću kalorifera i sl.) ne smije biti veća od 60 °C ako se vazduh dovodi sa visine veće od 3,5 m mjereno od poda, odnosno veća od 30 °C ako se vazduh dovodi sa manje visine.

Sistem centralnog grijanja pomoću toplog vazduha ne smije se primijeniti u radnim prostorijama u kojima zbog povećanja temperature i brzine strujanja vazduha može doći do povećanog isparavanja otrovnih materija.

### Provjetravanje i otprašivanje

Instalacije provjetravanja imaju zadatak da obezbijede pogodni sastav vazduha u svim radnim prostorijama i da smanje količinu štetnih gasova, para i prašine u vazduhu proizvodnih odeljenja do koncentracije dozvoljene prema odgovarajućim normama. U radnim prostorijama mora se predvidjeti prirodno ili vještačko provjetravanje u zavisnosti od vrste i jačine izvora zagađenja.

Provjetravanje prirodnim putem dopušteno je samo u onim radnim prostorijama u kojima ne dolazi do obrazovanja i kondenzovanja vodene pare. Prirodno provjetravanje se obezbjeđuje povremenim otvaranjem prozora ili kroz otvore za provjetravanje (Slika 76).



**Slika 76.** Otvori za prirodno provjetravanje prostorija (a), uticaj vjetrova na provjetravanje (b) i uticaj razlike unutrašnje i spoljašnje temperature na provjetravanje prostorija (otvori za ljetnje i zimske uslove rada nalaze na različitim visinama) (c)

Veličina otvora za provjetravanje se dobija iz brasca:

$$A = \frac{NV}{Q},$$

gde je:

A - površina otvora u (m<sup>2</sup>);

N - potreban broj izmjena vazduha u toku jednog sata, obično iznosi 6-30 (minimalno 3

za fabričke prostore;

$V$  - ukupna zapremina prostorije u ( $m^3$ );

$Q = 420 [h(t_u - t_s)]^{1/2}$  - protok vazduha u ( $m^3/m^2 h$ );

gde je:

$h$  - visinska razlika ulaznog i izlaznog otvora u (m);

$t_u$  - temperatura vazduha u hali;

$t_s$  - temperatura vazduha okoline.

Vazduh za vještačko centralno provjetranje radnih prostorija, odnosno vazduh za zagrijavanje kojim se istovremeno vrši i provjetranje prostorija ne smije da sadrži prašinu, dim, štetne gasove, neprijatne mirise i sl. Otvori za dovođenje svježeg vazduha moraju biti zaštićeni protiv prodiranja stranih tijela žičanom mrežom, žaluzinama i sl. Ako svjež vazduh nije dovoljno čist, mora se prečistiti prije ubacivanja u prostoriju posebnim uređajima (filteri, klima-uređaji i dr.).

Ubacivanje i izbacivanje vazduha pri vještačkom provjetranju radnih prostorija mora biti izvedeno tako, da koncentracija zagađenja vazduha u zoni disanja radnika ne prelazi dozvoljene granice propisane standardima o maksimalno dopuštenim koncentracijama štetnih gasova, para, magle i prašine.

Ako u radnoj prostoriji vladaju normalni mikroklimatski uslovi, vještačkim provjetranjem moraju se obezbijediti sljedeće količine svježeg vazduha po zaposlenom radniku:

- $30 m^3/h$  - za prostorije u kojima na jednog zaposlenog radnika dolazi najmanje  $20 m^3$  slobodnog vazdušnog prostora,
- $20 m^3/h$  - za prostorije u kojima na jednog zaposlenog radnika dolazi 20 do  $40 m^3$  slobodnog vazdušnog prostora,
- *najmanje  $40 m^3/h$*  - za prostorije koje nemaju prozora ili drugih otvora za provjetranje.

Količina vazduha potrebna za vještačko provjetranje radne prostorije u kojoj zbog tehnološkog procesa rada vladaju nenormalni mikroklimatski uslovi (razna zagađenja, štetna isparenja, visoka temperatura, vlaga i sl.), određuje se zavisno od stepena zagađenja vazduha, vlage, temperature i drugih štetnih faktora, kao i na osnovu normativa o maksimalno dopuštenim koncentracijama štetnih gasova, para, magle i prašine predviđenih standardom.

Količina vazduha potrebna za provjetranje zagađenih prostorija data je izrazom:

$$Q = \frac{G}{M_d - M_v},$$

gde je:

$Q$  - količina vazduha koja treba da se dovede, odnosno odvede iz prostorije ( $m^3/h$ );

$G$  - koncentracija štetnih materija koja se razvija u toku časa (mg/h),

$M_d$  - dozvoljena koncentracija gasa u vazduhu ( $mg/m^3$ ),

$M_v$  - koncentracija gasa u svježem vazduhu ( $mg/m^3$ ).

U radnim prostorijama u kojima se pri tehnološkom procesu rada razvijaju neprijatni mirisi ili mogu nastati zapaljive, odnosno eksplozivne smješe, mora se radi sprečavanja njihovog prodiranja u susjedne radne prostorije pritisak vazduha sniziti pomoću posebnih uređaja (usisne ventilacije).

Izvori zagađenja vazduha u radnim prostorijama moraju se lokalizovati pomoću uređaja i naprava kojima se zagađeni vazduh neposredno odsisava sa mjesta nastajanja. U tabeli 42 dati su primjeri radnih mjesta, opreme i agregata koji moraju da budu opremljeni uređajima za izvlačenje vazduha.

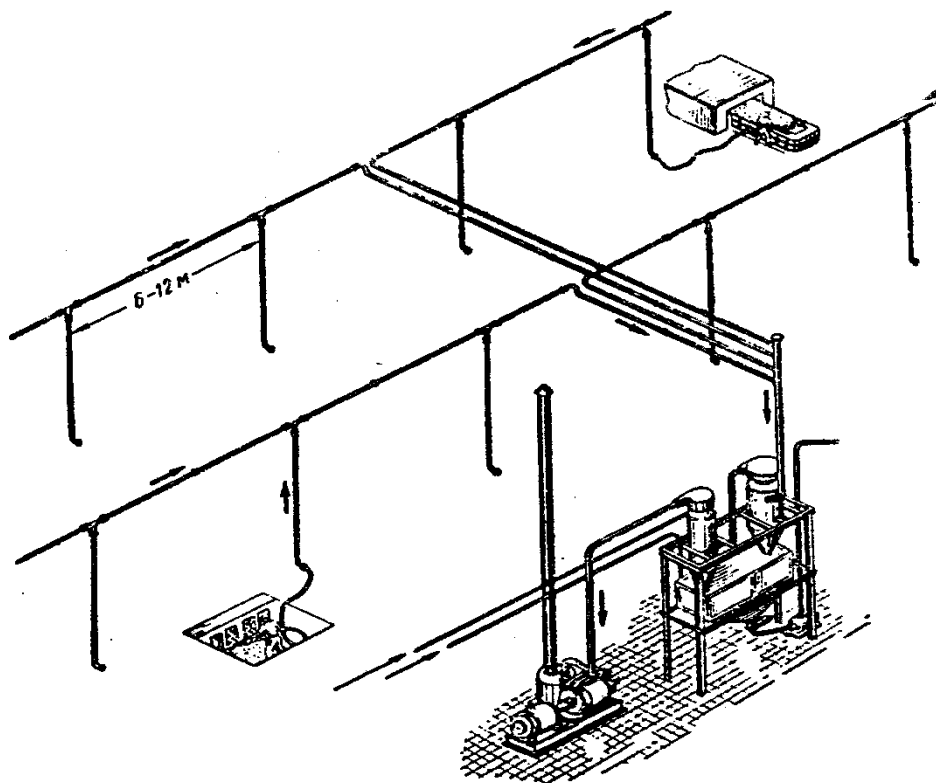
**Tabela 42.** Mjesta u fabričkim postrojenjima na kojima se zahtijeva odsisavanje

| Fabrika (radionica)  | Mjesto lokalnog odsisavanja  |
|--|--|
| Industrija prerade metala (mašinska obrada, zavarivanje, termička obrada itd.) | Brusilice, peći za termičku obradu, aparati za zavarivanje, površinska zaštita metala, odmaščivanje, komore za sušenje, uređaji za čišćenje sačmom, itd.   |
| Procesna industrija  | Mlinovi, miješalice, vibraciona sita, dozatori, mjesta na kojima se presipaju suvi rastresiti materijali, elevatori i otvoreni trakasti transporteri koji prenose suve rastresite materijale, komore za sušenje, tuneli za hlađenje itd. |
| Livnice  | Priprema pijeska, livenje, komore za sušenje, hlađenje kalupa, istresne rešetke, hlađenje odlivaka, čišćenje odlivaka itd.   |

Odvodenje iz radnih prostorija prašine i pare koja se lako kondenzuje, kao i materija koje same ili pri miješanju sa vazduhom mogu da stvaraju otrovne zapaljive i eksplozivne smješe, odnosno hemijska jedinjenja, mora se vršiti posebnim cijevnim vodovima.

Primer šeme vezivanja usisnih vodova sa postrojenjem za izvlačenje zagađenih gasova, para i prašine, i filterima za prečišćavanje vazduha, prije izbacivanja u atmosferu, dat je na slici 77.

Suvi filteri se upotrebljavaju samo za otprašivanje suvog prašnjavog vazduha (bez vlage), inače vlažan prah se lijepi na zidove vreća, tako da vreće više ne propuštaju vazduh. Mjesta u procesu gde se pojavljuje para, priključuju se na vodene filtere.



**Slika 77.** Šema povezivanja usisnih vodova sa postrojenjem za izvlačenje štetnih gasova, pare i prašine i filterima za prečišćavanje prije odvođenja u atmosferu

## VJEŠTAČKO OSVJETLJENJE

Opšte osvjetljenje se projektuje na osnovu potrebne *jačine osvjetljenosti* za razne vrste poslova (Tabela 43), i ukupnog *svjetlosnog fluksa* koji moraju da daju sijalice. Zato je potrebno izvršiti izbor tipa sijalica i odrediti broj sijaličnih mjesta.

Izbor tipa svjetiljki se vrši uzimajući u obzir sljedeće faktore:

- efikasnu i povoljnu raspodjelu svjetlosti,
- mogućnost održavanja (lako periodično čišćenje i zamjenu sijalica),
- mogućnost upotrebe sijalice veće snage ako zatreba više svjetlosti,
- solidnu konstrukciju,
- nisku cijenu instalisanja, rada i održavanja,
- uticaj odbijanja svetlosti.

Potreban svetlosni fluks u lumenima ( $lm$ ) je:

$$F = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot K},$$

gdje je:

$E$  - srednja osvijetljenost u luksima ( $lx$ );

$A$  - površina poda prostorije u ( $m^2$ ),

$\eta$  - koeficijent iskorišćenja osvijetljenja,

$K$  - faktor održavanja svjetiljke (preporučene vrijednosti za odgovarajući tip sijalica, npr. tabela 44).

Svjetlosni fluks po svjetiljci je:

$$F_1 = \frac{F}{N},$$

gde je:  $N$  - broj svjetiljki koje će se postaviti.

Prilikom određivanja broja svjetiljki, treba se pridržavati normi za rastojanja između svjetlosnih izvora tako da se dobija dovoljno ujednačena osvijetljenost površine. Ovi podaci zavise od tipa svjetiljke (Tabeli 45.) Ukoliko je raspored sijalica potrebno usaglasiti sa konstruktivnim elementima građevine i rastojanje se može prilagoditi.

**Tabela 43.** Primjeri preporučenih vrijednosti jačine osvijetljenosti prostora i radnih mjesta za različite vrste rada<sup>1</sup>

| Vrsta rada       | Jačina opšte osvijetljenosti ( $lx$ ) (mjeri se na horizontalnoj ravni na visini 1 m iznad poda) |             |                           | Jačina osvijetljenja radnog mesta ( $lx$ ) (mjeri se na radnoj površini) |
|------------------|--|-------------|---------------------------|--|
|                  | Minimalno  | Preporučeno | Na najnepovoljnijem mestu |  |
| Za grubi rad     | 20 (20)  | 40          | 10 (10)                   | 50 - 100   |
| Za srednji rad   | 40 (30)  | 80          | 20 (15)                   | 100 - 600  |
| Za fini rad      | 75 (40)  | 150         | 50 (20)                   | 500 - 1000   |
| Za vrlo fini rad | 150 (50)   | 300         | 100 (30)                  | 1000-5000  |

**Napomena:** Vrijednosti u zagradi važe samo tamo gdje pored opšteg postoji još i osvetljenje radnog mjesta.  
**Grubi rad:** Livenje i čišćenje liva\*, grubo valjanje, izvlačenje, kovanje i sl.  
 \*Na radnim mjestima u prostoriji gdje se izliva tečan metala, jačina opšteg osvijetljenja mora da bude najmanje 80 luksa, s tim da lokalno osvijetljenje odgovara normama za osvetljenje takvih prostorija.  
**Srednji rad:** Običan rad na strugovima i alatnim mašinama.  
**Fini rad:** Precizni rad na strugovima, presama, montaža, valjanje i izvlačenje.  
**Vrlo fini rad:** Graviranje, fina mehanika, obrada stakla, crtanje, laboratorijski rad.


Koeficijenta iskorišćenja osvetljenja se određuje na osnovu sobnog indeksa (dimenzija prostorije i visine izvora svjetlosti od poda) (Tabela 46). Koeficijent iskorišćenja osvetljenja je

<sup>1</sup> **1 lm** - svjetlosni fuks koji u prostorni ugao od 1 steradiana ( $sr$ ) odašilje tačkasti svjetlosni izvor čija je svjetlosna jačina u svim pravcima prostora jednaka 1 kandela ( $cd$ ), tj. ( $1 lm = 1 cd \cdot 1 sr$ ),

**1 lx** - osvijetljenost površine od  $1 m^2$  na koju dolazi ravnomerno raspoređen svetlosni fluks od 1 lumena ( $1 lx = 1 lm/1 m^2$ )






broj koji pokazuje procentualno iskorišćenje svjetlosnog fluksa za dobijanje osvjetljenja. Zависи od niza faktora: tipa svjetiljke, načina obrade i boje zidova i plafona, sobnog indeksa i faktora održavanja. U tabeli 44 date su vrednosti ovoga koeficijenta za jedan tip sijalica.

**Tabela 44.** Primjer za vrijednosti koeficijenta iskorišćenja i faktor održavanja

| Svetiljka sa sijalicama sa vlaknom i sijalicama sa živom                          | Faktor održavanja (K) | Sobni indeks | Koeficijent iskorišćenja ( $\eta$ ) |
|---|-----------------------|--------------|-------------------------------------|
|  | 0,70                  | J            | 0,40 - 0,36                         |
|   |                       | I            | 0,48 - 0,43                         |
|   |                       | H            | 0,51 - 0,48                         |
|   |                       | G            | 0,55 - 0,51                         |
|   |                       | F            | 0,58 - 0,53                         |
|   |                       | E            | 0,60 - 0,56                         |
|   |                       | D            | 0,64 - 0,59                         |
|   |                       | C            | 0,65 - 0,60                         |
|   |                       | B            | 0,54 - 0,61                         |
|   |                       | A            | 0,66 - 0,62                         |

Svetiljka za visoke prostorije

**Tabela 45.** Primjeri preporučenih dimenzija za postavljanje svjetiljki

| Raspodela svetlosti  | Odstojanje za svjetiljke  |      |   |             |   |      |   |   |
|--|---|------|---|-------------|---|------|---|---|
|  | Difuzne   |      |   |             |   |      | Polukoncentrične  | Koncentrične  |
|  | Indirektne  |      | Poluindirektne  |             | Poludirektne  |      | Direktne  | Direktne  |
| Visina svjetiljke od poda (visina plafona za indirektnu i poluindirektnu svjetiljku) |  |      |  |             |  |      |  |  |
|  | Odstojanje između svjetiljki  |      | Odstojanje od zidova  |             | Odstojanje između svjetiljki  |      | Odstojanje od zidova  | Maksimalno odstojanje između svjetiljki   |
|  | 3,05  | 3,20 | 1,05  | 0,60 - 0,90 | 2,75  | 2,75 | 1,05  | 2,15  |
|  | 3,95  | 4,55 | 1,20  | 0,75 - 1,20 | 3,05  | 3,95 | 1,20  | 3,05  |
|  | 4,85  | 6,40 | 1,85  | 1,20 - 1,50 | 3,05  | 5,80 | 1,85  | 3,95  |
| 6,10 i više  | 7,90  | 2,15 | 1,20 - 1,85   | 3,50        | 7,30  | 2,15 | 5,35  |   |

**Tabela 46.** Primjeri oznake za sobni indeks osvjetljenja

| Za poluindirektno i indirektno osvjetljenje |                       | Visina plafona (m) |           |           |           |           |           |
|---|-----------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   |                       | 3,05÷3,50          | 3,65÷4,10 | 4,25÷5,00 | 5,20÷6,10 | 9,45÷11,0 |           |
| Za direktno i poluindirektno osvjetljenje   |                       | Visina od poda (m) |           |           |           |           |           |
|   |                       | 2,45÷2,60          | 2,75÷2,90 | 3,05÷3,50 | 3,65÷4,10 | 6,40÷7,30 | 9,45÷11,0 |
| Širina prostorije (m)                       | Dužina prostorije (m) | Sobni indeks       |           |           |           |           |           |
| 3,05  | 3,05 - 4,25           | H                  | I         | J         | J         | -         | -         |
|   | 6,10 - 9,15           | G                  | H         | I         | J         | -         | -         |
|   | 12,80 - 18,30         | F                  | G         | H         | I         | -         | -         |
| 5,20  | 6,10 - 9,15           | F                  | F         | G         | H         | -         | -         |
|   | 12,80 - 18,30         | E                  | E         | F         | G         | J         | J         |
|   | 18,30 - 33,50         | E                  | E         | F         | G         | J         | J         |

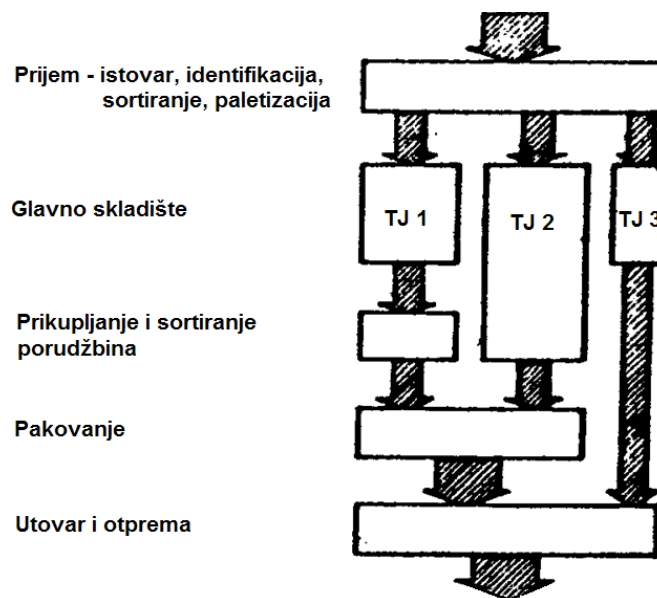


## SKLADIŠTA

Skladišta prvenstveno služe za vremensko usaglašavanja (premošćavanje) tokova materijala. Dodatno, ona se mogu koristiti za sortiranja (skupljanje, raspodjelu i formiranje zaliha). Za projektovanje skladišta neophodno je odrediti granice i troškove. Granice su ulaz, odnosno mjesto gdje se roba istovara (uključujući i istovar) i izlaz, odnosno mjesto gdje se roba otprema (uključujući i utovar).

Skladišni sistem može da se posmatra kao *mikro-distributivni sistem*. To je je upravo zbog redosljeda aktivnosti: prijem, identifikacija i sortiranje, otprema do mjesta skladištenja, postavljanje u skladište, uzimanje narudžbina, prikupljanje narudžbina, pakovanje, utovar i otprema, dokumentacija, informacije, itd.

Podjelom skladišnih aktivnosti formira se opšti model procesa skladištenja. Ovaj model je prikazan u obliku dijagrama toka materijala (Slika 78). Osnovne funkcije su prikazane blokovima, a intenzitet kretanja strelicama. Veličine blokova i debljine strelica mogu da služe za kvantitativnu ocjena.



**Slika 78.** Šematski prikaz funkcija skladišta

U projektantskim poslovima dominantno mjesto zauzima glavno skladište, dok se ostali elementi detaljišu kod organizacije njegovog rada.

### Glavno skladište

Glavno skladište (prostor za čuvanje robe) služi isključivo za vremensko premošćavanje. Transportne jedinice, po pravilu, napuštaju skladište u istom stanju u kojem su ušle u skladište. Tako se može ostvariti idealni zahtjev da je transportna jedinica jednaka skladišnoj jedinici, odnosno da se količina robe na transportnoj jedinici ne mijenja.

Količina robe na jednoj transportnoj jedinici može da bude sastavljena od jednog (najčešće) ili više artikala. Kao sledeću karakteristiku treba naglasiti, da se u glavnom skladištu može dostići ekstremno iskorišćenje prostora, pošto se u njemu ne obavljaju pojedine operacije, kao prijem, priprema, sortiranje robe i sl.

Lokacija pojedinih materijala u glavnom skladištu može da bude određena na tri načina:

1. *Sistem sa stalnim lokacijama.* Za svaki artikal je rezervisan određeni skladišni prostor. Između skladišnog mjesta i broja jednog artikla postoji korelacija. Pošto se kapacitet

lokacija projektuje za maksimalni nivo zaliha, kod promjene sistema skladištenja prostor može biti nedovoljno iskorišćen.

2. *Sistem sa slučajnim lokacijama.* Lokacija se određuje na bazi slobodnog prostora u skladištu. Skladišni prostor se uštedi pošto se može prihvatiti maksimalno stanje svakog pojedinog artikla, ali i sume artikala. Nedostatak ovog sistema je, teško praćenje stalne promjene lokacija pojedinih materijala, tako da je kod uskladištenja većeg broja proizvoda neophodna primjena računara (više od 3000 mesta).
3. *Podjela skladišta na zone.* Lokacije su fiksne u odnosu na zonu, ali ne i u okviru zone. U okviru date zone se primenjuje sistem sa slučajnim lokacijama. Podjela na zone vrši se prema obrtu artikala.

Prema načinu uskladištenja glavno skladište može da se podijeli na:

- *glavno skladištenje za nepaletizovanu robu*, (koristi se u skladištima za čuvanje alata, modela, rezervnih djelova, HTZ opreme, itd.),
- *uskladištenje paletizovanih proizvoda viljuškarama*,
- *uskladištenje paletizovanih proizvoda skladišnim dizalicama.*

Paletna skladišta mogu da se podijele prema tipu glavnog skladišta u dvije osnovne grupe:

- *skladištenje u blokovima* - palete se skladište na podu,
- *skladištenje u regalima.*

Prva grupa se primjenjuje kod transportnih jedinica koje mogu da se slažu jedna na drugu. Sistem omogućuje veoma dobro iskorišćenje skladišnog prostora i pogodan je samo kada postoji mali asortiman.

Kod primjene regala koriste se tri grupe:

- regali i teret su nepokretni,
- regali su nepokretni, a teret se kreće,
- regali i teret se kreću.

Prva grupa obuhvata *konvencionalna regalna (RS)* i *visoko regalna skladišta (VRS)*. Osnovni princip rada je isti u oba slučaja. Konvencionalna regalna skladišta, po pravilu, nijesu visočija od 6-8 m, mada visina ovog tipa može dostići i 12 m. Skladištenje na visinama do 6 m se obavlja viljuškarama, a za veće visine se koriste specijalni viljuškari. Visoko regalna skladišta se najčešće grade sa visinom uskladištenja od 7-30 m (max do 45 m). Opisuju se regalnim dizalicama. U ovu grupu spadaju i regalna skladišta kod kojih viljuškar ulazi u regal.

Drugu grupu sačinjavaju *protočna skladišta*. Sastoje se od niza staza sa valjcima i rolnama. Sve skladišne staze mogu da imaju samo jedno mjesto za uskladištenje i jedno mjesto za odnošenje, pa je moguća potpuna automatizacija sistemom kontinualnog transporta. Odnose se samo prednje transportne jedinica, a ostale se pomjeraju za jedno mjesto. Protočna skladišta se grade do visine od 30 m. Prednost sistema je veliko iskorišćenje skladišnog prostora. Nedostatak su visoki troškovi za konstrukciju regala.

Treću grupu obuhvataju *skladišta sa pokretnim regalima (PR)*. Pošto za svaku operaciju treba mijenjati položaj sistema, mora da se sinhronizuje pokretanje regala sa pojedinim operacijama.

### Proračun površine skladišta

U opštem slučaju površina skladišta se određuje po obrascu:

$$A_u = A_k + A_m + A_p,$$

gde je:

$A_k$  - *korisna površina* - površina na kojoj se čuva materijal,

$A_m$  - *manipulativna površina* - obuhvata glavne transportne puteve, prolaze, prostor

potreban za manipulaciju robom, itd.;

$A_p$  - pomoćna površina - obuhvata površinu stubova, sigurnosne prolaze (rastojanje između uskladištene robe i zidova, koje iznosi min. 0.8 m, prolaze za evakuaciju u slučaju požara, prostor oko hidranta i protivpožarnih aparata, kancelarije, sanitarne prostorije itd.).

Korisna površina kod blok skladišta se izračunava po obrascu:

$$A_k = 1.2 \frac{N_{tj} \cdot A_{tj}}{n_y},$$

gde je:

$N_{tj}$  - ukupan broj skladišnih jedinica,  
 $A_{tj}$  - površina skladišne jedinice u  $m^2$ ,  
 $n_y$  - broj redova skladišnih jedinica po visini.

Korisnu površinu skladišta je potrebno provjeriti u odnosu na nosivost poda:

$$A_k > 1.2 \frac{N_{tj} \cdot G_{tj}}{P},$$

gdje je:

$G_{tj}$  - težina transportne jedinice sa teretom (kN);  
 $P$  - nosivost poda skladišta,  $p = 10-60 \text{ kN/m}^2$ .

Korisna površina kod regalnog skladišta (površina pod regalima) se izračunava po obrascu:

$$A_k = A_{pm} \cdot n_x \cdot N_r,$$

gde je:

$A_{pm}$  - površina jednog paletnog mjesta u  $m^2$ ;  
 $n_x$  - broj paletnih mjesta duž jednog regala;  
 $N_r$  - broj regala na skladištu.

Pri tome treba da bude zadovoljen uslov:

$$N_{tj} = n_x \cdot n_y \cdot N_r = N_{pm}.$$

Površina jednog paletnog mesta ( $A_{pm}$ ) zavisi od usvojene skladišne (transportne) jedinice – za standardnu paletu 800 x 1200 mm može da se uzme da je  $A_{pm} = 1000 \times 1400 \text{ mm}$ .

Visina uskladištenja zavisi od visine paletnog mesta ( $h_{pm}$ ) i broja redova skladišnih jedinica po visini ( $n_z$ ):

$$H_s = h_{pm} \cdot n_y.$$

Odnos visine uskladištenja ( $H_s$ ) prema dužini skladišnog hodnika ( $L_s$ ) se određuje tako da se postigne minimalno vrijeme potrebno za opsluživanje. Kod visoko regalnih skladišta ovaj odnos obično iznosi:

$$H_s / L_s = 1/5 \div 1/4.$$

*Manipulativna površina* ( $A_m$ ). Zavisi od širine hodnika za opsluživanje, glavnih transportnih puteva i njihovih dužina, kao i od prostora za manipulaciju robom (ukoliko se predviđa). Širina regalnih hodnika i glavnih saobraćajnica zavisi od usvojenih uređaja za opsluživanje i intenziteta saobraćaja.

*Pomoćna površina* ( $A_p$ ) određuje se zavisno od tipa i oblika zgrade, usvojene opreme i propisa o zaštiti na radu.

## FABRIČKE ZGRADE

U tehnološkom projektu određuju se glavni parametri zgrade: osnovne dimenzije, raspored stubova, položaj polja (brodova) i njihova visina. Dalje projektovanje i izbor se vrši na osnovu postojećih građevinskih normi i propisa

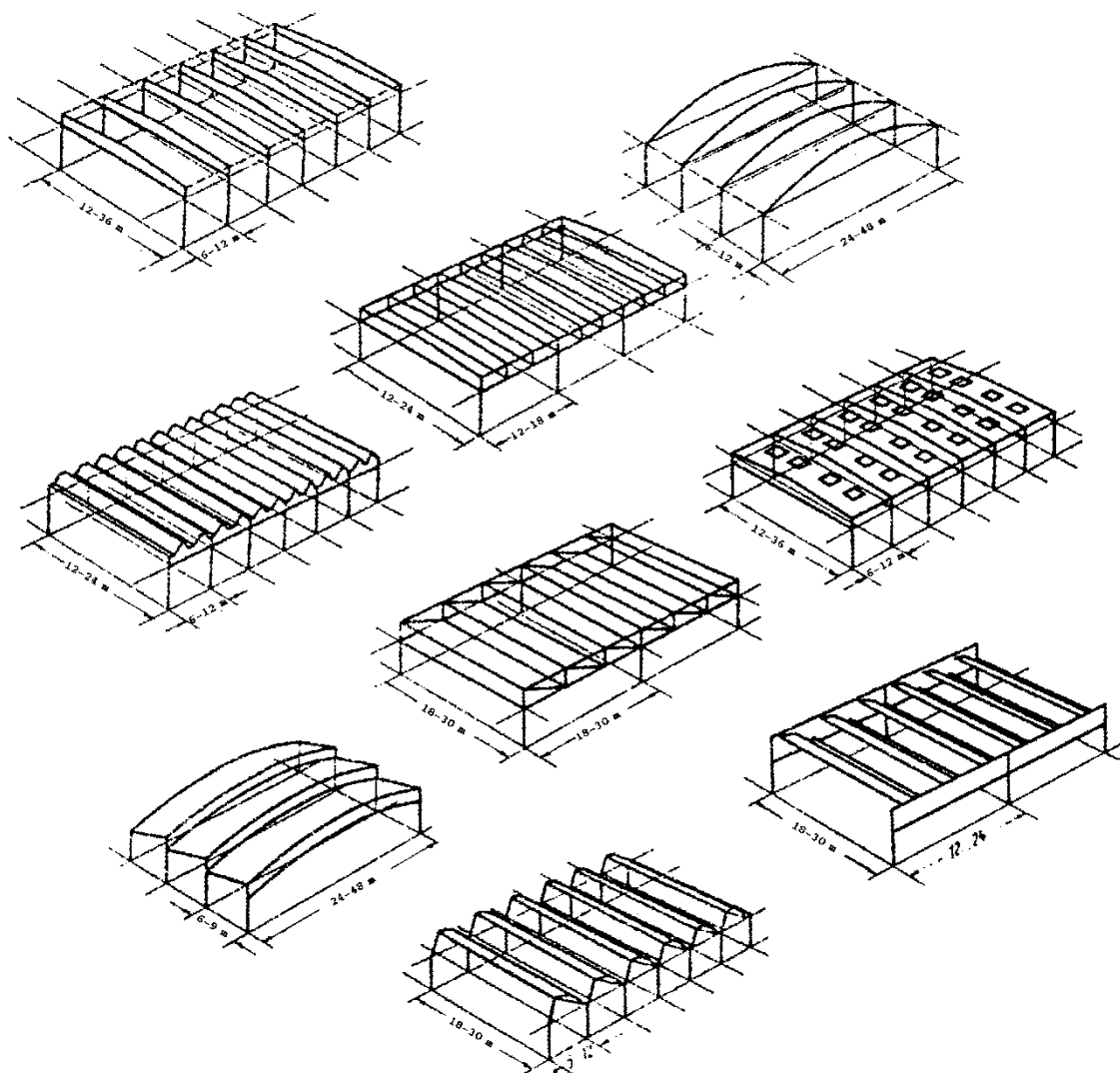
Pri određivanju širine polja ( $L$ ) treba voditi računa o standardnim rasponima proizvodnih dizalica ( $L_k$ ) i rasponima hala. Dužina polja, tj. rastojanje između osa krajnjih stubova, iznosi:

$$A = (n-1) \cdot t,$$

gdje je:

$n$  - broj stubova u redu duž polja;

$t$  - osno rastojanje stubova (vrijednosti su date na slici 79).



**Slika 79.** Standardne vrijednosti osnovnog rastojanja između stubova fabričkih hala

Visina polja ( $H$ ) predstavlja rastojanje od poda do ivice noseće krovne konstrukcije i iznosi:

$$H = H_1 + h,$$

gde je:

$H_1$  - visina dizalične staze,

$h$  - rastojanje od gornje ivice dizalične šine do donjeg pojasa noseće krovne konstrukcije.

Visina dizalične staze ( $H_1$ ) je rastojanje od poda do gornje ivice dizalične šine. Visina polja u kome nijesu smještene mostovske dizalice određuje se obično u zavisnosti od visine primijenjene opreme. Pri tome treba voditi računa o mogućnosti montaže i demontaže uređaja. Visina dizalične staze određuje se u zavisnosti od visine usvojene opreme, gabarita materijala koji se transportuje i tipa dizalice (Slika 80).

Visina ( $H_1$ ) se određuje iz jednačine:

$$H_1 = k + z + e + f + c,$$

gdje je:

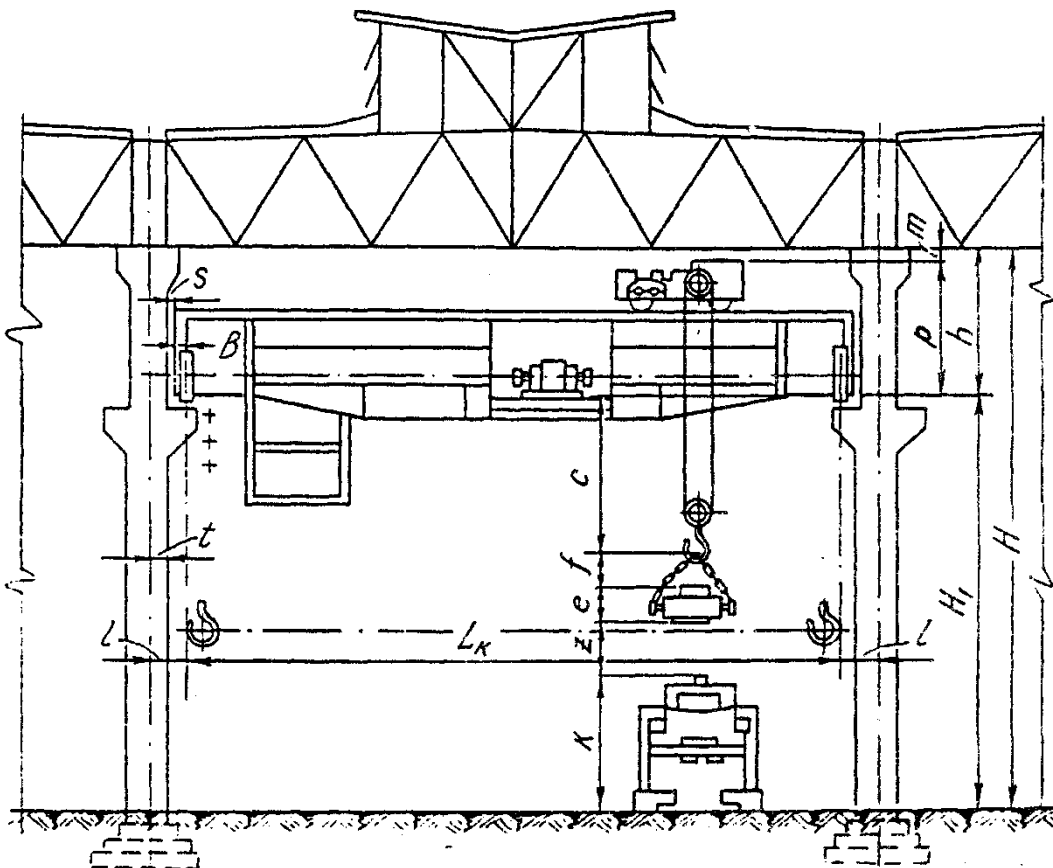
- k - gabaritna visina usvojene opreme, preko koje se prenosi teret dizalicama (ova visina ne smije da bude manja od 2.3 m);
- z - rastojanje sigurnosti, pri prenošenju tereta dizalicom iznad opreme; (uzima se 0.5 m);
- e - visina najvećeg tereta;
- f - visina za vješanje tereta (ne smije da bude manja od 1 m);
- c - rastojanje od krajnjeg gornjeg položaja kuke do gornje ivice dizalične šine (zavisi od usvojene mostovske dizalice).

Veličina ( $h$ ) se određuje iz jednačine:

$$h = p + m,$$

gdje je:

- p - gabaritna visina mostovske dizalice od gornje ivice dizalične šine do najviše tačke kolica dizalice (zavisi od usvojene dizalice);
- m - rastojanje između najviše tačke kolica dizalice i donjeg pojasa noseće krovne konstrukcije (ne smije da bude manje od 100 mm).



**Slika 80.** Visine fabričke hale sa predviđenom kranskom stazom

Površina radnog prostora zavisi od vrste rada koji se obavlja, ali ona u svakom slučaju mora biti takva da na svako zaposleno lice bude najmanje 2 m<sup>2</sup> slobodne površine poda i 10 m<sup>3</sup> vazdušnog prostora. Minimalna visina radne prostorije mora da iznosi 2.80 m.

Pri određivanju gabaritnih mjera zgrade za specifičnu proizvodnju (tipa livnice), treba voditi računa da zapremina proizvodnih prostorija ne smije da bude manja od 15 m<sup>3</sup> (za prostorije u kojima se predviđa livenje metala 24 m<sup>3</sup>), a njihova površina od 4 m<sup>2</sup> po jednom radniku.

Fabričke zgrade mogu da se podijele u dvije osnovne grupe: *prizemne* i *spratne*.

### **Prizemne zgrade**

Prizemne zgrade se često primjenjuju (za hemijsku i metaloprerađivačku industriji ovo je dominantan oblik). Obično se grade sa 3 do 4 polja. Projektuju se sa osnovama pravougaonog ili kvadratnog oblika zato što su ekonomičnije u odnosu na druge oblike osnove. Pravougaoni i kvadratni oblik osnove su pogodni za smještaj različitih proizvodnih postrojenja i lako se prilagođavaju promjenama u proizvodnji.

Najmanja visina prostorije u industrijskim zgradama obično iznosi 3.0 m. Visina odjeljenja, radionica i postrojenja za opsluživanje proizvodnje i obezbjeđenje uslova rada kod prizemnih zgrada najčešće se uzima od 3.5 - 4 m, a proizvodnih hala do 12 m.

U pojedinim slučajevima je neophodno da se u prizemnim objektima postave metalne platforme (galerije) na odgovarajućoj visini. One se koriste za obavljanje pojedinih procesa, postavljanje opreme ili za priručna skladišta. Na ovaj način može da se poveća stepen iskorišćenja proizvodnog prostora i da se skrate pojedini transportni putevi. Za komunikaciju ljudi sa osnovom koriste se metalne stepenice.

Prednosti prizemnih zgrada su:

- podovi zgrade su postavljeni u istoj visini sa terenom, tako da je prilaz u sve prostorije jednostavan,
- manja cijena 1 m<sup>2</sup> i 1 m<sup>3</sup> zgrade nego kod spratnih zgrada,
- ravnomjerno prirodno osvetljavanje svih prostorija,
- mogućnost povećanja nosivosti poda bez poskupljenja gradnje,
- fleksibilne su u odnosu na eventualne promjene u proizvodnji,
- manja opasnost od povreda na radu.

Nedostaci prizemnih zgrada su veliki toplotni gubici i zauzimaju veliku površinu.

### **Spratne zgrade**

Spratne zgrade su veoma pogodne za pojedine tipove proizvodnje (npr. precizne mehanike, električnih, radio i televizijskih uređaja, i sl.), kao i za smještaj opštih službi, tehničko-tehnoloških biroa, itd.

Tendencija je da se primjenjuju jednospratne zgrade (prizemlje i sprat). Na ovaj način se izbjegava ukopavanje pojedinih uređaja pod zemlju, skraćuju transportni putevi, ventilacioni kanali i električni vodovi. Prizemlje i spratovi su povezani stepeništima i liftovima za kretanje materijala između spratova.

Pri projektovanju zgrade sa više spratova treba voditi računa da se usvoji odgovarajuća spratna visina da bi se dobilo pogodno prirodno osvetljenje.

Prednosti spratnih zgrada su:

- manji teren, kraća dužina transportnih puteva i mreže za razvod energije između odjeljenja, manji troškovi za održavanje i zagrijavanje zgrade,
- povoljni uslovi za provjetravanje, ventilaciju i klimatizaciju,

- lakša komunikacija zaposlenih,
- mogućnost korišćenja gravitacije za transport materijala.

Nedostaci ovih zgrada su:

- skuplja gradnja,
- ograničeno opterećenje međuspratnih konstrukcija,
- modul stubova je manji,
- ograničena je površina zgrade kada se zahtijeva dnevno osvjjetljenje.

Karakteristike gradnje su i specifični pritisak na pod i način prirodnog osvjjetljenje.

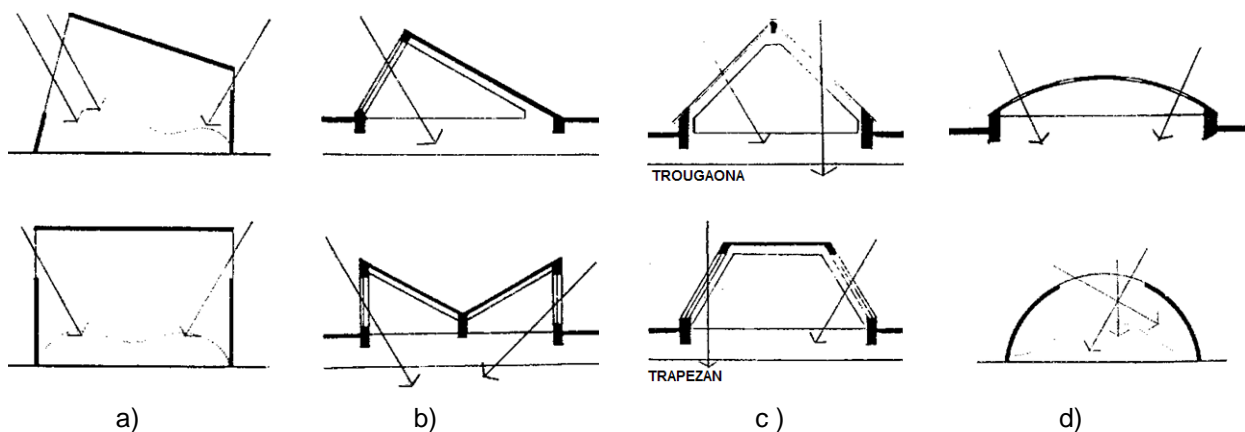
*Specifični pritisak na pod* od različitih vrsta opterećenja iznosi:

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1. Skladište repromaterijala                                 | <i>(kN / m<sup>2</sup>)</i> |
| - uzdužni prolaz na kome je postavljen željeznički kolosijek | 50                          |
| - skladište metala   | 20-100                      |
| - skladište rasutih materijala                               | 20-100                      |
| 2. Skladište gotovih proizvoda                               | 10-60                       |
| 3. Prolazi   | 20-30                       |
| 4. Fabrike i radionice:                                      |                             |
| - lake industrije (prizemlje)                                | 10                          |
| (spratovi)   | 0.5-0.7                     |
| - srednje industrije (prizemlje)                             | 20                          |
| (spratovi)   | 10-15                       |
| - teške industrije (prizemlje)                               | 40                          |
| 6. Garaže  | 10                          |

### **Prirodno osvjjetljenje zgrada**

Prirodno osvjjetljavanje zgrada se obezbjeđuje propuštanjem dnevne svjetlosti kroz zastakljene površine na zidovima ili svjetlarnike na krovu (Slika 81). Najpogodnije je postaviti prozore na vertikalnim zidovima, zbog lakšeg održavanja i opasnosti od prokišnjavanja. Postavljanje prozora na zidovima dovodi do povećanja visine hale, da bi se omogućilo što dublje prodiranje bočne svjetlosti. Kod hala sa više polja mora se jedno polje naizmjenično podići u odnosu na susjedno, ukoliko se želi koristiti bočno osvjjetljenje.

Ukoliko proizvodni proces zahtijeva intenzivno osvjjetljenje, a hale imaju široka polja, mora da se primijeni osvjjetljenje kroz tavanicu. Ovaj način osvjjetljavanja hala može da se riješi testerastom krovnom konstrukcijom i svjetlarnicima (Slika 81).



**Slika 81.** Prirodno osvjjetljavanje fabričke zgrade kroz: zastakljene bočne površine (a), testerasti krov (b), različite oblike svjetlarnika (c) i specijalne otvore na krovu (d)

## SITUACIONI PLAN

Situacioni plan predstavlja raspored objekata visoke gradnje, saobraćajnica, energetskih postrojenja i razvodnih mreža instalacija u okviru jedne organizacione cjeline.

Redosljed projektovanja obuhvata dvije faze :

- A. *Idejno rješenje situacionog plana* - predstavlja optimalni raspored objekata izrađen na osnovu njihove funkcionalne zavisnosti.
- B. *Glavni projekat situacionog plana* - predstavlja detaljno rješenje rasporeda pojedinih objekata sa definisanim uzajamnim vezama. Ovaj projekat se radi na osnovu gotovih projekata pojedinih objekata i postrojenja..

Za izradu situacionog plana je neophodno posjedovati:

- podatke o terenu (veličina, geodetski snimak terena, geomehanički karakter zemljišta),
- podatke o klimatskim i hidrometeorološkim uslovima,
- podatke o preduzeću (sastav, organizaciono-tehničku strukturu, šemu tehnološkog procesa, količine materijala koja se kreću kroz proces),
- podatke o objektima (veličina, namjena i opšte karakteristike, postojeći objekti u blizini i mogućnosti povezivanja sa njima),
- podatke o mogućem uticaju procesa (štetnosti i opasnosti fizičko-hemijskih reakcija pojedinih faza obrade, statičko-dinamički uticaji mašinskog parka i transportnih uređaja).

Raspored zgrada na terenu je određen proizvodnim tokom (tehnološkim procesom). Uz to treba voditi računa da se zgrade postave jedna prema drugoj tako da se što više skrate transportni putevi, ali voditi računa da se omogući dobro osvjetljenje i provjetravanje svih prostorija. Najmanja rastojanja su definisana građevinskim propisima. Konačno, situaciono rješenje treba da predvidi mogućnosti proširenja fabrike.

Razmještanje objekata u okviru industrijskog kompleksa se vrši njihovim grupisanjem u zone prema tehnološkim karakteristikama i namjeni. Stvaranje zona je neophodno da bi se obezbijedio normalan tok proizvodnje, dobra organizacija prostora i spriječio međusobni nepoželjni uticaj.

Razlikuju se tri osnovne zone:

- *proizvodna zona* - obuhvata sva proizvodna odjeljenja, pomoćne objekata, skladišta i postrojenja koja obezbjeđuju uslove rada u proizvodnji,
- *energetska zona* - sadrži objekte u kojima se proizvodi ili pretvara energija namijenjena za opsluživanje proizvodnje i obezbeđenje uslova rada,
- *zona pratećih službi* - uprava, tehnički biro, administracija, priprema, itd.

Postoje tri osnovna načina izgradnje industrijskih kompleksa:

1. Paviljonski sistem (Slika 82A);
2. Blok sistem (Slika 82B);
3. Mješoviti sistem (Slika 82C).

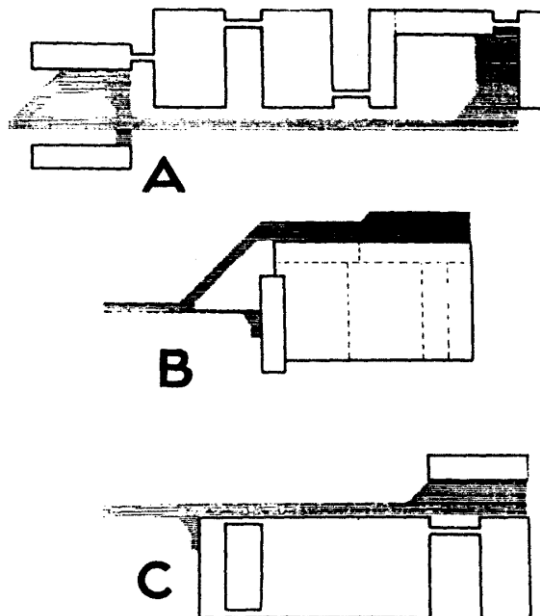
Kod paviljonskog sistema sve zone su izdvojene u posebne zgrade. Objekti se postavljaju prema tehnološkom procesu. Primjenjuje se u hemijskoj industriji, teškoj mašingradnji, metalurgiji, itd. Izdvajanjem svih objekte postiže se dobra izolacija i sprečavaju svi nepogodni međusobni uticaji (prenošenje buke, vibracija i potresa).

Radionički prostori paviljonskih kompleksa su obično izduženog oblika sa relativno uzanim poljima. Ovaj oblik omogućuje bočno uvođenje dnevne svjetlosti u radionički prostor i obezbjeđuje efikasno provjetravanje. Takođe je obezbijeđeno lako proširenje svake zgrade ne ometajući proizvodnju.



Osnovne karakteristike paviljonskog sistema su:

- velika površina zemljišta, razgranata i dugačka mreža instalacija,
- nepovoljna organizacija transporta i kretanje ljudstva,
- otežan nadzor i upravljanje proizvodnjom.



**Slika 82.** Paviljonski (A), blok (B) i mješoviti (C) sistem izgradnje industrijskog kompleksa

Kod blok sistema izgradnje sve zone su smještene u jednu kumpaktnu cjelinu. Arhitektonski posmatrano to su veliki prizemni ili spratni objekti.

Osnovne karakteristike blok sistema su:

- pogodan je za laku prerađivačku industriju,
- transportni putevi su kratki,
- racionalno se koristi raspoloživi teren,
- za postavljanje blok sistema neophodni su ravni tereni,
- spoljne komunikacije između pojedinih odeljenja su isključene,
- otežana je etapna izgradnja,
- pogodni su za klimatizaciju sredine,
- olakšan je nadzor i upravljanje proizvodnjom, s obzirom da je cijela proizvodnja smještena u jedinstveni prostor.

Mješoviti sistem je kompromisno rješenje koje treba da ublaži nedostatke oba sistema i iskoristi njihove prednosti.

### Određivanje veličine terena

Veličina terena za postavljanje fabrika određuje se u zavisnosti od površine zgrada, prolaza i saobraćajnica.

Prethodno je neophodno riješiti projekat industrijskog željezničkog kolosijeka, zato što on obično zauzima veliki prostor (najmanji poluprečnik krivine po kome se kreće lokomotiva sa glavne pruge je 180 m). Najpovoljnije rješenje se dobija kada se zgrade postavljaju pod uglom u odnosu na glavni industrijski kolosijek. Često se jedan krak industrijskog koloseka uvodi u halu, tako da se omogući istovar vagona dizalicama.

Pored željezničkog kolosijeka i putevi znatno utiču na određivanje ukupne površine terena za postavljanje fabričkih hala i ostalih pomoćnih zgrada. Mreža puteva mora da bude funkcionalna,

ekonomična i da omogući perspektivno proširenje pogona.

Sve zgrade moraju da imaju izgrađene prilaze. Širina puteva ( $m$ ) treba da bude:

|   |     |
|---|-----|
| – za jednosmjerni saobraćaj                 | 4.0 |
| – za dvosmjerni saobraćaj                   | 6.0 |
| – pješačka staza, najmanje                  | 1.2 |
| – pješačka staza, obično                    | 1.5 |
| – pješačke staza kod intenzivnog saobraćaja | 2.0 |

Pri razmještanju objekata u okviru datog industrijskog kompleksa posebnu pažnju treba obratiti na minimalno odstojanje ( $L$ ) od susjedne zgrade najveće visine ( $H$ ). Da bi se pravilno uvela dnevna svjetlost u radioničke i druge prostore treba da je:

$$L_{min} = 2H.$$

Preporučuje se da ovo odstojanje ne bude manje od 20 m.

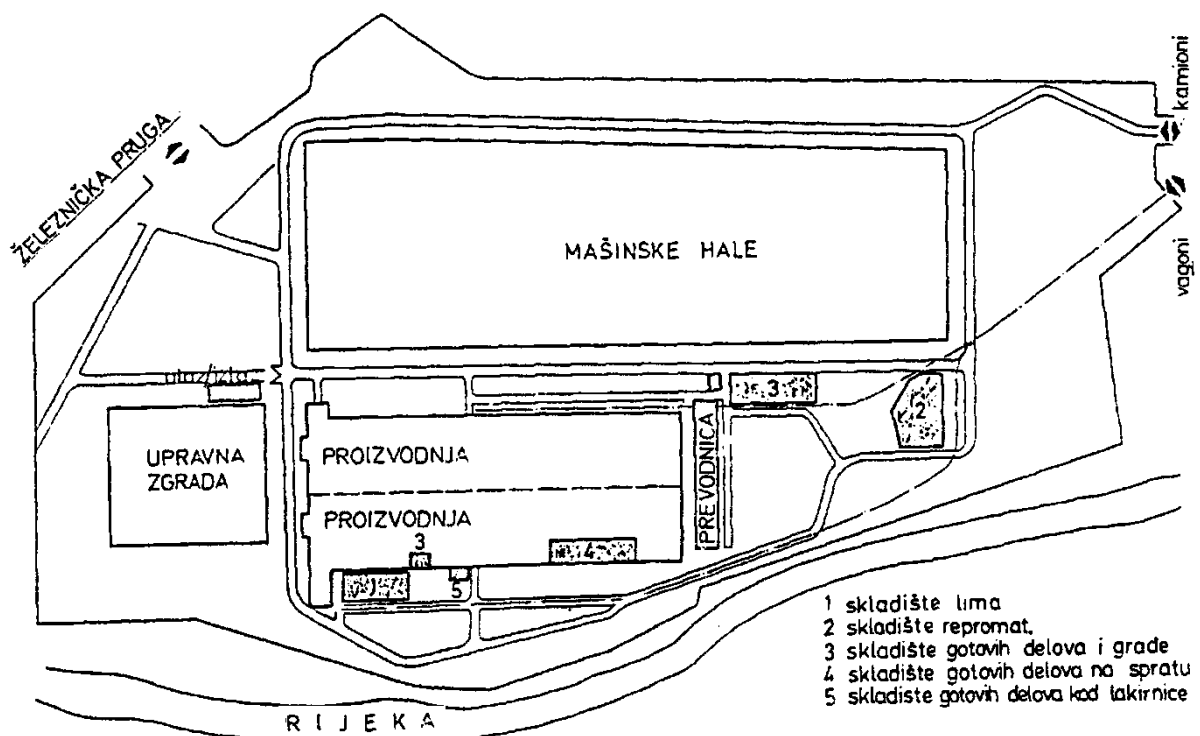
Orijentacija pojedinih zgrada prema stranama svijeta se izvodi u zavisnosti od njene namjene, vodeći računa o prirodnom osvetljenju prostorije i zaštite radnih mjesta.

### **Položaj u odnosu na druge fabrike industrijskog kompleksa**

Postavljanje industrijskih objekata u kojima se razvijaju uticaji štetni po okolinu zavisi od niza faktora (vrste industrije, proizvodnog programa, obima proizvodnje, primijenjene tehnologije, opreme itd.) i količine emitovanih štetnih fizičko-hemijskih materija (gasovi, pare, prašina, buka, potresi, vibracije, mirisi, itd.).

Zgrade ovih pogona se postavljaju "niz vjetar" u odnosu na zgrade drugih radionica, a kod potresa i vibracija treba obezbijediti dovoljno odstojanje da se ovaj uticaj eliminiše. Pravci dominantnih strujanja vjetrova se dobijaju iz tzv. "ruže vjetrova".

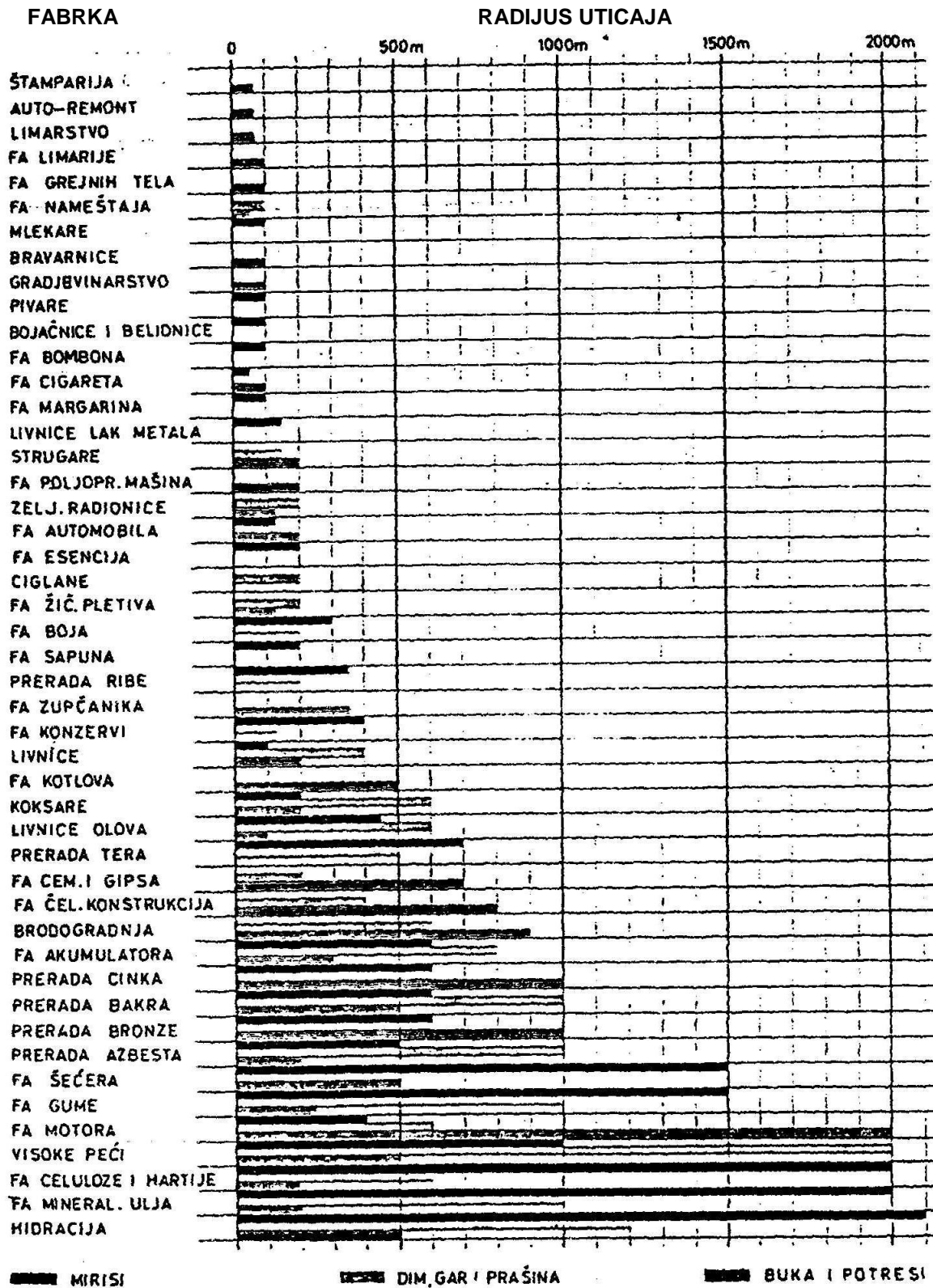
Primjer situacionog plana jedne fabrike dat je na slici 83.



**Slika 83.** Primjer situacionog plana fabrike

## SKLADIŠTA, FABRČKE HALE, SITUACIJA

Pri postavljanju pogona u kojima se razvijaju štetne materije, u blizini naseljenih mjesta, treba voditi računa o sanitarno-zaštitnoj zoni, da bi se spriječilo zagađivanje. Veličina ove zone se određuje u zavisnosti od programa i obima proizvodnje. Pregled radijusa dopiranja štetnih uticaja industrije na okolinu dat je na slici 84.



Slika 84. Pregled radijusa dopiranja štetnog uticaja pojedinih tipova fabrika

## OSNOVNE KARAKTERISTIKE HEMIJSKE INDUSTRIJE<sup>1</sup>

Primarna karakteristika hemijske industrije je da ona obuhvata proizvodne djelatnosti u kojima najbitniji dio proizvodnog procesa predstavljaju hemijske promjene materijala. Hemijski procesi se primjenjuju i u tehnologijama dobijanja drugih proizvoda, kao npr.: dobijanja metala iz ruda, dobijanje stakla, cementa, bojenje i dorada tekstila, štavljenje kože, itd.

Konstrukciji moderne opreme za hemijsku industriju prethodila su brojna istraživanja i inovacije u oblasti mehanike fluida, mašinske tehnologije, tehnologije materijala i elektronike. Hemijska industrija je najvažniji potrošač nekih novih (rijetkih) metala i specijalnih legura.

Najadekvatnija sistematizacija hemijske industrije, odnosno *grane 35*, prema Međunarodnoj standardnoj industrijskoj klasifikaciji ISIC<sup>1</sup> je:

- Industrija osnovnih hemijskih proizvoda,
- Industrija ostalih hemijskih proizvoda,
- Rafinerija nafte,
- Industrija raznih proizvoda na bazi nafte i uglja,
- Industrija gume i ostalih proizvoda na bazi kaučuka,
- Industrija proizvoda od plastičnih materijala.

Najvažnije grupe finalnih proizvoda savremene hemijske industrije su: vještačka đubriva, plastične materije, hemijska vlakna, sintetički kaučuk, sredstva za pranje, lijekovi, boje, lakovi i premazi, organske hemikalije i dr.

### Ekonomsko – tehnološke karakteristike i specifičnosti hemijske industrije

- A.** *Hemijska industrija je tipična bazna grana.* Pretežan dio proizvoda hemijske industrije troši se u sferi reprodukcione potrošnje. Hemikalije se u proizvodnim procesima ne javljaju uvijek kao obični predmeti rada. Mnoge hemikalije imaju funkciju koja je slična funkciji oruđa za rad.
- B.** *Izrazita tehnološka kompleksnost* je takodje karakteristika hemijske industrije. Većina procesa ima složenu tehnološku šemu, komplikovanu i skupu opremu i instalacije.
- C.** *Moderna hemijska tehnologija ima sposobnost veoma ekonomičnog iskorišćavanja sirovina.*
- D.** *Produktivnost rada* u hemijskoj industriji znatno je veća nego u tradicionalnim prerađivačkim industrijama. Hemijska prerada sirovina, po pravilu je visokorentabilna.
- E.** *Potpuno baziranje na nauci.* Hemijska industrija je i naučno-istraživačka djelatnost, a naučni pronalazak uvijek prethodi proizvodnji.
- F.** *Kadrovska struktura hemijske industrije.* Kadrovska struktura je specifična po velikoj zastupljenosti zaposlenih sa visokom sprernom, specijalista i istraživača.
- G.** *Industrija novih proizvoda i novih materijala.* Hemijski procesi omogućavaju najdublje i najrazličitije promjene na predmetu rada. Među novim materijalima poseban značaj imaju polimeri (plastične materije, sintetički kaučuk, hemijska vlakna). Mada je hemijska industrija bazna grana ona proizvodi i veliki broj proizvoda široke potrošnje.
- H.** *Visok stepen međuzavisnosti hemijske industrije i ostalih proizvodnih grana.* Hemijska industrija izrađuje konstrukcije i druge reprodukcione materijale, koji se troše u svim proizvodnim djelatnostima. Ova međuzavisnost se stalno produbljava, jer jedna od karakteristika savremenog naučnotehnološkog procesa je rastuća primjena hemijskih proizvoda kao reprodukcioni materijala drugih grana i zamjena pojedinih fizičko-mehaničkih operacija hemijskim procesima.

<sup>1</sup> R. Renovica, *Komercijalno poznavanje robe*, Skripta, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010.

Hemizacijom tehnoloških procesa stvaraju se mogućnosti za:

- skraćivanje proizvodnog ciklusa i povećanje produktivnosti rada,
- uvođenje višeg nivoa automatizacije procesa,
- dobijanje kvalitetnijeg proizvoda,
- inoviranje proizvodnje.

Poseban aspekt međuzavisnosti hemijske industrije i ostalih grana je, što hemijske osobine pojedinih sirovina omogućavaju kompleksno iskorišćenje sirovina. Tehnički progres u mnogim oblastima proizvodnje obilježen je i porastom potrošnje hemijskih materijala i supstanci.

- I. Mjesto hemijske industrije u granskoj strukturi.** Hemijska industrija se nalazi na nivou privrednog razvoja. Njeno mjesto u strukturi čitave industrije jedne zemlje zavisi od nivoa privrednog i tehnološkog razvoja, pa tek onda od sirovinske baze i drugih faktora. Hemijska industrija je kapitalno intenzivna grana, naročito petrohemija i proizvodnja sintetičkih proizvoda.
- J. Visok stepen integrisanosti** je takođe karakteristika današnje hemijske industrije. Na integraciju su uticali mnogi faktori, kao: razvoj tehnologije, veliki značaj naučnih istraživanja, jaka konkurencija na tržištu, itd. Integracioni procesi nijesu obuhvatili samo domen proizvodnje već i investicija, tržišta, kadrova, naučnog istraživanje i drugih aktivnosti. Samo velike integrisane grupacije mogu da izdvoje dovoljno velika sredstva za krupnije naučno istraživačke projekte.
- K. Obim međunarodne razmjene.** Razvoj hemijske industrije prati stalan porast obima međunarodne razmjene hemijskih proizvoda. Današnja hemijska industrija izrađuje ogroman asortiman proizvoda, koji ne može kompletno da pokrije nijedna zemlja.

### Sirovinska baza hemijske industrije

Hemijska industrija koristi relativno mali broj sirovina u odnosu na broj proizvoda koje izrađuje. Sirovine hemijske industrije možemo podijeliti na nekoliko grupa:

- A. Ugljenične sirovine**, gdje spadaju:
- nafta, derivati nafte (proizvodi prerade nafte) i prirodni gas,
  - ugalj i proizvodi primarne prerade uglja (koks, polukoks, katran kamenog uglja, koksni gas, ostali proizvodi od prerade uglja).
- B. Nemetalne mineralne sirovine**, među kojima su od posebnog značaja:
- sirovi fosfati (fosforit i apatit),
  - sumpor,
  - kalijumove soli,
  - kuhinjska so (natrijumhlorid),
  - krečnjak i dr.
- C. Metalonosne sirovine:**
- rude pojedinih metala (pirit i pirotin, boksit, hromit, ...);
  - metali: bakar, olovo, cink, srebro, živa i dr;
  - metalni otpad iz raznih procesa prerade metala i dr.
- D. Voda i vazduh.**
- E. Drvo**, odnosno proizvodi primarne prerade drveta, posebno celuloza.
- F. Poljoprivredni proizvodi** sporedni proizvodi prehrambene industrije:
- ulja i masti,
  - žitarice,
  - šećer i melasa,
  - kosti, koža, riblje brašno.

Najvažnije mjesto među *sirovinama hemijske industrije* imaju: nafta i njeni derivati, sumpor i razni sulfidi, sirovi fosfati, kalijumove soli i kuhinjska so. U budućnosti će hemijska industrija sve više prerađivati otpatke sopstvene proizvodnje i svih drugih industrija. U hemiji se, normalno, kao sirovine tretiraju i primarni proizvodi prerade pojedinih sirovina. To je prva generacija intermedijera u koje spadaju: olefini i diolefini, aromatični ugljovodonici, metilalkohol, etilalkohol, celuloza, biljna ulja i sl.

### Osnovi ekonomije hemijskih procesa

Ekonomija hemijsko-tehnološkog procesa i fabrike u cjelini zavisi od mnogih faktora, među kojima su najvažniji:

- kapacitet proizvodnih jedinica i cijele fabrike,
- savremenost tehnoloških rješenja i režima rada,
- izabrana sirovina i njena cijena,
- proizvodni program i stepen korišćenja sporednih proizvoda,
- veličina tržišta i uslovi prodaje,
- elementi društveno-ekonomskog sistema i dr.

*Troškovi investicija po jedinici kapaciteta su osnovni faktori konkurentnosti hemijskog preduzeća.*

### Kapacitet i investicije u hemijskoj industriji

Tehnički elementi investicija u preduzećima hemijske industrije su analogni elementima u ostalim djelovim inženjeringa, a odnose se na:

- osnovnu procesnu opremu: reaktore, razne uređaje za tehnološke operacije,
- energetska opremu,
- cjevovode sa pripadajućim instalacijama,
- rezervoare,
- mjerne instrumente i aparate,
- električne instalacije,
- pripremu terena,
- građevinske radove,
- montažu,
- ostala investiciona dobra,
- troškove licenci i „know how”,
- ostale troškove investicija: izrada projekata, osiguranje, troškovi robne proizvodnje i dr.

Kada je u pitanju kapacitet, razlikujemo kapacitet proizvodnog uređaja ili proizvodne jedinice i kapacitet cijele fabrike.

### Pregled osnovnih podataka za nacionalnu hemijsku industriju – primjer Austrije<sup>2</sup>

Jedna od najvećih privrednih grana u Austriji je hemijska industrija. Oko dvije trećine svih hemijskih proizvoda Austrija izvozi. Pregledni podaci su prikazani u tabelama 47 i 48.

**Tabela 47.** Podaci za hemijsku industriju za 2010. godinu

|                                   |        |  |
|-----------------------------------|--------|--|
| Preduzeća (broj)                  | 276    | <i>Preduzeća hemijske industrije u Austriji su uglavnom srednje veličine i zapošljavaju u prosjeku oko 150 zaposlenih. Brojne vodeće multinacionalne kompanije iz oblasti hemijske industrije prisutne su u Austriju kao kapija za centralnu i istočnu Evropu.</i> |
| Zaposleni (broj)                  | 41.712 |  |
| Plasirana proizvodnja (milioni €) | 14.165 |  |
| Uvoz (milioni €)                  | 17.174 |  |
| Izvoz (milioni €)                 | 17.584 |  |

S obzirom na malo domaće tržište, preduzeća su orjentisana na izvoz. Neka se čak isključivo bave izvozom. Najvažniji proizvodi su:

- ambalaža (folije, burad, kante, boce, itd.)

<sup>2</sup> [www.advantageaustria.org/international/...aus.../ueberblick.sr.html](http://www.advantageaustria.org/international/...aus.../ueberblick.sr.html)

- tehnički djelovi za automobilsku industriju, mašinogradnju i elektrotehniku
- cijevi i građevinski proizvodi.

**Tabela 48.** Udjeli vrijednosti proizvodnje (za 2010. godinu)

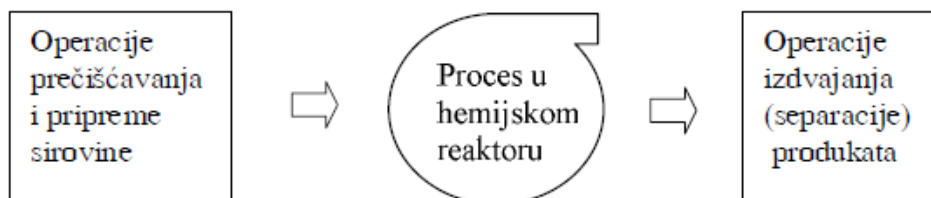
|                                   |       |   |
|-----------------------------------|-------|---|
| Proizvodi od plastike             | 30.6% | <i>Najveći udio u proizvodima hemijske industrije Austrije zauzimaju vještački materijali, hemikalije i farmaceutski proizvodi.</i>   |
| Hemikalije                        | 18.0% |   |
| Plastika u primarnom obliku       | 17.2% |   |
| Farmaceutski proizvodi            | 15.7% | <i>Obradom i preradom vještačkih materijala bave se preduzeća sa preko 25000 zaposlenih. Pored vještačkih sirovina i proizvoda od sintetike u Austriji se proizvodi i niz pomoćnih materija za proizvodnju i preradu sintetike.</i> |
| Hemijska vlakna                   | 4.6%  |   |
| Proizvodi od kaučuka              | 4.3%  |   |
| Sredstva za pranje, kozmetika     | 3.2%  |   |
| Premazi, štamparske boje i kitovi | 3.0%  | <i>Obrada vještačkih materijala ima dugu tradiciju (od početka 20. vijeka). Danas austrijski proizvođači sintetike ostvaraju promet od 6.2 milijarde €.</i>   |
| Hemikalije za poljoprivredu       | 4.0%  |   |
| Industrijski gasovi               | 1.1%  |   |

### Klasteri i mreže<sup>3</sup>

Austrija posjeduje izuzetne uslove za uspješno poslovanje u okviru klastera u segmentu „novih materijala“. Spektar mogućnosti je širok: mala preduzeća se udružuju u mrežu odgovarajuće grane i na taj način povećavaju svoju efikasnost. Mreže partnera iz oblasti nauke i partnerskih firmi udružuju svoja znanja koja obuhvataju cjelokupni lanac. Na taj način je zagarantovan efikasan razvoj proizvoda sve dok ne budu spremni za tržište.

### OSNOVI HEMIJSKOG INŽENJERSTVA<sup>4</sup>

**Hemijsko inženjerstvo** predstavlja **matematičku i tehničku podršku hemijskoj tehnologiji** i obuhvata projektovanje, vođenje i optimizaciju tehnološkog procesa u kome su ključne operacije hemijske reakcije. Uprošćena šema bilo kog hemijsko-tehnološkog procesa prikazana je na slici 85.



**Slika 85.** Principijelna šema hemijsko-tehnoloških procesa

<sup>3</sup> Pod klasterom se podrazumijeva grupa industrija i organizacija koje su povezane u odnosima kupovine i prodaje ili koje dijele istu infrastrukturu, klijente ili bazu vještina i čije veze poboljšavaju konkurentsku prednost učesnika! Klasteri se najbolje razumiju ako ih posmatramo kao regionalne sisteme:

"Geografske koncentracije međusobno povezanih kompanija, specijalizovanih dobavljača, isporučioaca usluga, firmi iz srodnih industrija, i sa njima povezanih ustanova (npr. univerziteti, standardne agencije, i trgovinska udruženja) koje se nadmeću ali i saraduju." (Porter, 1998. g.);

**Klasteri su zasnovani na sistemskim vezama među preduzećima.** Veze mogu biti građene na zajedničkim ili komplementarnim proizvodima, procesima proizvodnje, suštinskim tehnologijama, potrebama za prirodnim resursima, zahtjevima za određenim kvalifikacijama i/ili distributivnim kanalima

**Klasteri su obično geografski ograničeni,** definisani uglavnom razdaljinom i vremenom koje su ljudi voljni da odvoje na putovanje zbog zaposlenja i koje poslodavci i vlasnici kompanija smatraju razumnim za sastajanje i stvaranje poslovnih veza. Na opseg klastera snažan uticaj imaju prevozni sistemi i saobraćaj, ali i kulturni identitet, lični prioriteti i porodični i društveni zahtjevi.

**Klasteri su određeni prirodnim, demografskim, kulturološkim, privrednim i drugim karakteristikama regiona.** U zavisnosti od karakteristika regiona i preduzeća učesnika, klasteri postavljaju svoje prioritete, koriste resurse svog regiona i formiraju formalne veze koje omogućavaju ostvarenje zajedničkih ciljeva.

Primjer je klaster industrije plastike. U Gornjoj Austriji smješten je najznačajniji i najveći klaster proizvođača iz oblasti plastike Kunststoff-Cluster koji je centar u domenu „novih materijala“. Klaster čini više od 380 preduzeća iz svih oblasti prerada plastike (za mašinstvo, proizvodnja kalupa i alata, trgovina i proizvodnja sirovina i reciklaža, usluge i instituti, centri transfera istraživanja i razvoja).

<sup>4</sup> [www.tf.uns.ac.rs/~omorr/radovan\\_omorjan\\_003\\_mmtpl/Uvod.pdf](http://www.tf.uns.ac.rs/~omorr/radovan_omorjan_003_mmtpl/Uvod.pdf)

**Hemijski reaktor** je **centralni uređaj** ili jedinica svakog hemijskog procesa, a sve ostale operacije i uređaji su odabrani tako da omogućе ostvarivanje što boljeg efekta hemijskih reakcija u reaktoru tj., optimalnih uslova rada reaktora. Zbog toga su i osnovni hemijsko-inženjerski proračuni i analize vezani, najvećim dijelom, za procese u reaktoru.

Na osnovu znanja stehiometrije i termodinamike, kaže se da reakcije u reaktoru diktiraju maseni i toplotni bilans i u reaktoru i u ukupnom procesu. Uslove rada reaktora, u velikoj mjeri, određuju način i stepen prečišćavanja sirovina, sa jedne, kao i način i uslove izdvajanja produkata, sa druge strane.

Hemijsko – inženjerski problemi hemijske tehnologije se mogu podijeliti u dvije grupe:

- problemi projektovanja (stvaranja) procesa;
- problemi vođenja (održavanja) procesa.

Mada je većina hemijsko-inženjerskih proračuna neophodna u fazi projektovanja procesa, praćenje procesa zahtijeva takođe proračune koji se kao i prvi baziraju na **materijalnim i energetskim bilansima**, uključujući i **optimizaciju** tehnološkog režima.

Računski problemi u hemijskom inženjerstvu se mogu klasifikovati na sledeći način:

1. **Materijalni i energetski bilansi:** bilans mase i toplote u aparatu, određivanje količine i sastava produkta, potrošnja sirovina i energije, itd.
2. **Proračunavanje uređaja:** procjena dimenzija pri projektovanju, proračun efikasnosti, itd.
3. **Simulacija i optimizacija procesa i uređaja:** formulisanje matematičkog modela procesa, analiza uzajamnog uticaja parametara, optimalna kombinacija parametara, procjena stabilnosti pri varijacijama parametara, itd.
4. **Projektovanje procesa:** proračuni pojedinih uređaja, mehanički proračuni, tehn-ekonomska analiza, proračun sistema kontrole i regulacije procesa, itd.

U nastavku će se prikazati neki karakteristični primjeri iz dijela projektovanja hemijskih procesa (*posebno vezano za tačke 3 i 4*).

**Matematički model**<sup>4,5</sup> se može definisati kao **skup matematičkih relacija koji definišu veze između pojedinih fizičkih veličina u posmatranom procesu** (dimenzije uređaja, svojstva supstanci, kinetički parametri, protoci, itd.).

Takozvani tehno-ekonomski modeli koji se koriste za analizu ekonomičnosti procesa, pored fizičkih parametara sadrže i ekonomske parametre, kao što su troškovi, dobit, itd.

Matematički model predstavlja manje ili više **uprošćenu predstavu** stvarnih veza između veličina koje karakterišu hemijski proces i **odražava njegove najvažnije karakteristike**. Tako se dobrim matematičkim modelom smatra onaj koji odstupa od realne slike u granicama tolerancije, a pri tome nije tako kompleksan da bi određivanje brojnih vrijednosti parametara koji figurišu u modelu (kao i njegovo rešavanje) bilo vrlo otežano ili nemoguće.

Za model se prvo mora formirati **sistem** koji se modeluje ili posmatra, tj. mora se izdvojiti **dio procesa** (postrojenja) ili **cio proces** i prikazati njegove **granice**. Proces podrazumijeva jednu ili niz **jediničnih operacija**<sup>6</sup>, koje za cilj imaju dobijanje nekog proizvoda.

**Rješavanje modela** se sastoji od koraka, koji mogu biti:

1. *Crtanje skice sistema;*
2. *Provjera korektnosti pretpostavki i jednačina, uključujući dimenzionu homogenost;*
3. *Jasno utvrđivanje cilja proračuna;*

<sup>5</sup> <http://elektron.tmf.bg.ac.rs/mod>

<sup>6</sup> **Jedinični procesi** i operacije u hemijskom inženjerstvu klasifikuju se na:

- mehaničke operacije (transport čvrstih materija i fluida, drobljenje, oblikovanje, itd),
- toplotne operacije (proizvodnja i razmjena toplote),
- separacione operacije (destilacija, ekstrakcija, membranski procesi, itd.),
- hemijske reakcije,
- biohemijske reakcije.



4. Pažljivo pobrojavanje svih zadatih parametara i provjera da li se raspolaže neophodnim brojem podataka;
5. Utvrđivanje, ako je neophodno, osnove proračuna;
6. Identifikacija tipa problema i izbor strategije rješavanja. Najčešće je u pitanju neki standardan problem i na raspolaganju je veliki broj uslužnih programa (Excel, Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica, itd.) ili gotovih programskih paketa (programski jezici: BASIC, FORTRAN, PASCAL, C, itd.);
7. Provjera rješenja, da li su prihvatljiva s obzirom na očekivane brojne vrijednosti, tj. da li zadovoljavaju postavljena ograničenja.

**Simulacioni proračuni** se baziraju na modelima koji **sadrže i opise brzina jediničnih procesa**, kojima se oni simuliraju ili imitiraju (kinetički izrazi pri proračunu reaktora, izrazi za toplotni fluks pri simuliranju izmjenjivača toplote i sl.). U slučaju da su brzine procesa u sistemu vrlo velike može se, uz pretpostavku da se u sistemu uspostavlja **termodinamička ravnoteža**, izvršiti **približna simulacija**, kojom se izbjegava potreba za kinetičkim podacima. Simulacioni problemi se dijele na:

1. Otvorenu simulaciju (*open simulation*).
2. Kontrolisanu simulaciju (*controlled simulation*).

Za **otvorenu simulaciju** karakteristčno je da su **zadati projektni parametri jediničnih uređaja** (npr. veličina površine toplotne razmjene u izmjenjivaču toplote, ili zapremine protočnog reaktora) kao i **parametri svih ulaznih struja, a računaju se parametri izlaznih struja** (protoci, temperature, koncentracije).

Kod **kontrolisane simulacije**, koja je teži računski problem od otvorene simulacije, pored projektnih parametara i ne svih parametara ulaznih struja, **zadati su i neki parametri izlaznih struja. Računaju se** preostali izlazni parametri i **nedostajući ulazni** parametri, koji predstavljaju najvažniji rezultat.

Neki matematički neodređen problem kontrolisane simulacije se nekad prevodi u određeni, postavljanjem uslova da neka od funkcija promjenljivih u modelu (funkcija cilja), za rešenje problema, tj. za izračunate vrijednosti promenljivih **ima ekstremnu vrijednost** (minimum ili maksimum). Opisani problem se zove problem **optimizacije sa ograničenjima** (*constrained optimization*) gdje su ograničenja definisana samim modelom, koje koordinate ekstrema moraju zadovoljiti.

**Podaci** za fizičko-hemijske proračune moraju biti pouzdani. Kao najčešći načini pribavljanja potrebnih podataka mogu se navesti:

- Softver za simulaciju i projektovanje procesa (ASPEN PLUS, CHEMCAD, itd.),
- *Online* kompjuterizovane banke ili baze podataka (pretraživanje preko Interneta<sup>7</sup>),
- Interne banke podataka firmi,
- Prospekti i konsultacije sa isporučiocima sirovina i/ili opreme,
- Eksperimentalno određivanje.

Korišćenjem Interneta može se doći do velikog broja podataka besplatno ili uz minimalne troškove. Korišćenje baza podataka uključuje:

- pretraživanje radi nalaženja pojedinačnih vrijednosti, ili
- korišćenje procedura za željene vrijednosti određene pomoću empirijskih korelacija.

<sup>7</sup> Neki od izvora fizičko-hemijskih podataka su:

1. American Chemical Society, *Chemical Abstracts Service*, DC:ACS. (On-line servis),
2. American Petroleum Institute, *Technical Data Book – Petroleum Refining*, New York, 1970,
3. *Beilstein On line*,
4. Dechema, *Chemistry Data Series*, Deutsche Gesellschaft für Chemis., Apparatewesen e.v., Berlin, Germany,
5. *Lange's Handbook of Chemistry and Physics*, New York., McGraw-Hill,
6. *Natural Gas Processors Suppliers Association*, Engineering Data Book, Tulsa, UK.

## REAKTORI

**Primjeri proizvoda** (sirovih materijala) i radnih parametara u reaktoru dati su u tabeli 49.

**Tabela 49.** Vrijeme trajanja procesa i/ili brzina u industrijskim hemijskim reaktorima<sup>8</sup>

| Proizvod (sirovine)                                 | Tip   | Faza u reaktoru | Catalizator   | Uslovi T, C      | P, atm | Vrijeme trajanja ili brzina      | Litaraturni izvor  |
|---|-------|-----------------|---|------------------|--------|----------------------------------|--------------------|
| Product (raw materials)                             | Type  | Reactor phase   | Catalyst  | Conditions T, °C | P, atm | Residence time or space velocity | Source and page    |
| 1. Acetaldehyde (ethylene, air)                     | FB    | L               | Cu and Pd chlorides   | 50–100           | 8      | 6–40 min                         | [2] 1, [7] 3       |
| 2. Acetic anhydride (acetic acid)                   | TO    | L               | Triethyl phosphate  | 700–800          | 0.3    | 0.25–5 s                         | [2]                |
| 3. Acetone ( <i>i</i> -propanol)                    | MT    | LG              | Ni  | 300              | 1      | 2.5 h                            | [7] 1 314          |
| 4. Acrolein (formaldehyde, acetaldehyde)            | FL    | G               | MnO <sub>2</sub> , silica gel                                   | 280–320          | 1      | 0.6 s                            | [7] 1 384, [7] 33  |
| 5. Acrylonitrile (air, propylene, ammonia)          | FL    | G               | Bi phosphomolybdate   | 400              | 1      | 4.3 s                            | [3] 684, [2] 47    |
| 6. Adipic acid (nitration of cyclohexanol)          | TO    | L               | Co naphthenate  | 125–160          | 4–20   | 2 h                              | [2] 51, [7] 49     |
| 7. Adiponitrile (adipic acid)                       | FB    | G               | H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | 370–410          | 1      | 3.5–5 s                          | [7] 2 152, [7] 52  |
| 8. Alkylate ( <i>i</i> -C <sub>4</sub> , butenes)   | CST   | L               | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                  | 5–10             | 2–3    | 5–40 min                         | [4] 223            |
| 9. Alkylate ( <i>i</i> -C <sub>4</sub> , butenes)   | CST   | L               | HF  | 25–38            | 8–11   | 5–25 min                         | [4] 223            |
| 10. Allyl chloride (propylene, Cl <sub>2</sub> )    | TO    | G               | N.A.  | 500              | 3      | 0.3–1.5 s                        | [7] 2 416, [7] 67  |
| 11. Ammonia (H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> )      | FB    | G               | Fe  | 450              | 150    | 28 s                             | [6] 61             |
| 12. Ammonia (H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> )      | FB    | G               | Fe  | 450              | 225    | 7,800 GHSV<br>33 s               | [6] 61             |
| 13. Ammonia oxidation                               | Flame | G               | Pt gauze  | 900              | 8      | 10,000 GHSV<br>0.0026 s          | [6] 115            |
| 14. Aniline (nitrobenzene, H <sub>2</sub> )         | B     | L               | FeCl <sub>2</sub> in H <sub>2</sub> O                           | 95–100           | 1      | 8 h                              | [7] 3 289          |
| 15. Aniline (nitrobenzene, H <sub>2</sub> )         | FB    | G               | Cu on silica  | 250–300          | 1      | 0.5–100 s                        | [7] 82             |
| 16. Aspirin (salicylic acid, acetic anhydride)      | B     | L               | None  | 90               | 1      | >1 h                             | [7] 89             |
| 17. Benzene (toluene)                               | TU    | G               | None  | 740              | 38     | 48 s                             | [6] 36, [9] 109    |
| 18. Benzene (toluene)                               | TU    | G               | None  | 650              | 35     | 815 GHSV<br>128 s                | [7] 4 183, [7] 98  |
| 19. Benzoic acid (toluene, air)                     | SCST  | LG              | None  | 125–175          | 9–13   | 0.2–2 h                          | [7] 101            |
| 20. Butadiene (butane)                              | FB    | G               | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 750              | 1      | 0.1–1 s                          | [7] 118            |
| 21. Butadiene (1-butene)                            | FB    | G               | None  | 600              | 0.25   | 0.001 s                          | [3] 572            |
| 22. Butadiene sulfone (butadiene, SO <sub>2</sub> ) | CST   | L               | <i>t</i> -butyl catechol  | 34               | 12     | 34,000 GHSV<br>0.2 LHSV          | [7] 5 192          |
| 23. <i>i</i> -Butane ( <i>n</i> -butane)            | FB    | L               | AlCl <sub>3</sub> on bauxite                                    | 40–120           | 18–36  | 0.5–1 LHSV                       | [4] 239, [7] 683   |
| 24. <i>i</i> -Butane ( <i>n</i> -butane)            | FB    | L               | Ni  | 370–500          | 20–50  | 1–6 WHSV                         | [4] 239            |
| 25. Butanols (propylene hydroformylation)           | FB    | L               | PH <sub>3</sub> -modified Co carbonyls                          | 150–200          | 1,000  | 100 g/L-h                        | [7] 5 373          |
| 26. Butanols (propylene hydroformylation)           | FB    | L               | Fe penta-carbonyl   | 110              | 10     | 1 h                              | [7] 125            |
| 27. Calcium stearate                                | B     | L               | None  | 180              | 5      | 1–2 h                            | [7] 135            |
| 28. Caprolactam (cyclohexane oxime)                 | CST   | L               | Polyphosphoric acid   | 80–110           | 1      | 0.25–2 h                         | [7] 6 73, [7] 139  |
| 29. Carbon disulfide (methane, sulfur)              | Furn. | G               | None  | 500–700          | 1      | 1.0 s                            | [7] 6 322, [7] 144 |
| 30. Carbon monoxide oxidation (shift)               | TU    | G               | Cu-Zn or Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                         | 390–220          | 26     | 4.5 s                            | [6] 44             |
| 30'. Port. cement                                   | Kiln  | S               |   | 1400–1700        | 1      | 7,000 GHSV<br>10 h               | [11]               |

<sup>8</sup> [www.paccontrol.com/.../Chemical%20Reaction](http://www.paccontrol.com/.../Chemical%20Reaction)

nastavak tabele 49.

| Product<br>(raw materials)   | Type    | Reactor<br>phase | Catalyst  | Conditions |         | Residence<br>time or<br>space<br>velocity | Source<br>and page     |
|--|---------|------------------|---|------------|---------|---|------------------------|
|  |         |                  |   | T, °C      | P, atm  |   |                        |
| 31. Chloral (Cl <sub>2</sub> , acetaldehyde)                               | CST     | LG               | None  | 20-90      | 1       | 140 h                                     | [7] 158                |
| 32. Chlorobenzenes (benzene, Cl <sub>2</sub> )                             | SCST    | LG               | Fe  | 40         | 1       | 24 h                                      | [1] 8 122              |
| 33. Coking, delayed (heater)   | TU      | LG               | None  | 490-500    | 15-4    | 250 s                                     | [1] 10 8               |
| 34. Coking, delayed (drum, 100 ft max.)                                    | B       | LG               | None  | 500-440    | 4       | 0.3-0.5 ft/s vapor                        | [1] 10 8               |
| 35. Cracking, fluid-catalytic  | FL      | G                | SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 470-540    | 2-3     | 0.5-3 WHSV                                | [4] 162                |
| 36. Cracking, hydro- (gas oils)  | FB      | LG               | Ni, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 350-420    | 100-150 | 1-2 LHSV                                  | [11]                   |
| 37. Cracking (visbreaking residual oils)                                   | TU      | LG               | None  | 470-495    | 10-30   | 450 s<br>8 LHSV                           | [11]                   |
| 38. Cumene (benzene, propylene)  | FB      | G                | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                        | 260        | 35      | 23 LHSV                                   | [11]                   |
| 39. Cumene hydroperoxide (cumene, air)                                     | CST     | L                | Metal porphyrins                                      | 95-120     | 2-15    | 1-3 h                                     | [7] 191                |
| 40. Cyclohexane (benzene, H <sub>2</sub> )                                 | FB      | G                | Ni on Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | 150-250    | 25-55   | 0.75-2 LHSV                               | [7] 201                |
| 41. Cyclohexanol (cyclohexane, air)  | SCST    | LG               | None  | 185-200    | 48      | 2-10 min                                  | [7] 203                |
| 42. Cyclohexanone (cyclohexanol)   | CST     | L                | N.A.  | 107        | 1       | 0.75 h                                    | [8] (1963)             |
| 43. Cyclohexanone (cyclohexanol)   | MT      | G                | Cu on pumice  | 250-350    | 1       | 4-12 s                                    | [8] (1963)             |
| 44. Cyclopentadiene (dicyclopentadiene)                                    | TU      | G                | None  | 220-300    | 1-2     | 0.1-0.5 LHSV                              | [7] 212                |
| 45. DDT (chloral, chlorobenzene)   | B       | L                | Oleum   | 0-15       | 1       | 8 h                                       | [7] 233                |
| 46. Dextrose (starch)  | CST     | L                | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                        | 165        | 1       | 20 min                                    | [8] (1951)             |
| 47. Dextrose (starch)  | CST     | L                | Enzyme  | 60         | 1       | 100 min                                   | [7] 217                |
| 48. Dibutylphthalate (phthalic anhydride, butanol)                         | B       | L                | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                        | 150-200    | 1       | 1-3 h                                     | [7] 227                |
| 49. Diethylketone (ethylene, CO)   | TO      | L                | Co oleate   | 150-300    | 200-500 | 0.1-10 h                                  | [7] 243                |
| 50. Dimethylsulfide (methanol, CS <sub>2</sub> )                           | FB      | G                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                        | 375-535    | 5       | 150 GHSV                                  | [7] 266                |
| 51. Diphenyl (benzene)   | MT      | G                | None  | 730        | 2       | 0.6 s<br>3.3 LHSV                         | [7] 275,<br>[8] (1938) |
| 52. Dodecylbenzene (benzene, propylene tetramer)                           | CST     | L                | AlCl <sub>3</sub>                                     | 15-20      | 1       | 1-30 min                                  | [7] 283                |
| 53. Ethanol (ethylene, H <sub>2</sub> O)                                   | FB      | G                | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                        | 300        | 82      | 1,800 GHSV                                | [2] 356,<br>[7] 297    |
| 54. Ethyl acetate (ethanol, acetic acid)                                   | TU, CST | L                | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                        | 100        | 1       | 0.5-0.8 LHSV                              | [10] 45,<br>52, 58     |
| 55. Ethyl chloride (ethylene, HCl)   | TO      | G                | ZnCl <sub>2</sub>                                     | 150-250    | 6-20    | 2 s                                       | [7] 305                |
| 56. Ethylene (ethane)  | TU      | G                | None  | 860        | 2       | 1.03 s<br>1,880 GHSV                      | [3] 411,<br>[6] 13     |
| 57. Ethylene (naphtha)   | TU      | G                | None  | 550-750    | 2-7     | 0.5-3 s                                   | [7] 254                |
| 58. Ethylene, propylene chlorohydrins (Cl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O) | CST     | LG               | None  | 30-40      | 3-10    | 0.5-5 min                                 | [7] 310,<br>580        |
| 59. Ethylene glycol (ethylene oxide, H <sub>2</sub> O)                     | TO      | LG               | 1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                     | 50-70      | 1       | 30 min                                    | [2] 398                |
| 60. Ethylene glycol (ethylene oxide, H <sub>2</sub> O)                     | TO      | LG               | None  | 195        | 13      | 1 h                                       | [2] 398                |
| 61. Ethylene oxide (ethylene, air)   | FL      | G                | Ag  | 270-290    | 1       | 1 s                                       | [2] 409,<br>[7] 322    |
| 62. Ethyl ether (ethanol)  | FB      | G                | WO <sub>3</sub>                                       | 120-375    | 2-100   | 30 min                                    | [7] 326                |
| 63. Fatty alcohols (coconut oil)   | B       | L                | Na, solvent   | 142        | 1       | 2 h                                       | [8] (1953)             |

nastavak tabele 49.

| Product<br>(raw materials)  | Type | Reactor<br>phase | Catalyst  | Conditions |             | Residence<br>time or<br>space<br>velocity | Source<br>and page              |
|---|------|------------------|---|------------|-------------|---|---------------------------------|
|   |      |                  |   | T, °C      | P, atm      |   |                                 |
| 64. Formaldehyde<br>(methanol, air)   | FB   | G                | Ag gauze  | 450-600    | 1           | 0.01 s                                    | [2] 423                         |
| 65. Glycerol (allyl<br>alcohol, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )             | CST  | L                | H <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>  | 40-60      | 1           | 3 h                                       | [7] 347                         |
| 66. Hydrogen (methane,<br>steam)  | MT   | G                | Ni  | 790        | 13          | 5.4 s                                     | [6] 133                         |
| 67. Hydrodesulfurization<br>of naphtha                                      | TO   | LG               | Co-Mo   | 315-500    | 20-70       | 3,000 GHSV<br>1.5-8 LHSV<br>125 WHSV      | [4] 285,<br>[6] 179,<br>[9] 201 |
| 68. Hydrogenation of<br>cottonseed oil                                      | SCST | LG               | Ni  | 130        | 5           | 6 h                                       | [6] 161                         |
| 69. Isoprene ( <i>i</i> -butene,<br>formaldehyde)                           | FB   | G                | HCl, silica<br>gel  | 250-350    | 1           | 1 h                                       | [7] 389                         |
| 70. Maleic anhydride<br>(butenes, air)                                      | FL   | G                | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 300-450    | 2-10        | 0.1-5 s                                   | [7] 406                         |
| 71. Melamine (urea)   | B    | L                | None  | 340-400    | 40-150      | 5-60 min                                  | [7] 410                         |
| 72. Methanol (CO, H <sub>2</sub> )  | FB   | G                | ZnO, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 350-400    | 340         | 5,000 GHSV                                | [7] 421                         |
| 73. Methanol (CO, H <sub>2</sub> )  | FB   | G                | ZnO, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 350-400    | 254         | 28,000 GHSV                               | [3] 562                         |
| 74. <i>o</i> -Methyl benzoic<br>acid (xylene, air)                          | CST  | L                | None  | 160        | 14          | 0.32 h<br>3.1 LHSV                        | [3] 732                         |
| 75. Methyl chloride<br>(methanol, Cl <sub>2</sub> )                         | FB   | G                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> gel  | 340-350    | 1           | 275 GHSV                                  | [2] 533                         |
| 76. Methyl ethyl ketone<br>(2-butanol)                                      | FB   | G                | ZnO   | 425-475    | 2-4         | 0.5-10 min                                | [7] 437                         |
| 77. Methyl ethyl ketone<br>(2-butanol)                                      | FB   | G                | Brass<br>spheres  | 450        | 5           | 2.1 s<br>13 LHSV                          | [10] 284                        |
| 78. Nitrobenzene<br>(benzene, HNO <sub>3</sub> )                            | CST  | L                | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | 45-95      | 1           | 3-40 min                                  | [7] 468                         |
| 79. Nitromethane<br>(methane, HNO <sub>3</sub> )                            | TO   | G                | None  | 450-700    | 5-40        | 0.07-0.35 s                               | [7] 474                         |
| 80. Nylon-6 (caprolactam)   | TU   | L                | Na  | 260        | 1           | 12 h                                      | [7] 480                         |
| 81. Phenol (cumene<br>hydroperoxide)  | CST  | L                | SO <sub>2</sub>   | 45-65      | 2-3         | 15 min                                    | [7] 520                         |
| 82. Phenol (chloro-<br>benzene, steam)                                      | FB   | G                | Cu, Ca<br>phosphate   | 430-450    | 1-2         | 2 WHSV                                    | [7] 522                         |
| 83. Phosgene (CO, Cl <sub>2</sub> )   | MT   | G                | Activated<br>carbon   | 50         | 5-10        | 16 s<br>900 GHSV                          | [11]                            |
| 84. Phthalic anhydride<br>( <i>o</i> -xylene, air)                          | MT   | G                | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 350        | 1           | 1.5 s                                     | [3] 482,<br>539,<br>[7] 529     |
| 85. Phthalic anhydride<br>(naphthalene, air)                                | FL   | G                | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 350        | 1           | 5 s                                       | [9] 136,<br>[10] 335            |
| 86. Polycarbonate resin<br>(bisphenol-A,<br>phosgene)                       | B    | L                | Benzyltri-<br>ethylammonium<br>chloride   | 30-40      | 1           | 0.25-4 h                                  | [7] 452                         |
| 87. Polyethylene  | TU   | L                | Organic<br>peroxides  | 180-200    | 1,000-1,700 | 0.5-50 min                                | [7] 547                         |
| 88. Polyethylene  | TU   | L                | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>SiO <sub>2</sub> | 70-200     | 20-50       | 0.1-1,000 s                               | [7] 549                         |
| 89. Polypropylene   | TO   | L                | R <sub>2</sub> AlCl, TiCl <sub>4</sub>  | 15-65      | 10-20       | 15-100 min                                | [7] 559                         |
| 90. Polyvinyl chloride  | B    | L                | Organic<br>peroxides  | 60         | 10          | 5.3-10 h                                  | [6] 139                         |
| 91. <i>i</i> -Propanol<br>(propylene, H <sub>2</sub> O)                     | TO   | L                | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | 70-110     | 2-14        | 0.5-4 h                                   | [7] 393                         |
| 92. Propionitrile<br>(propylene, NH <sub>3</sub> )                          | TU   | G                | CoO   | 350-425    | 70-200      | 0.3-2 LHSV                                | [7] 578                         |
| 93. Reforming of naphtha<br>(H <sub>2</sub> /hydrocarbon = 6)               | FB   | G                | Pt  | 490        | 30-35       | 3 LHSV<br>8,000 GHSV                      | [6] 99                          |
| 94. Starch (corn, H <sub>2</sub> O)   | B    | L                | SO <sub>2</sub>   | 25-60      | 1           | 18-72 h                                   | [7] 607                         |
| 95. Styrene<br>(ethylbenzene)   | MT   | G                | Metal oxides  | 600-650    | 1           | 0.2 s<br>7,500 GHSV                       | [5] 424                         |
| 96. Sulfur dioxide<br>oxidation   | FB   | G                | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 475        | 1           | 2.4 s<br>700 GHSV                         | [6] 86                          |
| 97. <i>t</i> -Butyl methacrylate<br>(methacrylic acid,<br><i>i</i> -butene) | CST  | L                | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | 25         | 3           | 0.3 LHSV                                  | [1] 5 328                       |

nastavak tabele 49.

| Product<br>(raw materials)                                 | Type | Reactor<br>phase |                   | Catalyst | Conditions |        | Residence<br>time or<br>space<br>velocity | Source<br>and page |
|--|------|------------------|-------------------|----------|------------|--------|---|--------------------|
|  |      |                  |                   |          | T, °C      | P, atm |   |                    |
| 98. Thiophene (butane, S)                                  | TU   | G                | None              |          | 600–700    | 1      | 0.01–1 s                                  | [7] 652            |
| 99. Toluene diisocyanate<br>(toluene diamine,<br>phosgene) | B    | LG               | None              |          | 200–210    | 1      | 7 h                                       | [7] 657            |
| 100. Toluene diamine<br>(dinitrotoluene, H <sub>2</sub> )  | B    | LG               | Pd                |          | 80         | 6      | 10 h                                      | [7] 656            |
| 101. Tricresyl phosphate<br>(cresyl, POCl <sub>3</sub> )   | TO   | L                | MgCl <sub>2</sub> |          | 150–300    | 1      | 0.5–2.5 h                                 | [2] 850, [7] 673   |
| 102. Vinyl chloride<br>(ethylene, Cl <sub>2</sub> )        | FL   | G                | None              |          | 450–550    | 2–10   | 0.5–5 s                                   | [7] 699            |

**Abbreviations**  
 Reactors: batch (B), continuous stirred tank (CST), fixed bed of catalyst (FB), fluidized bed of catalyst (FL), furnace (Furn.), multitubular (MT), semicontinuous stirred tank (SCST), tower (TO), tubular (TU).  
 Phases: liquid (L), gas (G), both (LG).  
 Space velocities (hourly): gas (GHSV), liquid (LHSV), weight (WHSV).  
 Not available (N.A.)

**REFERENCES**

- J.J. McKetta, ed., "Encyclopedia of Chemical Processing and Design," Marcel Dekker, New York, 1976 to date (referenced by volume).
- W.L. Faith, D.B. Keyes, and R.L. Clark, "Industrial Chemicals," revised by F.A. Lowenstein and M.K. Moran, John Wiley & Sons, New York, 1975.
- G.F. Froment and K.B. Bischoff, "Chemical Reactor Analysis and Design," John Wiley & Sons, New York, 1979.
- R.J. Hengstebeck, "Petroleum Processing," McGraw-Hill, New York, 1959.
- V.G. Jenson and G.V. Jeffreys, "Mathematical Methods in Chemical Engineering," 2nd ed., Academic Press, New York, 1977.
- H.F. Rase, "Chemical Reactor Design for Process Plants: Vol. 2, Case Studies," John Wiley & Sons, New York, 1977.
- M. Sittig, "Organic Chemical Process Encyclopedia," Noyes, Park Ridge, N.J., 1969 (patent literature exclusively).
- Student Contest Problems, published annually by AIChE, New York (referenced by year).
- M.O. Tarhan, "Catalytic Reactor Design," McGraw-Hill, New York, 1983.
- K.R. Westerterp, W.P.M. van Swaaij, and A.A.C.M. Beenackers, "Chemical Reactor Design and Operation," John Wiley & Sons, New York, 1984.
- Personal communication (Walas, 1985).

Skraćenice u tabeli:

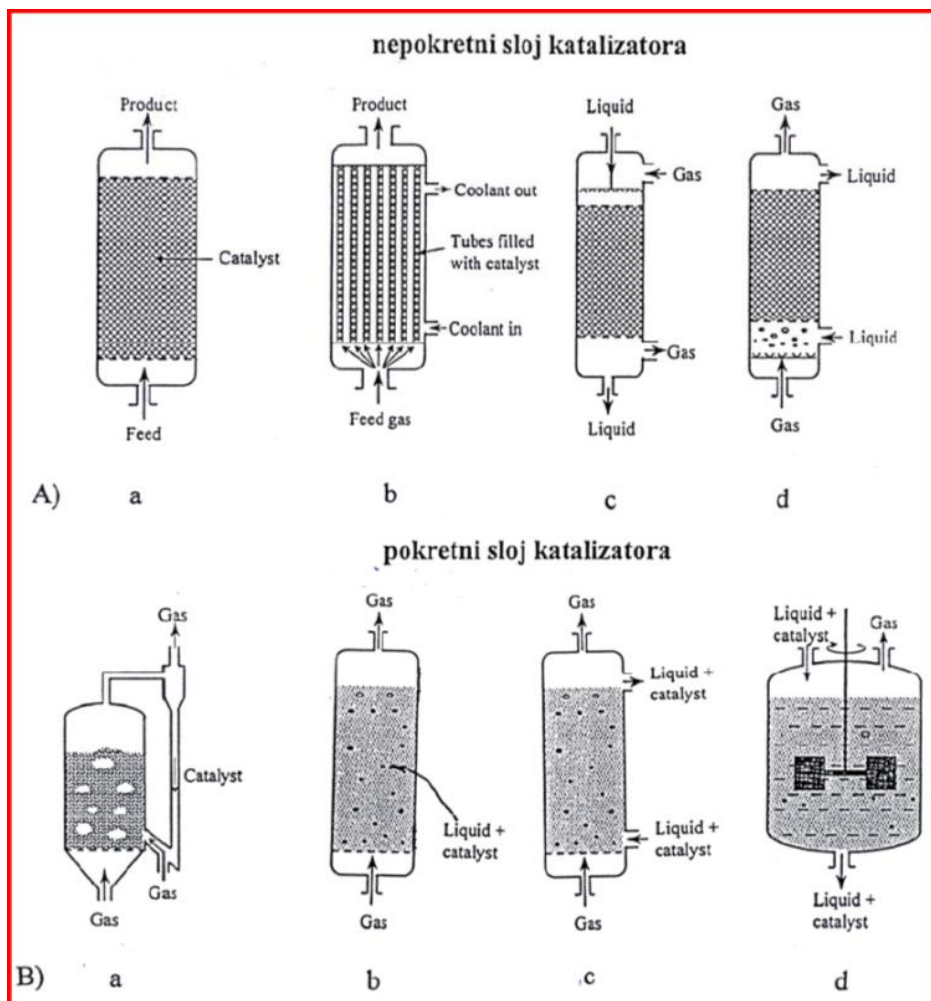
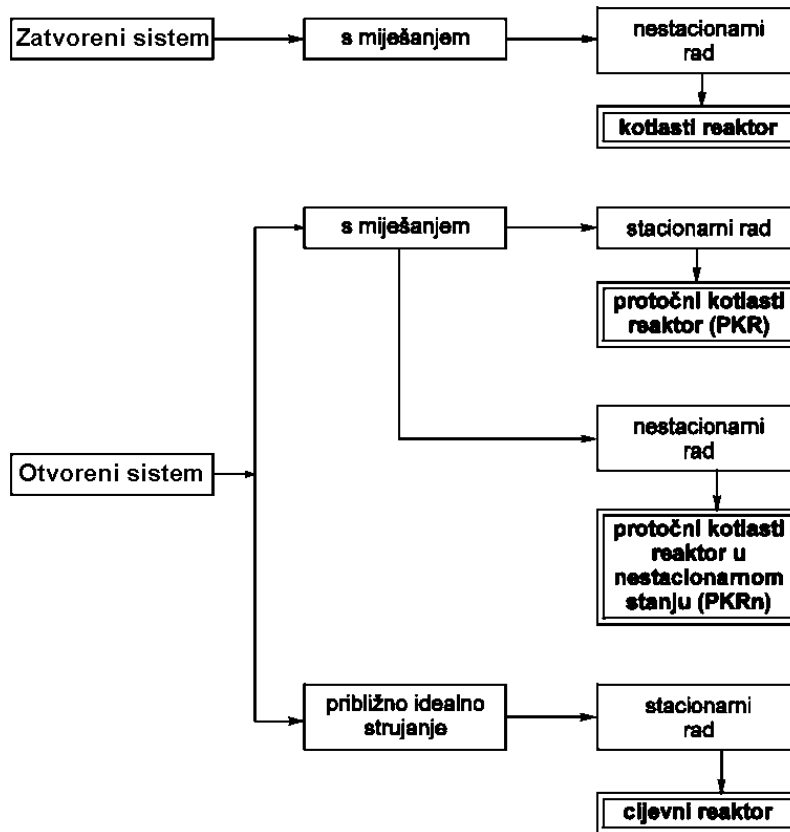
**Reaktori:** serija (B), kontinuirano miješanje rezervoara (CST), nepokretni sloj katalizatora (FB), pokretuni sloj katalizatora (FL), peć (Furn.), multitubular (MT), polukontinuirano miješanje rezervoara (SCST), toranj (TO), cjevasti (TU).

**Faze:** tečnost (L), gas (G), obje faze (LG).

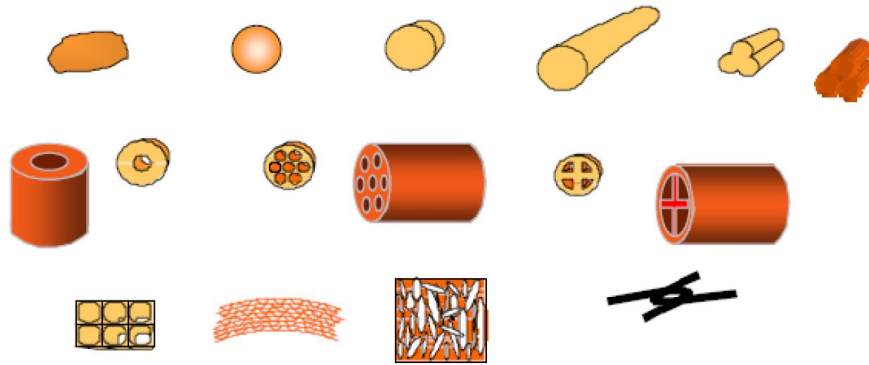
**Brzine** (na čas): gasa (GHSV), tečnosti (LHSV), težine (VHSV). Nije dostupno (N.A.)

**Reaktori**<sup>9</sup> navedeni u tabeli pregledno se mogu sistematizovati na osnovu karakteristika koje su šematski prikazane na slici 86. Vrste katalizatora prikazane su na slici 87.

<sup>9</sup> [www.fkit.unizg.hr/\\_download/.../Skripta.pdf](http://www.fkit.unizg.hr/_download/.../Skripta.pdf)

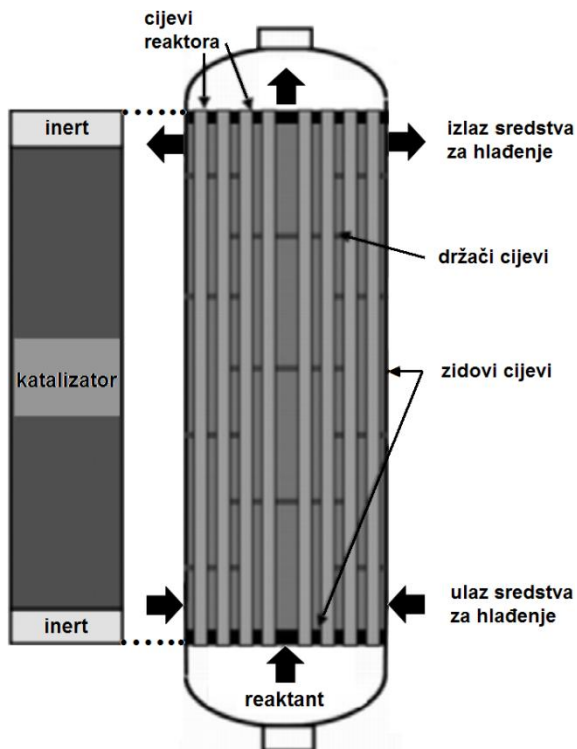


Slika 86. Sistematizacija i šematski prikaz tipova reaktora



Slika 87. Šematski prikazi i izgled pojedinih tipova katalizatora

Višecijevni reaktor s nepokretnim slojem katalizatora prikazan je na slici 88.



Slika 88. Šema višecijevnog reaktora

Reaktor se sastoji od više reaktorskih cijevi koje mogu biti u horizontalnom ili vertikalnom položaju. Između njih prolazi sredstvo za razmjenu toplote.

Reaktori se pretežno koriste za jako egzotermne ili jako endotermne reakcije. Velike brzine strujanja kroz reaktorske cijevi dovode do relativno homogene raspodjele vremena zadržavanja, tako da se pri modeliranju mogu smatrati gotovo idealnim cijevnim reaktorima.

Primjeri procesa u kojima se koriste takve konstrukcije reaktora su: *sinteza metanola pri niskom pritisku* (reakcija br. 73), *oksidacija etilena u etilen-oksid* (reakcija br. 61), *hidriranje benzena do cikloheksana* (reakcija br. 40), *dehidriranje etilena u stiren* (reakcija br. 95) i dr.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> [www.fkit.unizg.hr/\\_download/.../Skripta.pdf](http://www.fkit.unizg.hr/_download/.../Skripta.pdf)

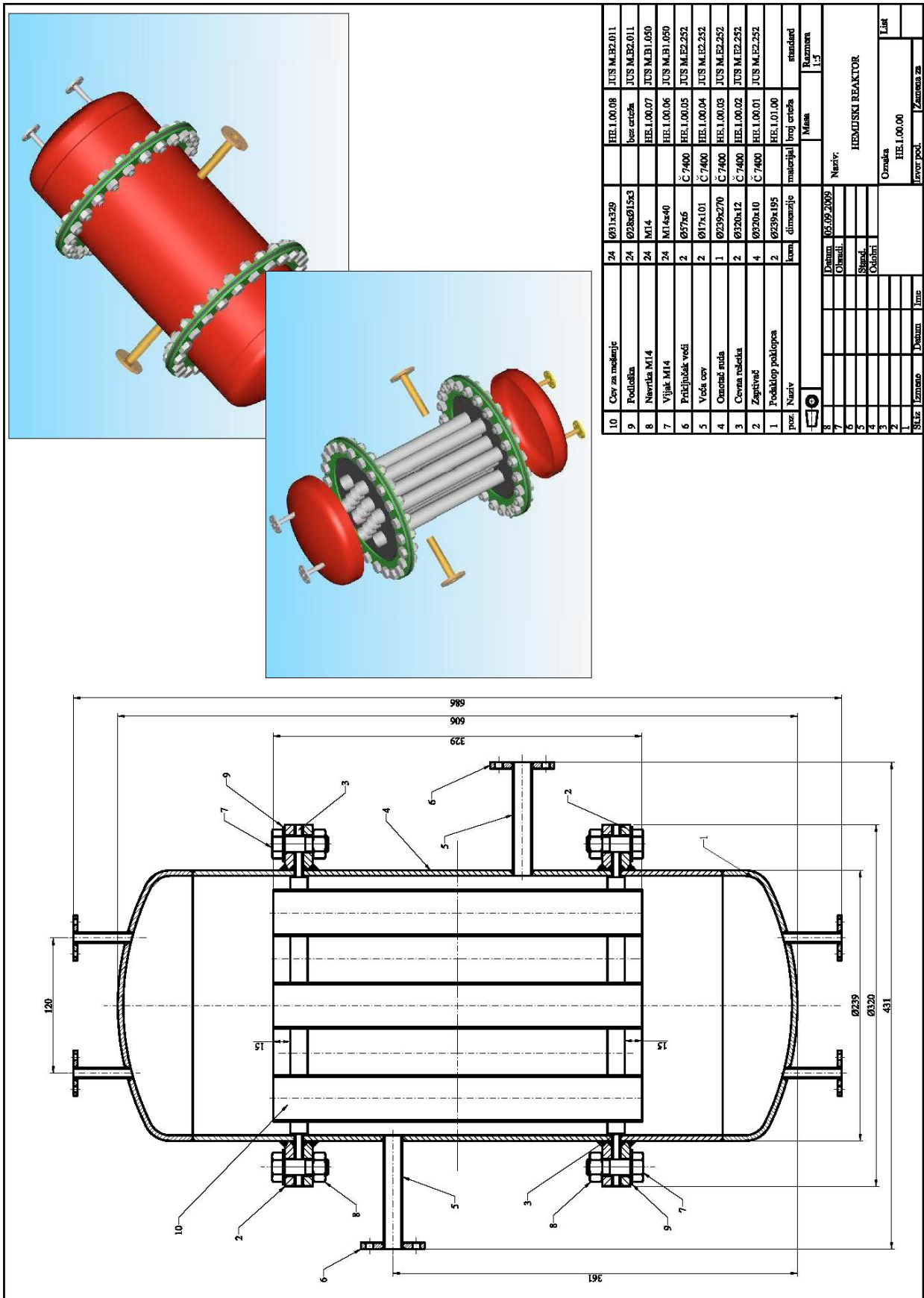
Konstrukcioni crteži reaktora i detalja prikazani su na slikama 89 ÷ 102. U tabeli 50. prikazana je specifikacija (Bodovna lista) konstrukcionih elemenata reaktora.

**Tabela 50.** Bodovna lista za reaktor

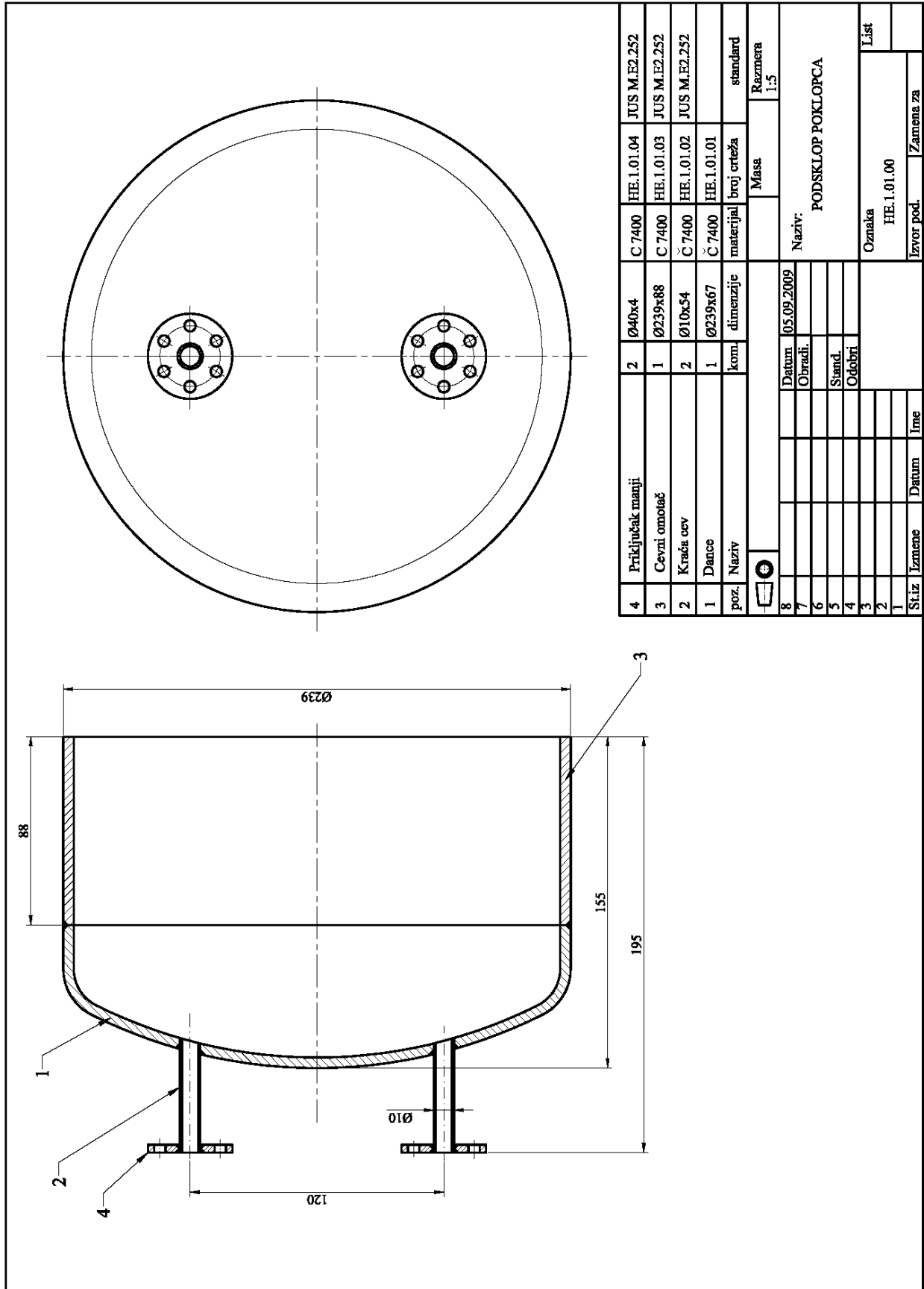
| Redni broj    | Naziv              | Broj crteža | Dio       | Sklop     | Tehnički crtež |
|---------------|--------------------|-------------|-----------|-----------|----------------|
| 1             | Hemijski reaktor   | H.E.1.00.00 |           | 20        | 10             |
| 2             | Podsklop poklopca  | H.E.1.01.01 |           | 10        | 7              |
| 3             | Dance              | H.E.1.01.01 | 5         |           | 5              |
| 4             | Krača cijev        | H.E.1.01.02 | 5         |           | 2              |
| 5             | Cijevni omotač     | H.E.1.01.03 | 5         |           | 2              |
| 6             | Priključak manji   | H.E.1.01.04 | 10        |           | 5              |
| 7             | Zaptivač           | H.E.1.00.01 | 10        |           | 5              |
| 8             | Cijevna rešetka    | H.E.1.00.02 | 10        |           | 5              |
| 9             | Omotač suda        | H.E.1.00.03 | 5         |           | 2              |
| 10            | Veća cijev         | H.E.1.00.04 | 5         |           | 2              |
| 11            | Priključak veći    | H.E.1.00.05 | 5         |           | 5              |
| 12            | Vijak M14          | H.E.1.00.06 | 3         |           |                |
| 13            | Navrtka M14        | H.E.1.00.07 | 3         |           |                |
| 14            | Podloška           | Bez crteža  | 2         |           |                |
| 15            | Cijev za miješanje | H.E.1.00.08 | 2         |           |                |
| <b>Ukupno</b> |                    |             | <b>70</b> | <b>30</b> | <b>50</b>      |
| <b>Zbir</b>   |                    |             |           |           | <b>150</b>     |

Svi konstrukcioni elementi reaktora izrađuju se od čelika Č.7400 (čelik 13CrMo4-5 prema standardu EN 10027-1) koji pripada grupi niskolegiranih čelika. Ovaj čelik se primjenjuje za rad na povišenim temperaturama, u uslovima visokih pritisaka i agresivnih sredina. Karakteriše se dobrom zavarljivošću (uz primjenu posebnih mjera predgrijavanja i naknadne termičke obrade), visokim otporom na puzanje, dobrom prokaljivošću i otpornošću na popuštanje. Osobine se postižu dodatkom hroma i molidbena i manje količine vanadijuma. Temperaturno područje primjene ovog čelika je do 580 °C. U termoenergetskim postrojenjima primjenjuje se u obliku cijevi i limova, za oplata kotlova, kotlovske cijevi, kolektore pare, lopatice turbina i sl.

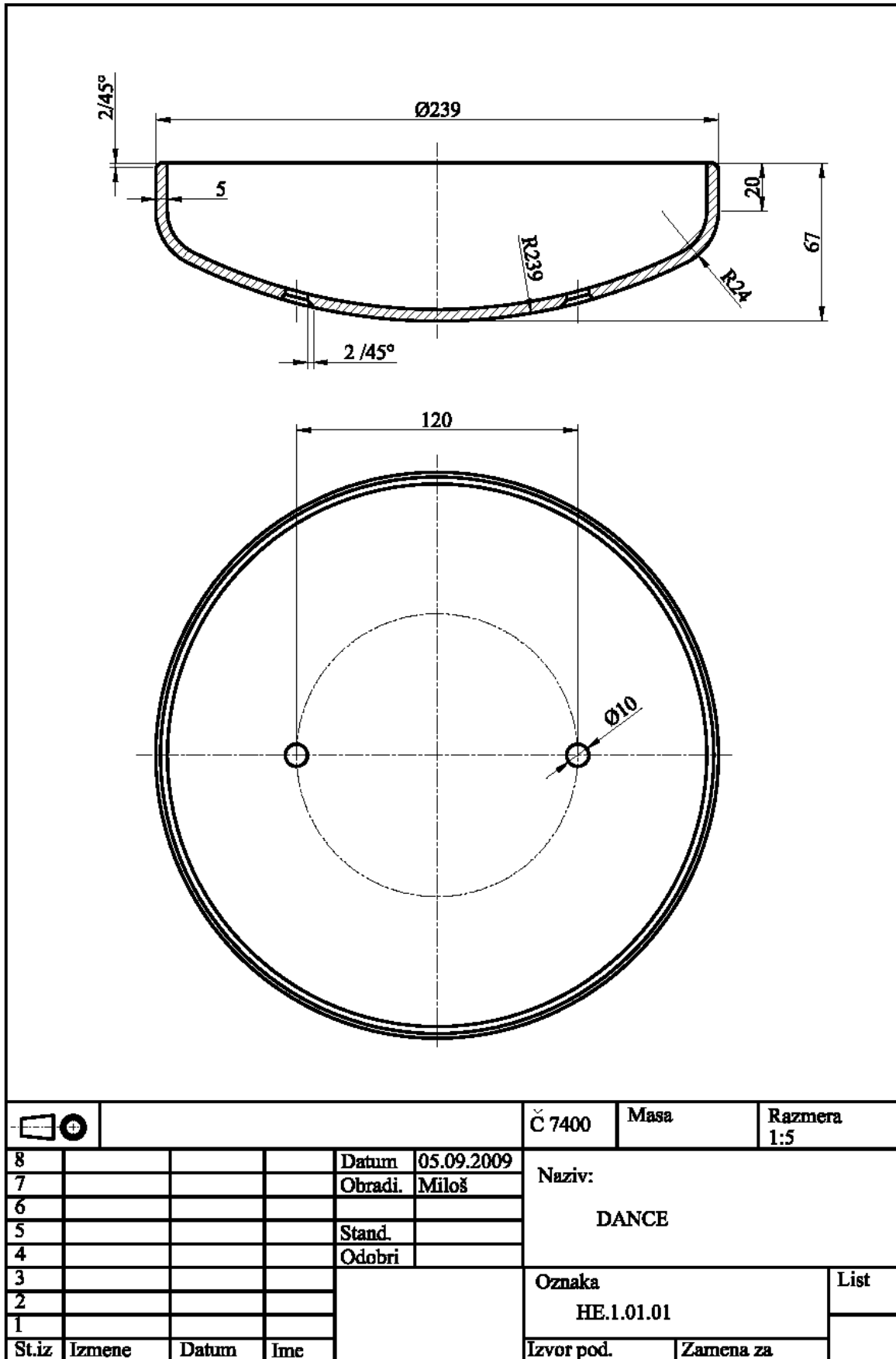




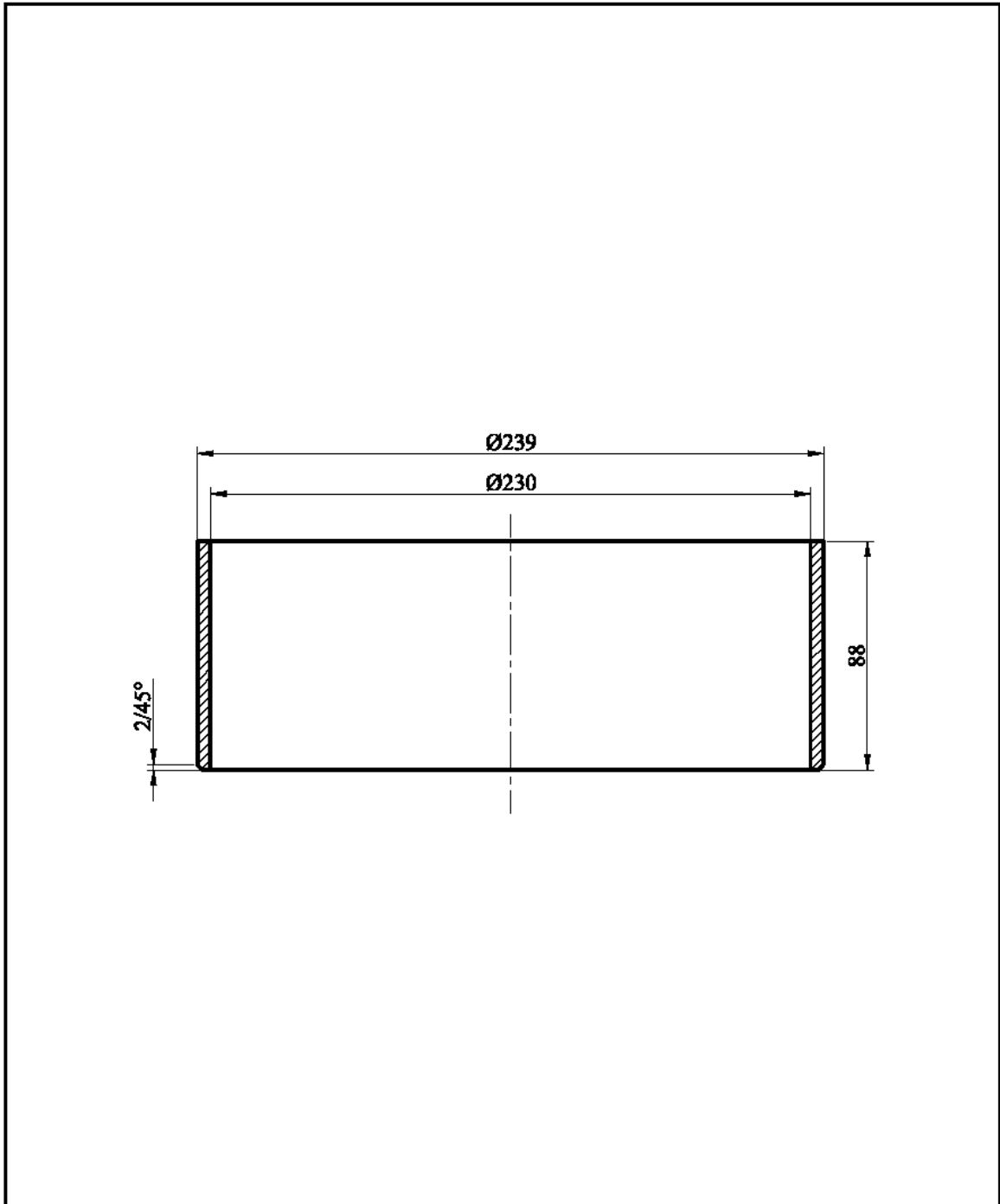
Slika 89. Hemijski reaktor



Slika 90. Podsklop poklopca

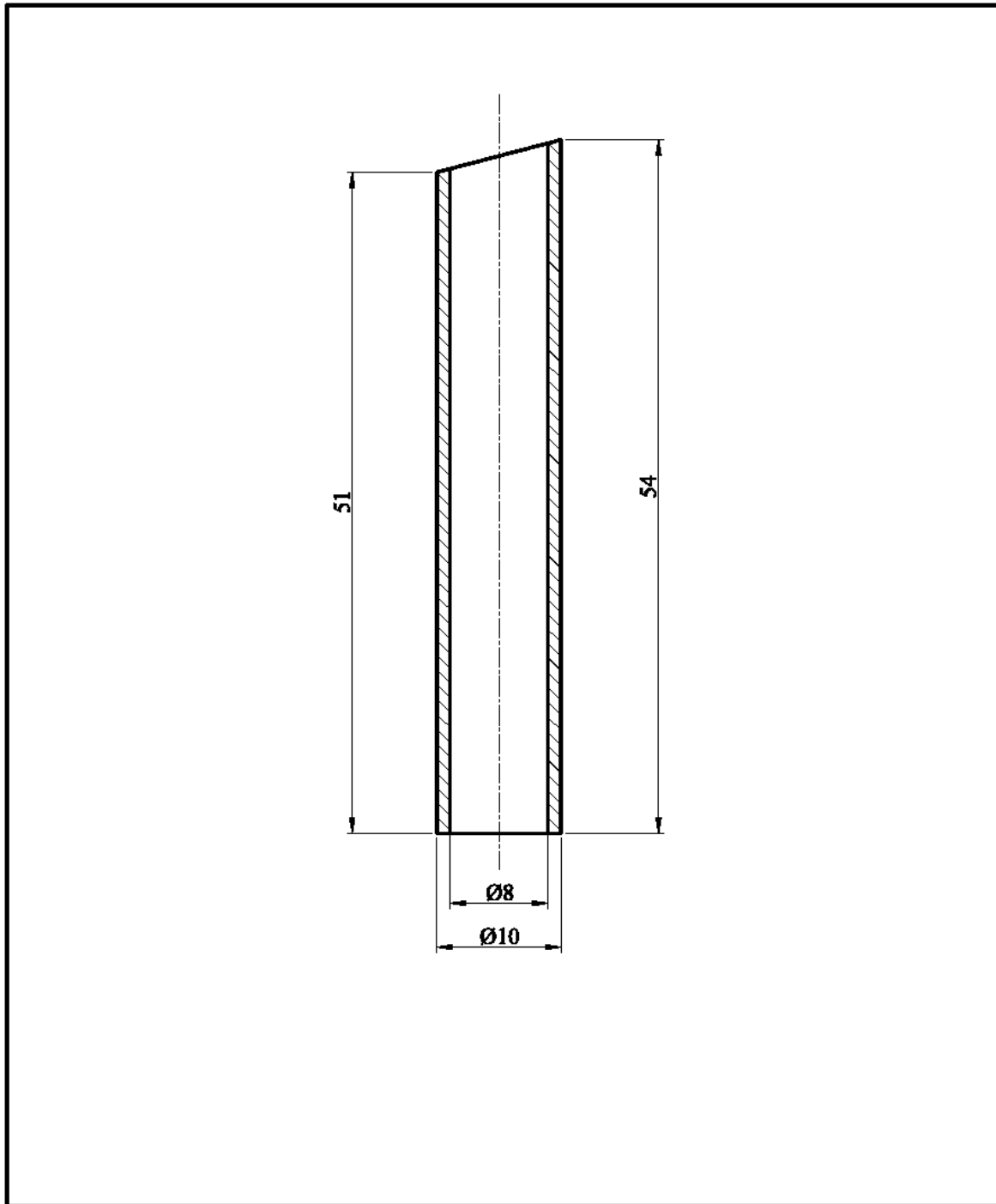


Slika 91. Dance



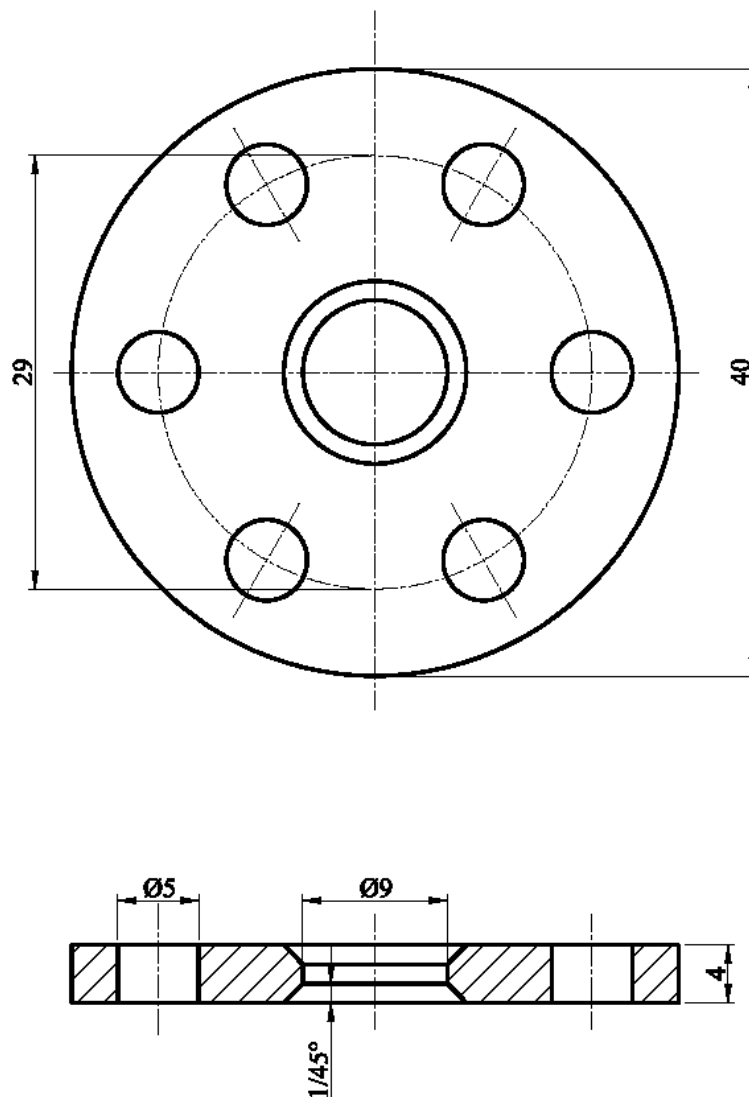
|       |        |       |         |            |  |                            |                 |
|-------|--------|-------|---------|------------|--|----------------------------|-----------------|
|       |        |       |         | Č 7400     |  | Masa                       | Razmera<br>1:10 |
| 8     |        |       | Datum   | 05.09.2009 |  | Naziv:<br><br>CEVNI OMOTAČ |                 |
| 7     |        |       | Obradi. |            |  |                            |                 |
| 6     |        |       |         |            |  |                            |                 |
| 5     |        |       | Stand.  |            |  |                            |                 |
| 4     |        |       | Odobri  |            |  | Oznaka<br>HE.1.01.03       |                 |
| 3     |        |       |         |            |  |                            |                 |
| 2     |        |       |         |            |  |                            |                 |
| 1     |        |       |         |            |  | List                       |                 |
| St.iz | Izmene | Datum | Ime     | Izvor pod. |  | Zamena za                  |                 |


Slika 92. Cijevni omotač



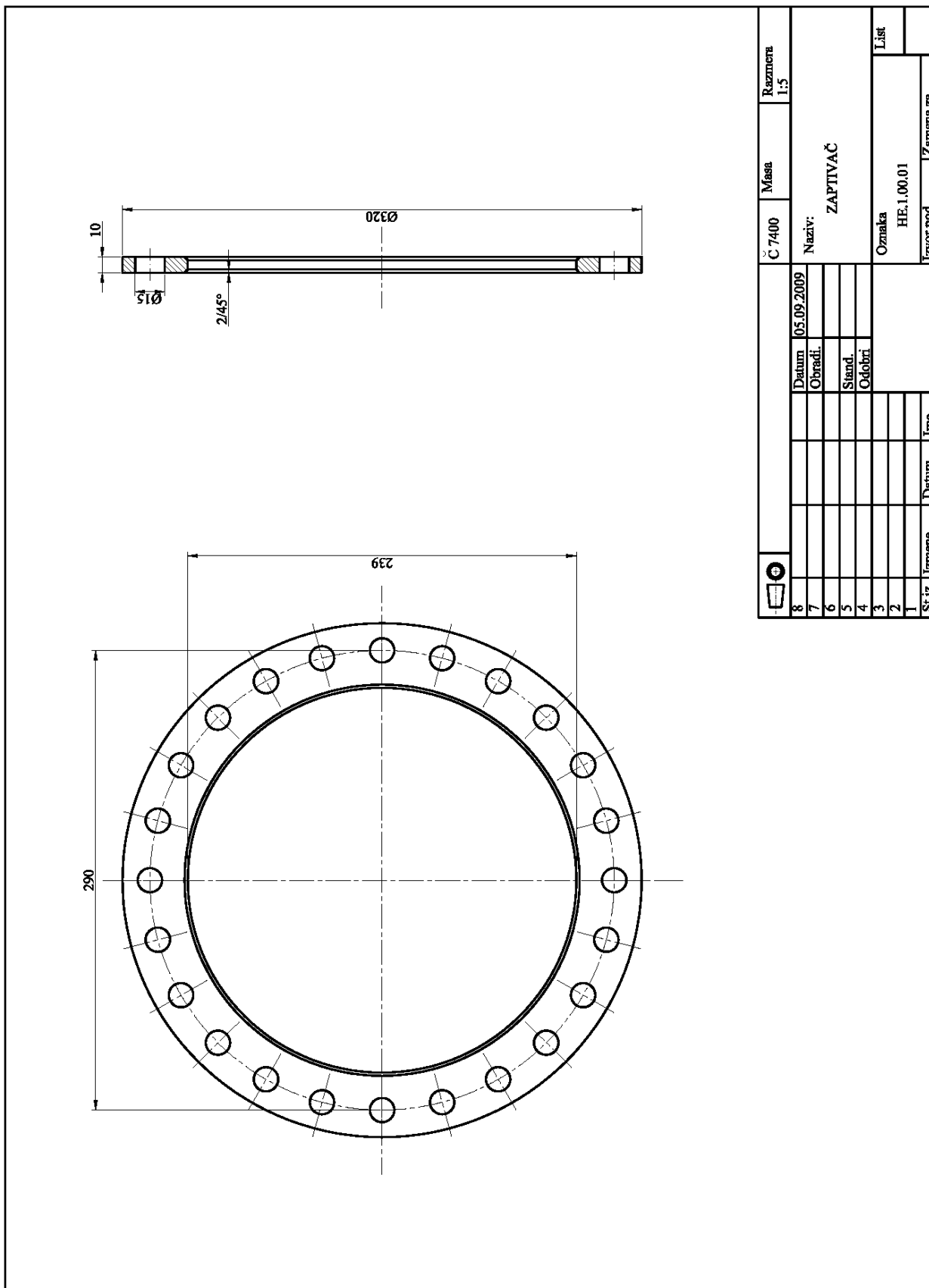
|       |        |       |     |         |            |                         |
|-------|--------|-------|-----|---------|------------|-------------------------|
|       |        |       |     | Č 7400  | Masa       | Razmera<br>1:5          |
| 8     |        |       |     | Datum   | 05.09.2009 | Naziv:<br><br>KRAĆA CEV |
| 7     |        |       |     | Obradi. |            |                         |
| 6     |        |       |     |         |            |                         |
| 5     |        |       |     | Stand.  |            |                         |
| 4     |        |       |     | Odobri  |            |                         |
| 3     |        |       |     |         |            | Oznaka<br>HE.1.01.02    |
| 2     |        |       |     |         |            |                         |
| 1     |        |       |     |         |            |                         |
| St.iz | Izmene | Datum | Ime |         | Izvor pod. | Zamena za               |

Slika 93. Kraća cijev




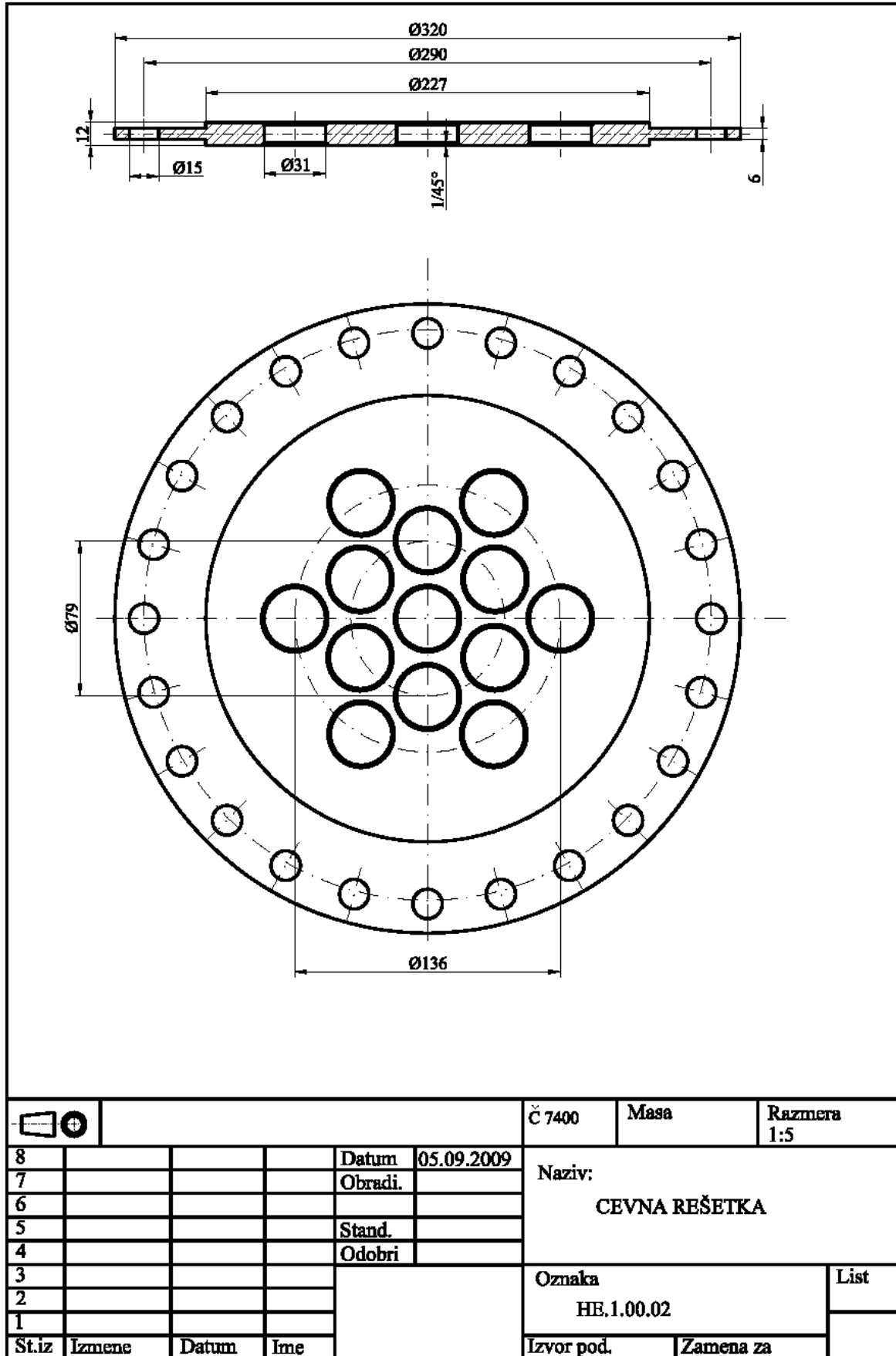
|   |        |       |     |         |            |                                |
|---|--------|-------|-----|---------|------------|--------------------------------|
|  |        |       |     | Č 7400  | Masa       | Razmera<br>1:5                 |
| 8   |        |       |     | Datum   | 05.09.2009 | Naziv:<br><br>PRIKLJUČAK MANJI |
| 7   |        |       |     | Obradi. |            |                                |
| 6   |        |       |     |         |            |                                |
| 5   |        |       |     | Stand.  |            |                                |
| 4   |        |       |     | Odobri  |            |                                |
| 3   |        |       |     |         |            | Oznaka<br>HE.1.01.04           |
| 2   |        |       |     |         |            |                                |
| 1   |        |       |     |         |            | List                           |
| St.iz   | Izmene | Datum | Ime |         | Izvor pod. | Zamena za                      |

Slika 94. Priključak manji



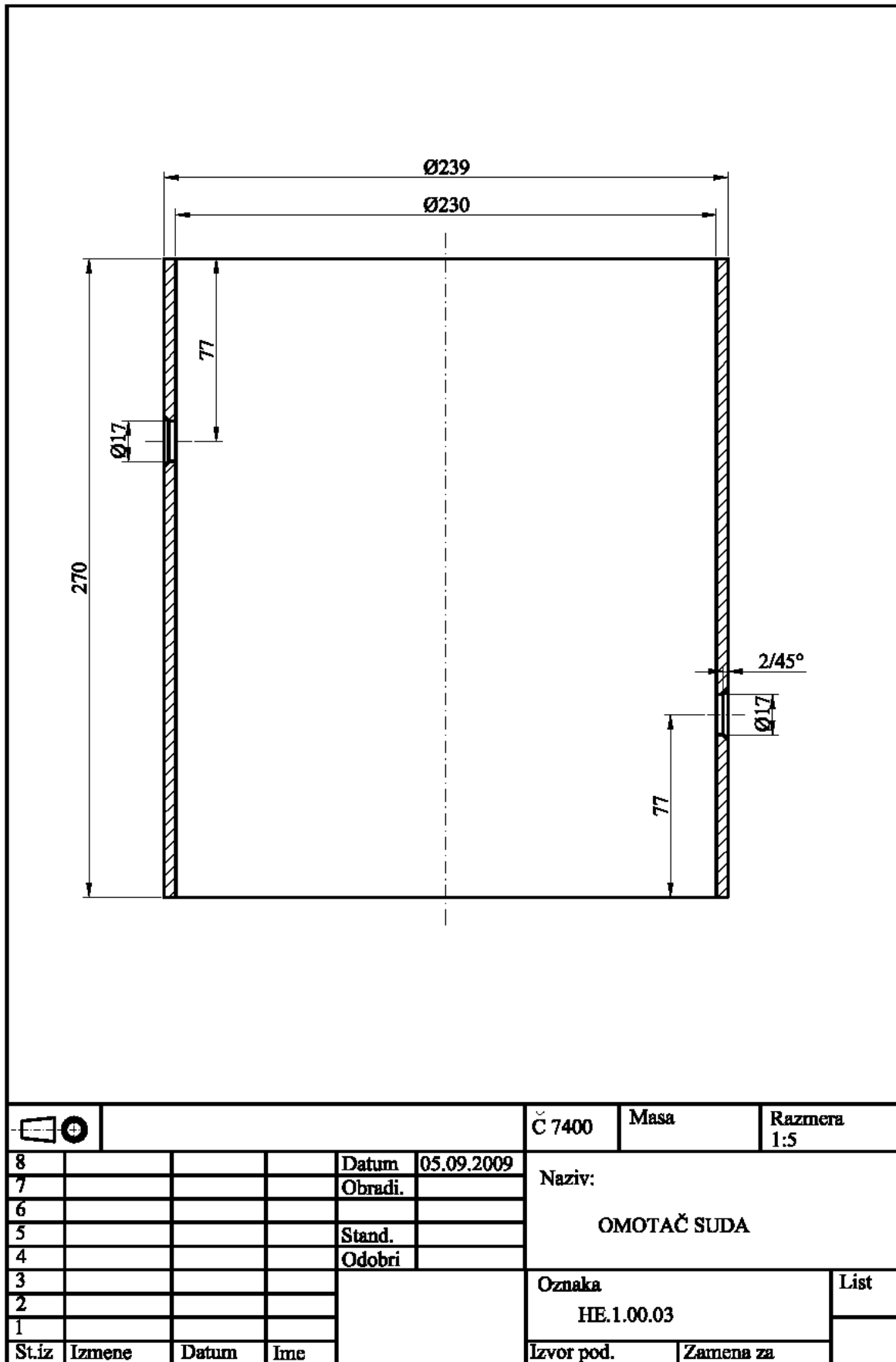
Slika 95. Zaptivač

|  |                  |                   |                 |                       |
|--|------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
|  | Č 7400           | Masa              | Razmera 1:5     |                       |
|  | Datum 05.09.2009 |                   | Naziv: ZAPTIVAČ |                       |
|  | Obradi.          | Oznaka HE.1.00.01 |                 |                       |
|  | Stand.           |                   |                 | Izvor pod. Zavrtna za |
|  | Odobri.          |                   |                 |                       |
|  | 8                | St.iz. Izmene     |                 | Datum                 |
|  | 7                | Ine               |                 |                       |
|  | 6                |                   |                 |                       |
| 5  |                  |                   |                 |                       |
| 4  |                  |                   |                 |                       |
| 3  |                  |                   |                 |                       |
| 2  |                  |                   |                 |                       |
| 1  |                  |                   |                 |                       |

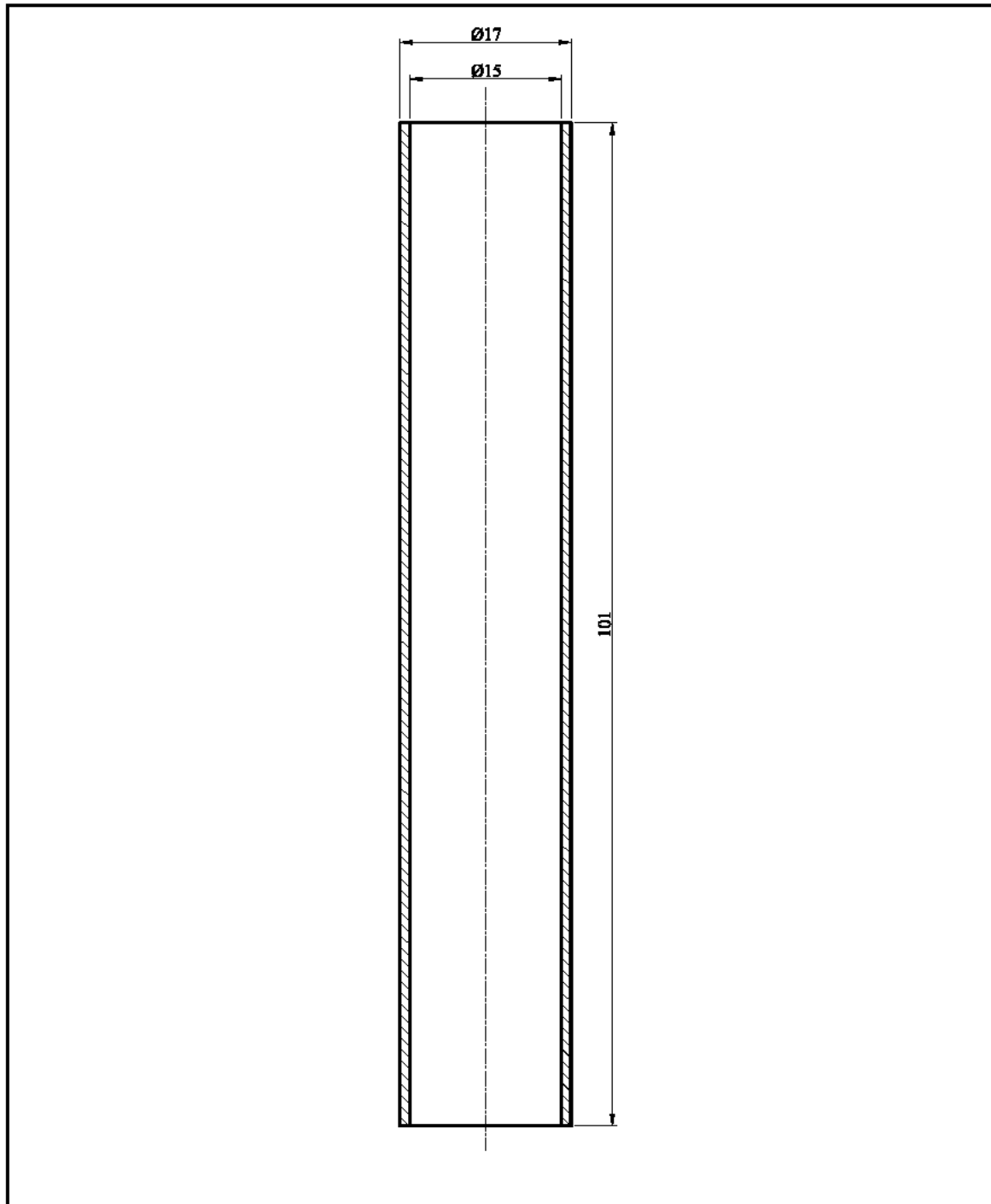


Slika 96. Cijevna rešetka



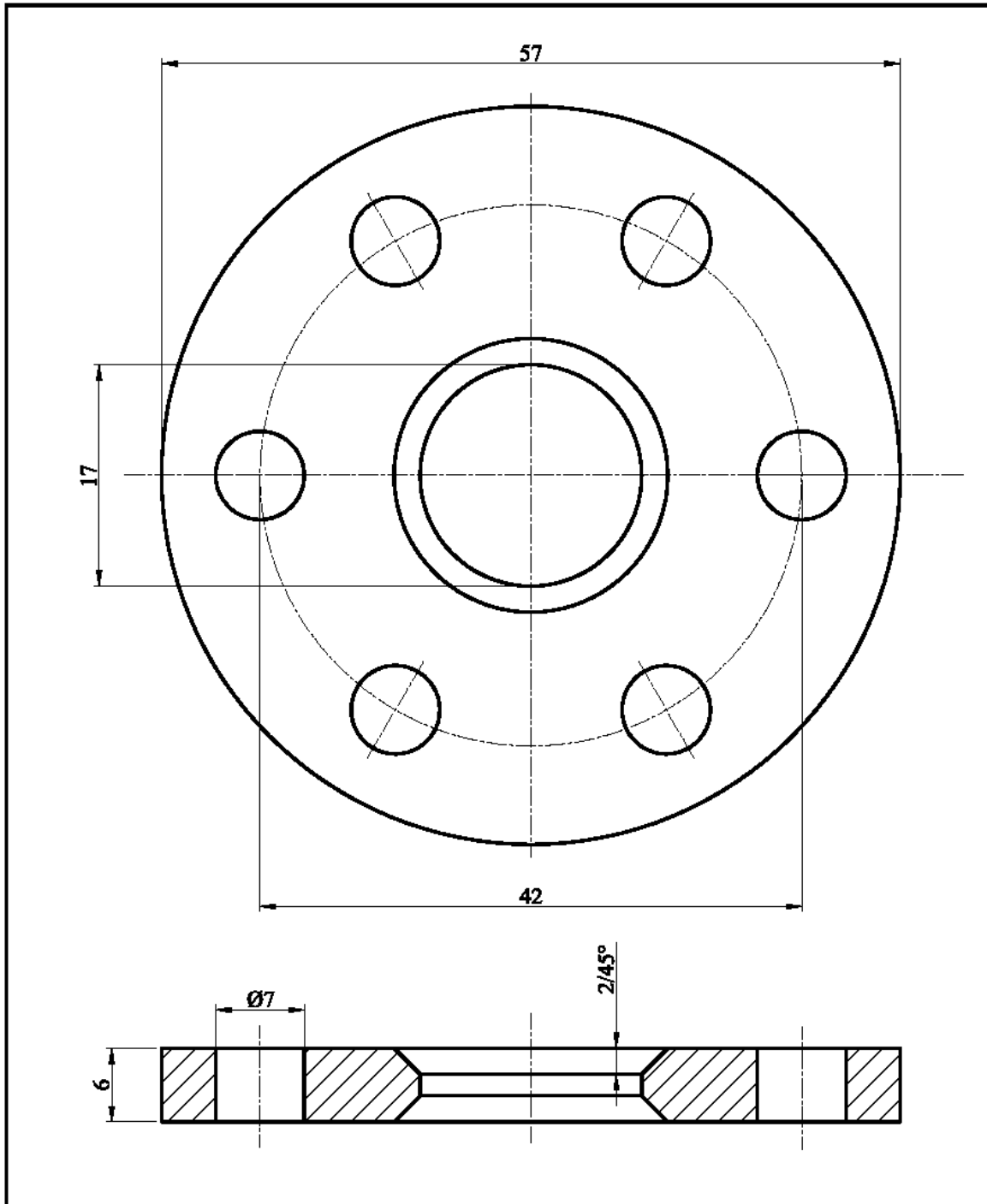


Slika 97. Omotač suda



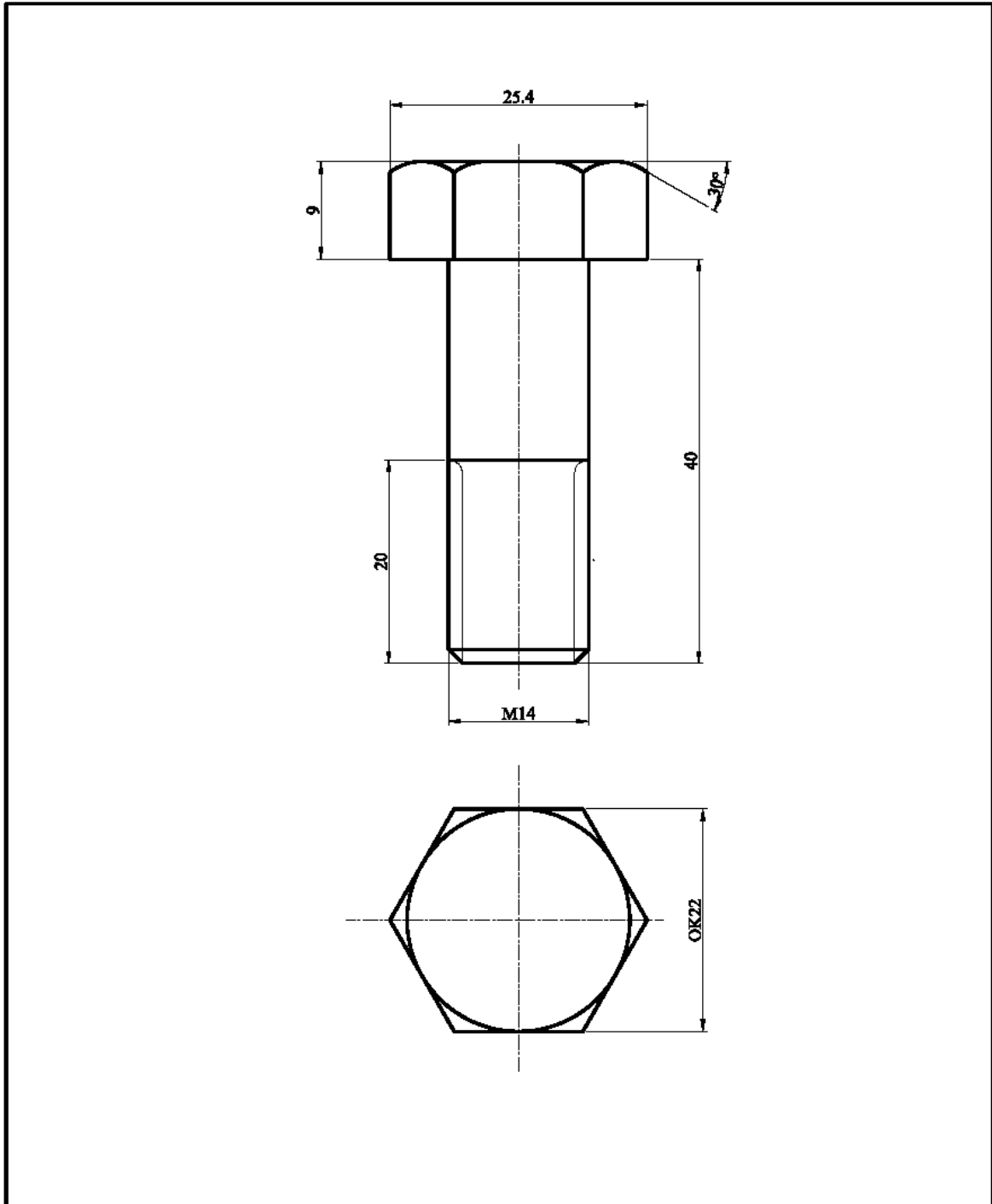
|       |        |       |     |         |            |                        |           |
|-------|--------|-------|-----|---------|------------|------------------------|-----------|
|       |        |       |     |         | Masa       | Razmera<br>1:5         |           |
| 8     |        |       |     | Datum   | 05.09.2009 | Naziv:<br><br>VEĆA CEV |           |
| 7     |        |       |     | Obradi. |            |                        |           |
| 6     |        |       |     |         |            |                        |           |
| 5     |        |       |     | Stand.  |            |                        |           |
| 4     |        |       |     | Odobri  |            |                        |           |
| 3     |        |       |     |         |            | Oznaka                 | List      |
| 2     |        |       |     |         |            | HE.1.00.04             |           |
| 1     |        |       |     |         |            | Izvor pod.             | Zamena za |
| St.iz | Izmene | Datum | Ime |         |            |                        |           |


Slika 98. Veća cijev



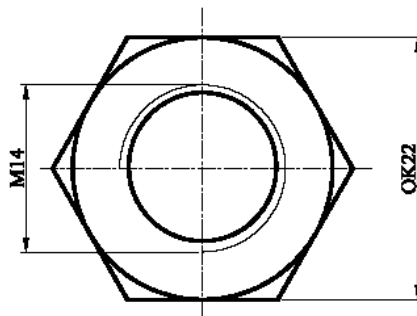
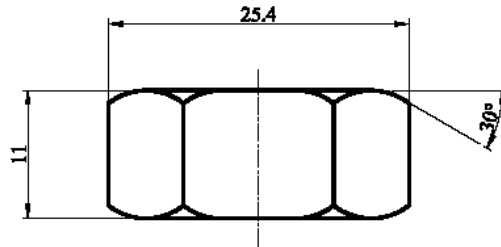
|       |        |       |     |         |            |                               |
|-------|--------|-------|-----|---------|------------|-------------------------------|
|       |        |       |     | Č 7400  | Masa       | Razmera<br>1:5                |
| 8     |        |       |     | Datum   | 05.09.2009 | Naziv:<br><br>PRIKLJUČAK VEĆI |
| 7     |        |       |     | Obradi. |            |                               |
| 6     |        |       |     |         |            |                               |
| 5     |        |       |     | Stand.  |            |                               |
| 4     |        |       |     | Odobri  |            |                               |
| 3     |        |       |     |         |            | Oznaka<br>HE.1.00.05          |
| 2     |        |       |     |         |            |                               |
| 1     |        |       |     |         |            |                               |
| Št.iz | Izmene | Datum | Ime |         | Izvor pod. | Zamena za                     |

Slika 99. Priključak veći



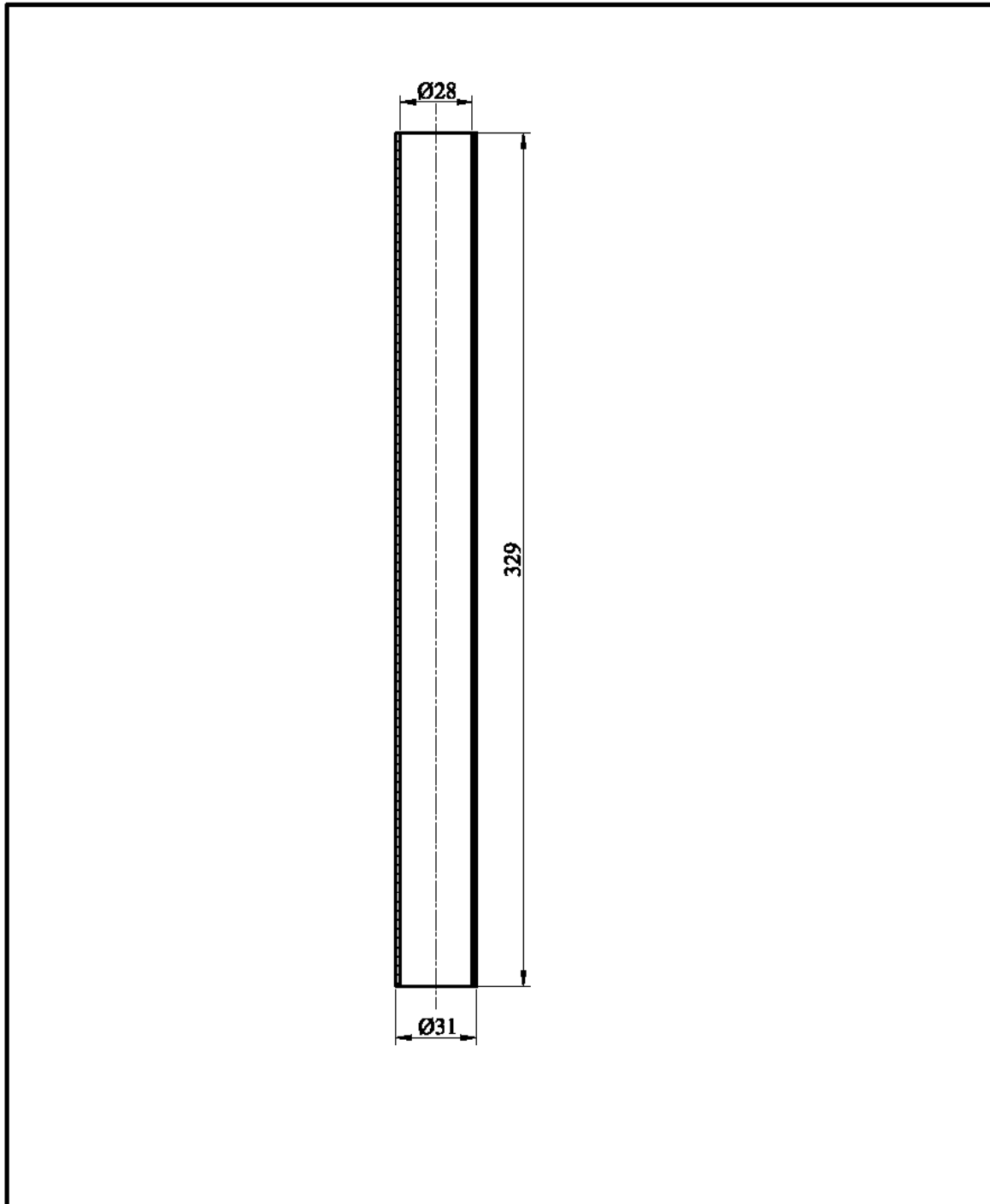
|   |        |       |         |        |            |                           |                |
|---|--------|-------|---------|--------|------------|---------------------------|----------------|
|  |        |       |         |        |            | Masa                      | Razmera<br>1:5 |
| 8   |        |       |         | Datum  | 05.09.2009 | Naziv:<br><br>VIJAK M14   |                |
| 7   |        |       | Obradi. |        |            |                           |                |
| 6   |        |       |         |        |            |                           |                |
| 5   |        |       | Stand.  |        |            |                           |                |
| 4   |        |       |         | Odobri |            | Oznaka<br>HE.1.00.06      |                |
| 3   |        |       |         |        | List       |                           |                |
| 2   |        |       |         |        |            | Izvor pod.      Zamena za |                |
| 1   |        |       |         |        |            |                           |                |
| St.iz   | Izmene | Datum | Ime     |        |            |                           |                |


Slika 100. Vijak M14



|       |        |       |     |         |            |                           |  |
|-------|--------|-------|-----|---------|------------|---------------------------|--|
|       |        |       |     | Masa    |            | Razmera<br>1:5            |  |
| 8     |        |       |     | Datum   | 05.09.2009 | Naziv:<br><br>NAVRTKA M14 |  |
| 7     |        |       |     | Obradi. |            |                           |  |
| 6     |        |       |     |         |            |                           |  |
| 5     |        |       |     | Stand.  |            |                           |  |
| 4     |        |       |     | Odobri  |            | Oznaka<br>HE.1.00.07      |  |
| 3     |        |       |     |         |            |                           |  |
| 2     |        |       |     |         |            | List                      |  |
| 1     |        |       |     |         |            |                           |  |
| St.iz | Izmene | Datum | Ime |         | Izvor pod. | Zamena za                 |  |

Slika 101. Navrtka M14



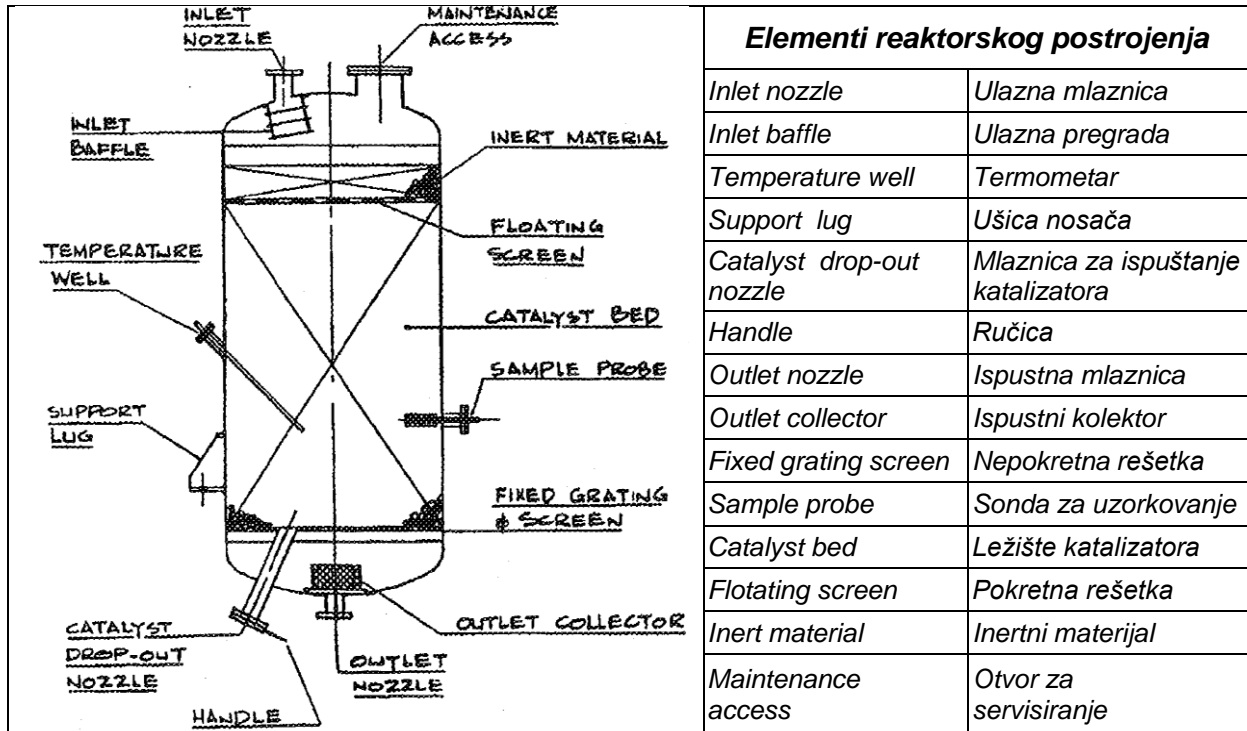
|   |        |         |       |            |                              |                |
|---|--------|---------|-------|------------|------------------------------|----------------|
|  |        |         |       | Č 7400     | Masa                         | Razmera<br>1:5 |
| 8   |        |         | Datum | 05.09.2009 | Naziv:<br><br>CEV ZA MEŠANJE |                |
| 7   |        | Obradi. |       |            |                              |                |
| 6   |        |         |       |            |                              |                |
| 5   |        | Stand.  |       |            |                              |                |
| 4   |        | Odobri  |       |            | Oznaka<br>HE.1.00.08         |                |
| 3   |        |         |       |            |                              |                |
| 2   |        |         |       |            | Izvor pod.      Zamena za    |                |
| 1   |        |         |       |            |                              |                |
| St.iz   | Izmene | Datum   | Ime   |            |                              |                |

Slika 102. Cijev za miješanje

## Oprema za reaktorsko postrojenje

Premda su neki reaktori sfernog oblika (npr. oni koji se koriste za reakciju dobijanja metanola), većinom su to cilindrične, vertikalno postavljene posude sa eliptičnim poklopcem. Pri njegovom projektovanju, postoje standardi koje projektant treba da uzme u obzir. Standardi se odnose na ulaz i izlaz, pristup za održavanje, pražnjenje, uzorkovanje i kontrolu temperature. Reaktori su unutra opremljeni sa ležištima, pregradama, unutrašnjim žljebovima, izlaznim kolektorom, katalizatorom i inertnim materijalima.

Tipična šema jednog reaktorskog postrojenja prikazana je na slici 103.



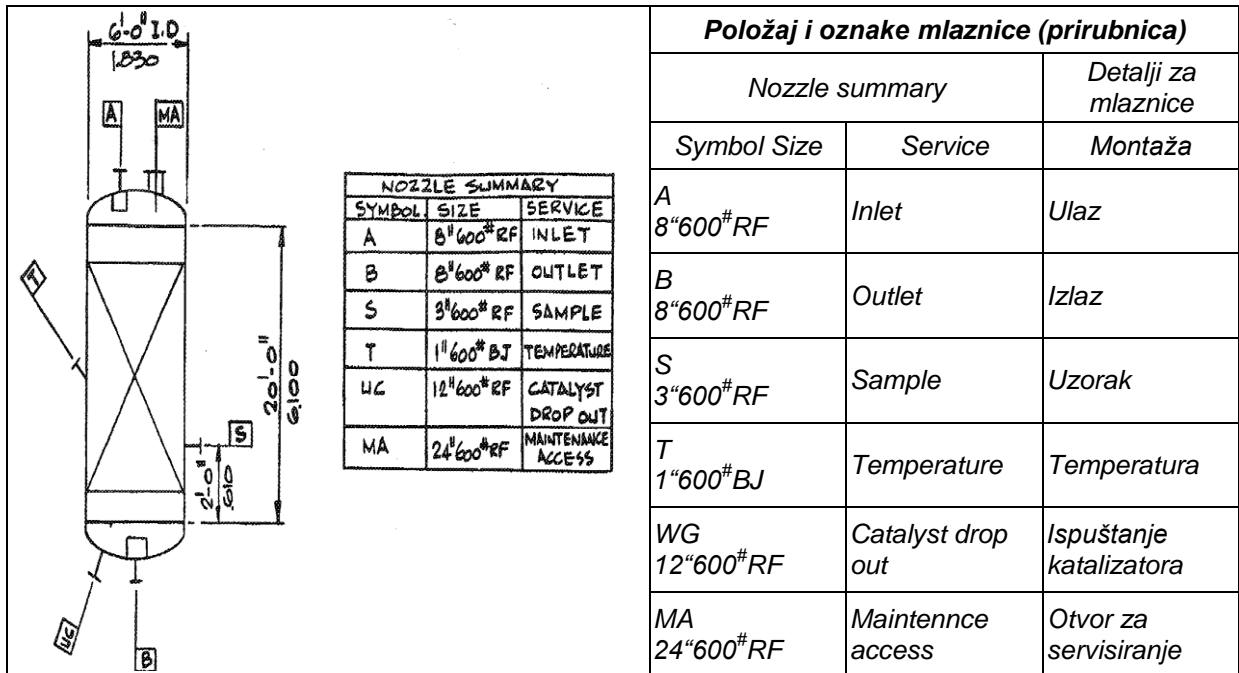
Slika 103. Šema tipičnog reaktorskog postrojenja

**Mlaznice.** Zahtjevi u vezi mlaznica i njihovih dimenzija obuhvaćeni su inženjeringom i uključeni u isporuku reaktora. Njihov položaj i oznake se prilagođavaju standardima i prikazane su na slici 104. Dimenzije mlaznica i pribornice određuje se na osnovu oznaka (npr. oznaka 8"600<sup>#</sup>RF označava standardizovan nominalni prečnik od 8 inča i definisanim svim ostalim potrebnim dimenzijama).

**Debljina zida.** Ako reaktor radi pod visokim pritiskom preporučuje se da projektant prvo dimenzioniše debljinu omotača prije projektovanje ostalih elemenata.

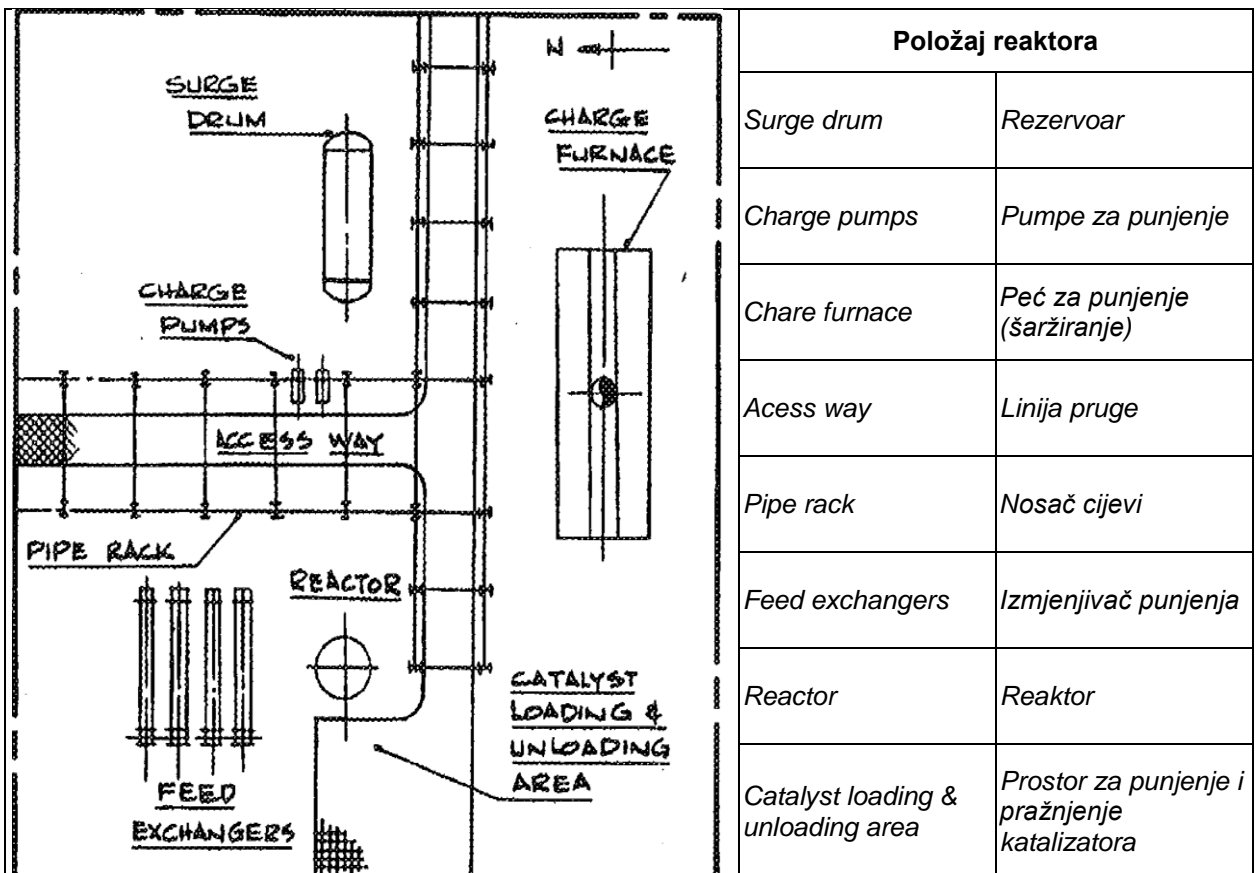
**Lokacije reaktora.** Reaktor se u procesnoj jedinici (odjeljenju) nalaze u blizini ostale opreme i treba da ima pogodan položaj za rad, pražnjenje i punjenje katalizatora (Slika 105.). Posebno je važno da reaktor bude u neposrednoj blizini peći, jer se tako minimizuju troškovi za skupe visoko-temperaturne cjevovode.

**Temelj reaktora.** Postoje četiri glavna načina rješenja za temelj reaktora: postavljanje tijela reaktora na postolje, postavljanje reaktora na betonske stubove, postavljanje potpornih prstenastih nosača na betonsku ploču i ivična potpora sa betonskom gornjom pločom (Slika 106).



| Položaj i oznake mlaznice (prirubnica) |           |                     |
|--|-----------|---------------------|
| Nozzle summary                         |           | Detalji za mlaznice |
| Symbol                                 | Size      | Service             |
| A                                      | 8"600#RF  | Inlet               |
| B                                      | 8"600#RF  | Outlet              |
| S                                      | 3"600#RF  | Sample              |
| T                                      | 1"600#BJ  | Temperature         |
| WG                                     | 12"600#RF | Catalyst drop out   |
| MA                                     | 24"600#RF | Maintennce access   |

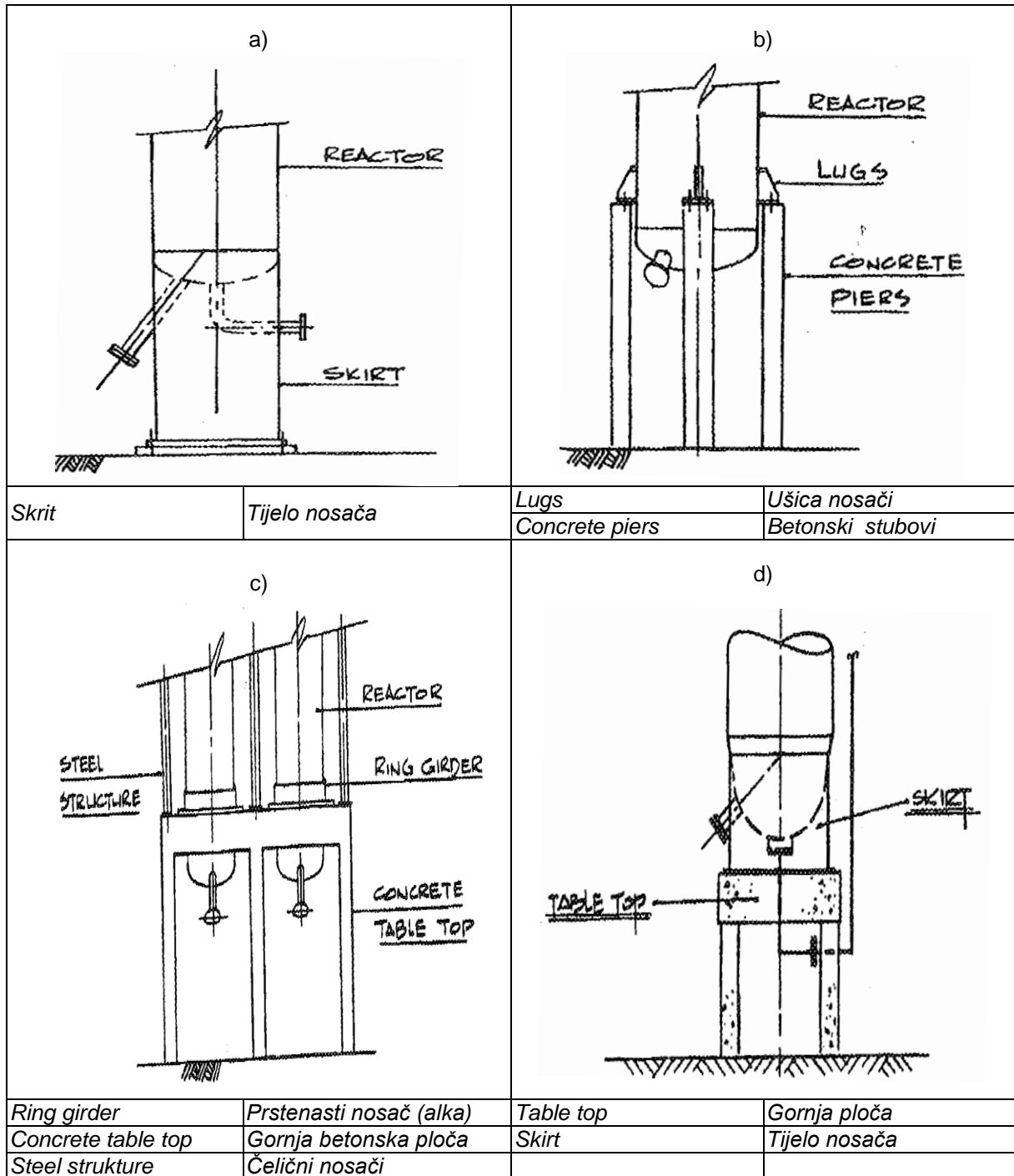
Slika 104. Šematski prikaz položaja mlaznica reaktora.



| Položaj reaktora                  |   |
|-----------------------------------|---|
| Surge drum                        | Rezervoar                                     |
| Charge pumps                      | Pumpe za punjenje                             |
| Chare furnace                     | Peć za punjenje (šaržiranje)                  |
| Acess way                         | Linija pruge                                  |
| Pipe rack                         | Nosač cijevi                                  |
| Feed exchangers                   | Izmjenjivač punjenja                          |
| Reactor                           | Reaktor                                       |
| Catalyst loading & unloading area | Prostor za punjenje i pražnjenje katalizatora |

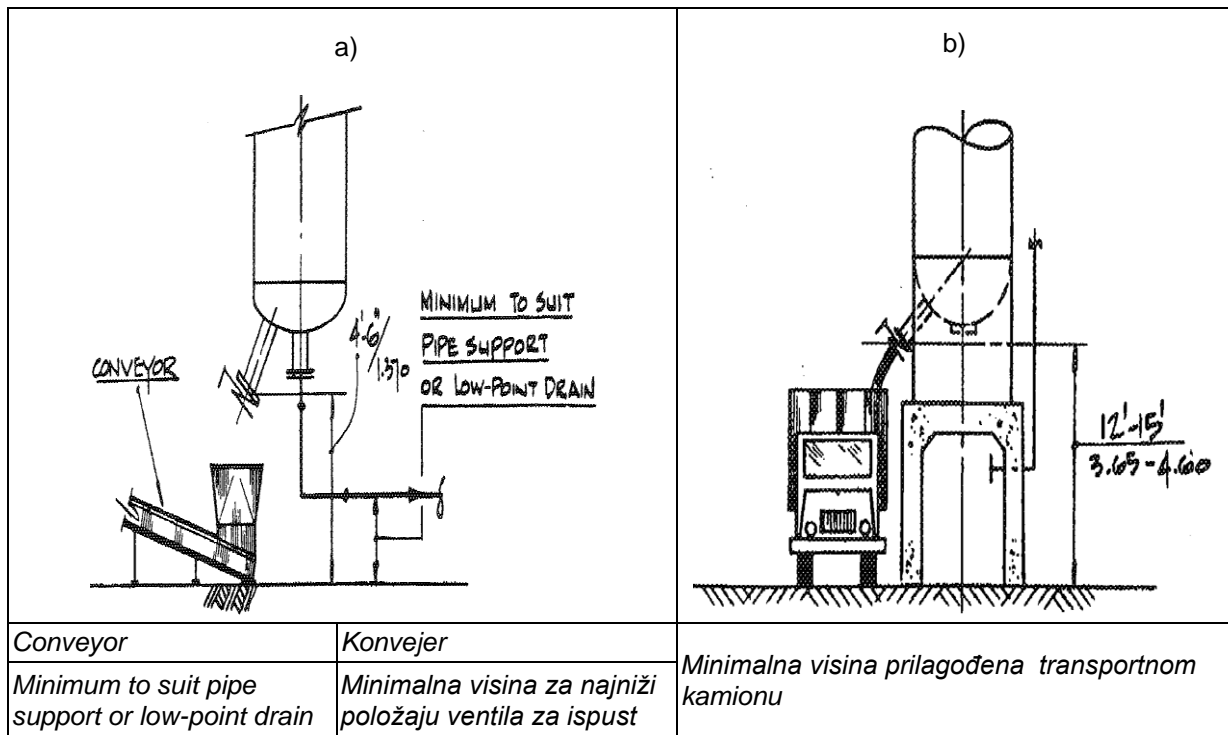
Slika 105. Primjer razmještaja opreme povezane sa reaktorom





**Slika 106.** Načini postavljanje reaktora na postolje (temelj): a) tijelo nosača postavljeno na postolje; b) ušice nosača postavljene na betonske stubove; c) prstenasti nosači postavljene na podignuti betonsku ploču; d) tijelo nosača postavljeno na podignutu betonsku ploču

**Visina podizanja reaktora.** Podizanje reaktora određeno je potrebama za pražnjenem katalizatora. Tangenta najniže tačke može se prilagoditi da odgovara specifičnim zahtjevima procesa. Na slici 107. prikazane su visine za dva načina pražnjenja reaktora (pomoću ventila, odvodnog cjevovoda u konvejer (transportna traka) i direktnim ispuštanjem u kamion).



Slika 107. Prilagođavanje minimalne visine podizanja reaktora

Da bi se podesila visina reaktora, projektant treba uzeti u obzir sljedeće informacije:

- ✓ Dimenzije reaktora;
- ✓ Tip (oblik);
- ✓ Način postavljanja na temelju;
- ✓ Veličinu ispusnog otvora;
- ✓ Veličinu ispusne mlaznice;
- ✓ Postupak rukovanja sa katalizatorom.

**Lokacije otvora.** Otvori su raspoređeni da zadovolje zahtjeve procesa, omoguće racionalno povezivanje cjevovoda, reaktora i prateće opreme. Da bi se odredila visina i položaj otvora reaktora potrebne su sljedeće informacije:

- ✓ Šema reaktora;
- ✓ Položaj instrumenata;
- ✓ Povezivanje cjevovoda i instrumenata;
- ✓ Specifikacija cjevovoda;
- ✓ Specifikacija mlaznica;
- ✓ Zahtjevi u vezi izolacije.

**Ulazni otvor.** Koristi se za punjenje katalizatora. Nalazi se na vrhu reaktora uz otvor za pristup održavanju. Na reaktorima malog prečnika čiji je prostor ograničen, ulazni otvor može biti integrisan sa pristupom za održavanje (Slika 108).

**Izlazni otvor.** Pražnjenje katalizatora vrši se kroz izlazni otvor (mlaznicu) koji se nalaze se na dnu reaktora. Ako se tijelo reaktora nalazi na postolju, izlaz je izveden van bočnih ivica reaktora. Ako se koriste potporni stubovi ili prstenasti nosači, mlaznica je postavljena vertikalno na sredinu dna suda i završava se zatvaračem (Slika 109).

**Izlazna mlaznica za katalizator.** Mlaznica se postavlja pod uglom u odnosu na osu i pozicionirana je između držača i greda za oslonac reaktora (Slika 109).

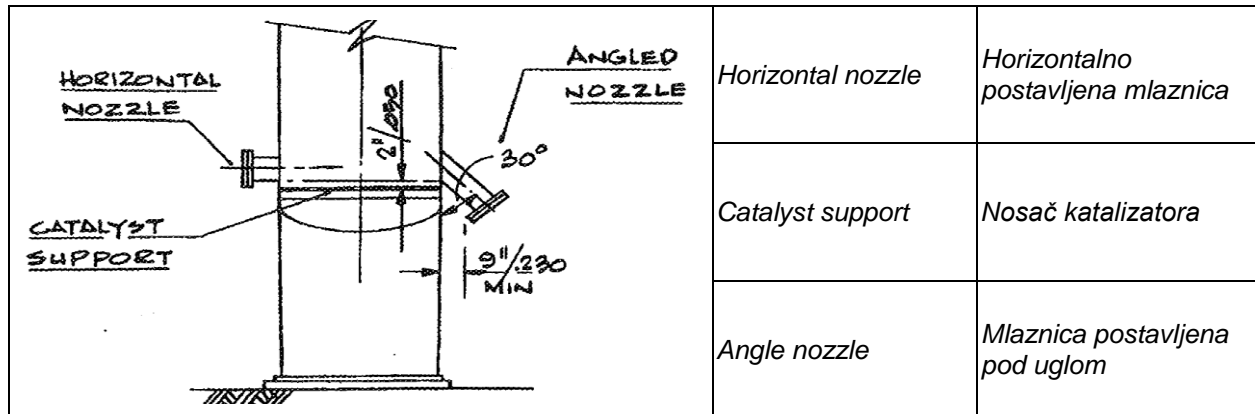
|                       |                    |                         |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| <p>ELEVATION PLAN</p> | Maintenance access | Otvor za servisiranje   |
|                       | Inlet nozzle       | Ulazna mlaznica         |
| <p>ELEVATION PLAN</p> | Elevation          | Vertikalna projekcija   |
|                       | Plan               | Horizontalna projekcija |

Slika 108. Ulazni otvor i mlaznica kod velikog i malog prečnika reaktora

|  |                              |                                  |
|--|------------------------------|----------------------------------|
| <p>ELEVATION PLAN</p> <p>SKIRT SUPPORTED</p> | One nozzle diameter minimum  | Najmanji prečnik otvora          |
|  | Knuckle radius tangent point | Radijus tangente dna reaktora    |
| <p>ELEVATION PLAN</p> <p>LEG SUPPORTED</p>   | Outside radius               | Spoljašnji radijus               |
|  | Catalyst unloading nozzle    | Otvor za ispuštanje katalizatora |
| <p>ELEVATION PLAN</p> <p>LEG SUPPORTED</p>   | Leg supported                | Potporna ušice                   |
|  | Outlet                       | Izlazna cijev                    |
| <p>ELEVATION PLAN</p> <p>LEG SUPPORTED</p>   | Skirt supported              | Tijelo nosača                    |
|  | Plan                         | Horizontalna projekcija          |
| <p>ELEVATION PLAN</p> <p>LEG SUPPORTED</p>   | Elevation                    | Vertikalna projekcija            |

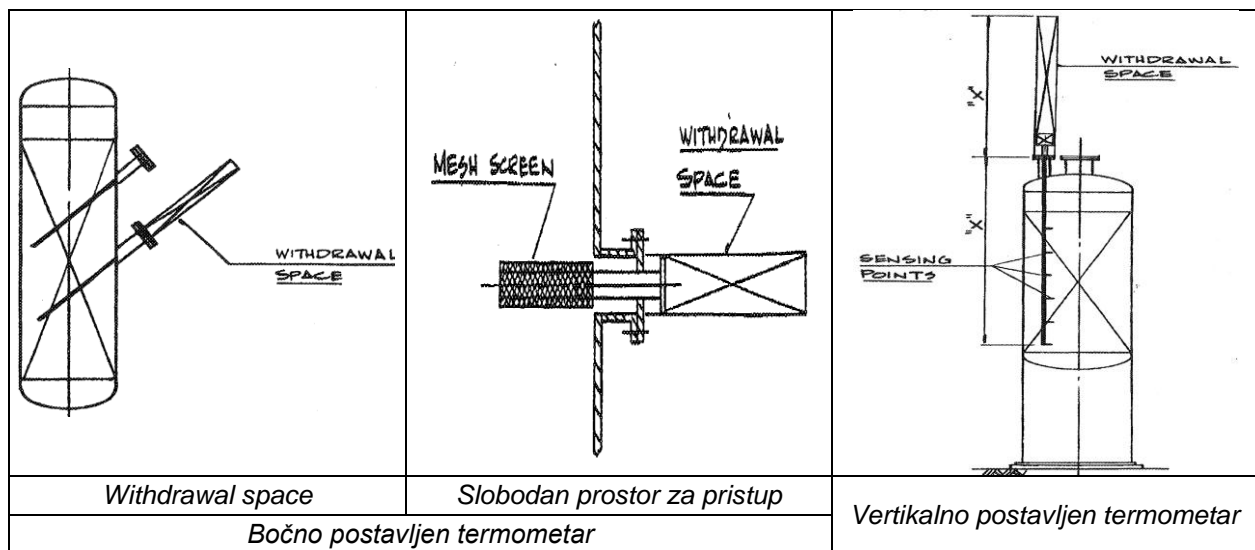
Slika 109. Prikaz tipičnog načina projektovanja otvora za pražnjenje reaktora

U određenim slučajevima, npr. kod **kaskadnih reaktora**, mlaznice za pražnjenje katalizatora su locirane na tijelu reaktora, kao što je prikazano na slici 110.



Slika 110. Postavljanje mlaznica bočno, na omotaču reaktora

**Termometri.** Postavljaju se na reaktoru radi kontrole temperature. Instrumenti se postavljaju na različitim nivoima u zavisnosti karakteristika procesa i po zahtjevu inženjera. Na slici 111. prikazani su različiti načini postavljanja termometara.



Slika 111. Tipična oblik postavljanja termometra na sudu reaktora

**Ugradnje platforme.** Platforme kod reaktora služe za obezbjeđenje pristupa ventilima i instrumentima, zatim za potrebe održavanja, za punjenje i pražnjenje katalizatora, i sl. Visina platformi određena je zahtjevima konstrukcije za rad i održavanje. Maksimalna visine platformi usaglašene su sa maksimalnom dužinom stepenica od 9150 mm (30 ft). Središnja platforma i stepenice su namijenjene za pristup temperaturnim instrumentima, ispitivanju uzorka, pristup mlaznicama katalizatora i pražnjenju na zidu reaktora.

Iznad visine od 9150 mm zahtjevi za platformama trebalo bi da budu posebno tretirani. Takođe, reaktori ponekad moraju da budu potpuno okruženi čeličnim konstrukcijama sa stepenicama za kretanje operatora i za potrebe održavanja.

Za reaktore manje visine od 30 ft (9150 mm) potrebno je postaviti platformu samo na vrhu reaktora.

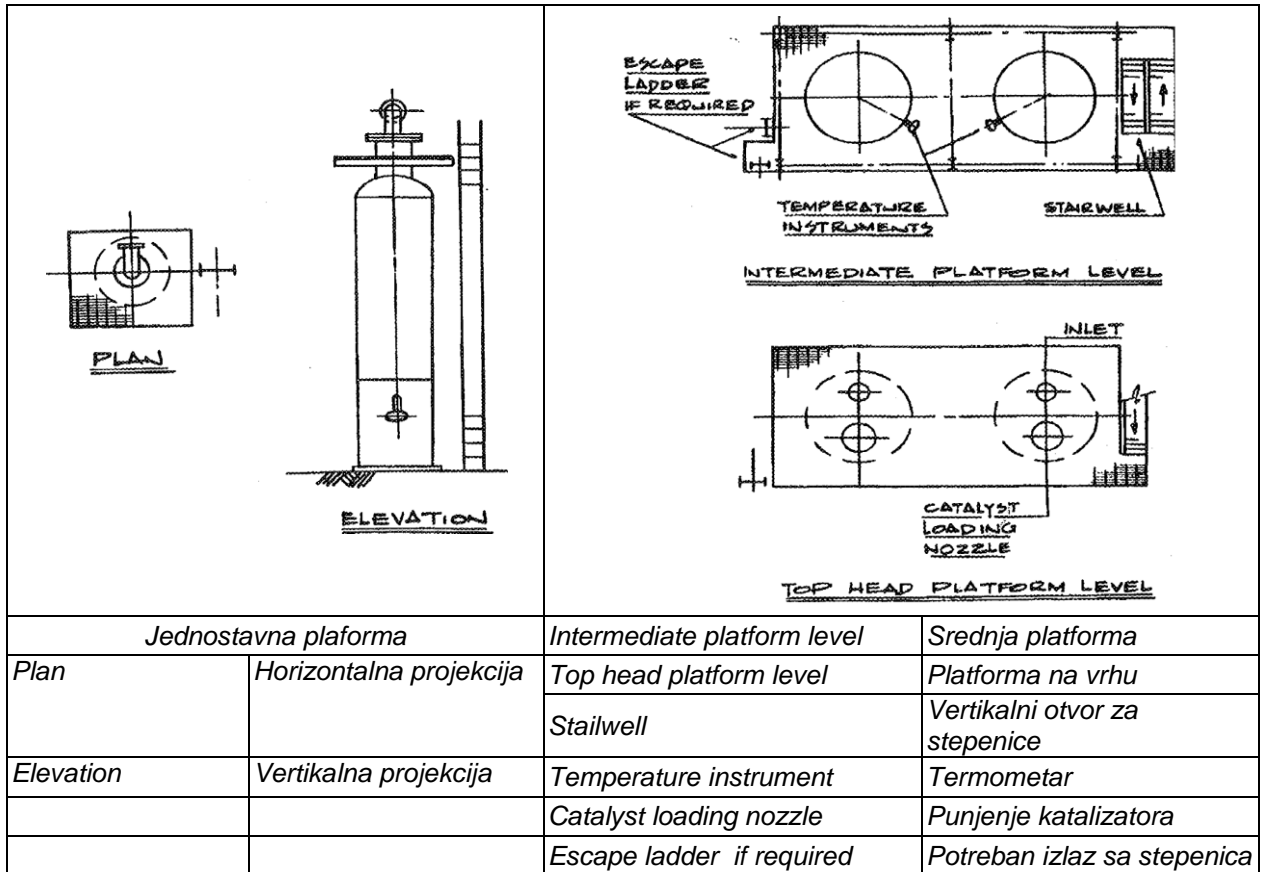
Na slikama 112÷116. prikazane su skice, položaj, strukture i detalji nekih karakterističnih platformi.

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>Top head platform valve, vent, temperature instrument, catalyst loading</p> | <p>Platforma na vrhu, ventil, termometar, punjenje katalizatora</p> |
| <p>TEMPERATURE INSTRUMENT ACCESS BY LADDER OR PLATFORM</p> | <p>Temperature instrument access by ladder or platform</p>                     | <p>Pristup termometru sa merdevinama ili sa platforme</p>           |
| <p>SAMPLE CONNECTION ACCESS BY PLATFORM</p>                | <p>Sample connection access by platform</p>                                    | <p>Pristup uzorkovanju sa platforme</p>                             |
| <p>CATALYST UNLOADING ACCESS FROM GRADE OR PLATFORM</p>    | <p>Catalyst unloading access from grade or platform</p>                        | <p>Pristup ispustu za katalizator sa platforme</p>                  |
| <p>INTERMEDIATE PLATFORM TO SUIT MAXIMUM LADDER RUN</p>    | <p>Intermediate platform to suit maximum ladder run</p>                        | <p>Srednja platforma za brzi pristup korišćenjem merdevina</p>      |

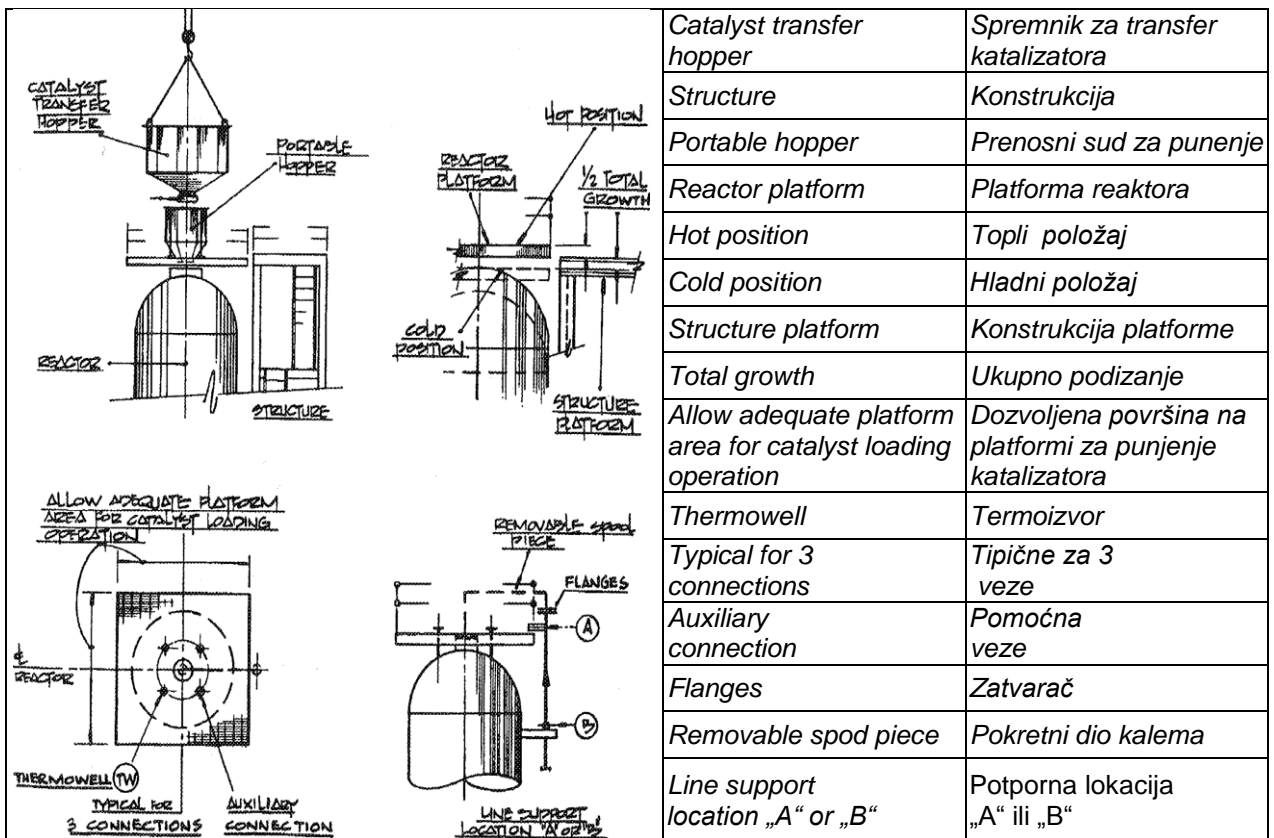
Slika 112. Prikaz položaja platformi i stepenica u zavisnosti od visine reaktora

|  |                                    |  |
|--|------------------------------------|--|
|  | <p>Temperature instrument</p>      | <p>Termometar</p>                        |
|  | <p>Intermediate platform level</p> | <p>Nivo srednji platforme</p>            |
|  | <p>Catalyst loading nozzle</p>     | <p>Mlaznice za punjenje katalizatora</p> |
|  | <p>Top head platform level</p>     | <p>Platforme na vrhu</p>                 |
|  | <p>Inlet</p>                       | <p>Ulazni otvor</p>                      |

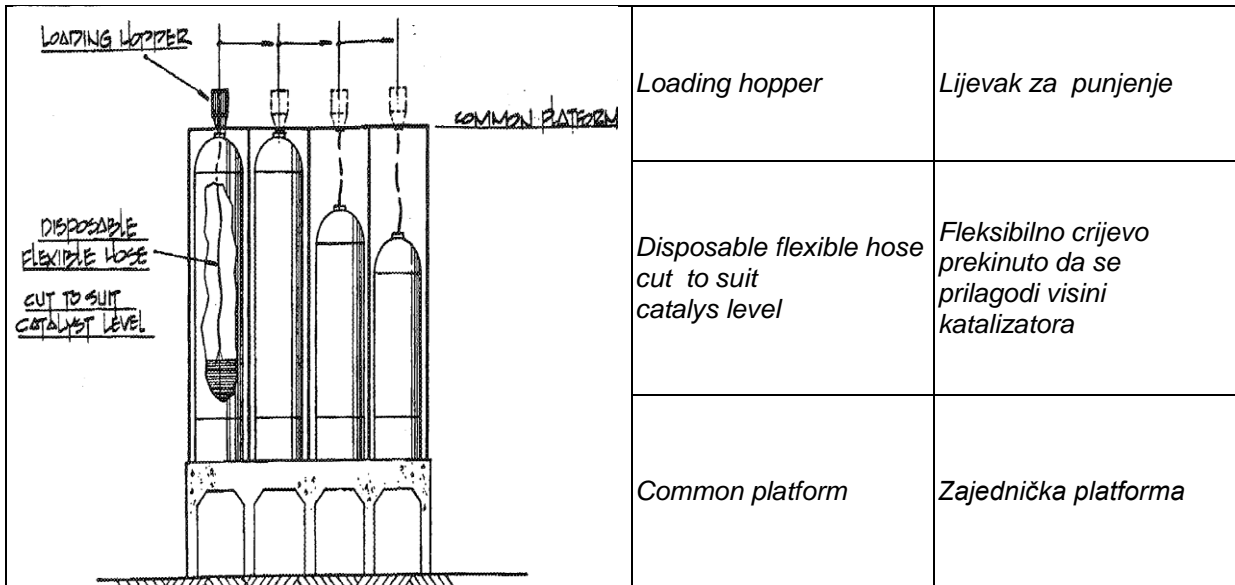
Slika 113. Skica tipične platforme reaktora



Slika 114. Osnovna struktura platforme

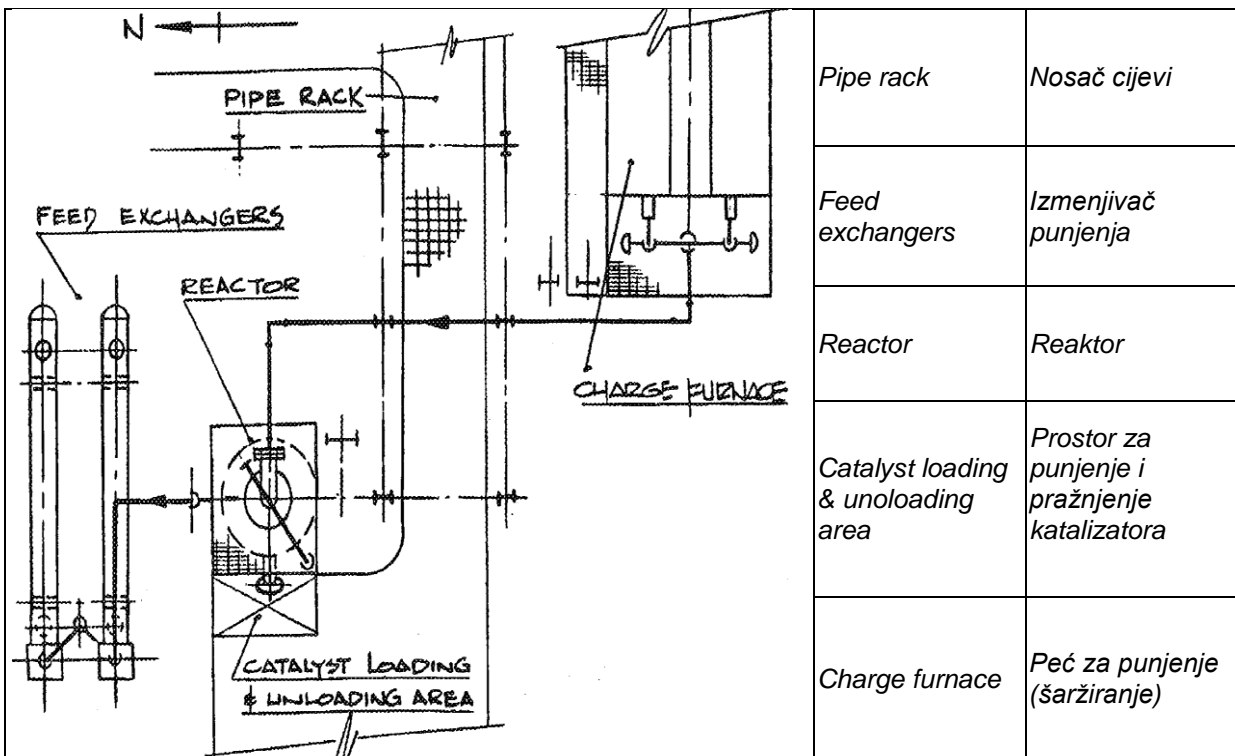


Slika 115. Detalji gornje platforme



Slika 116. Platforma za višefunkcionalni reaktor

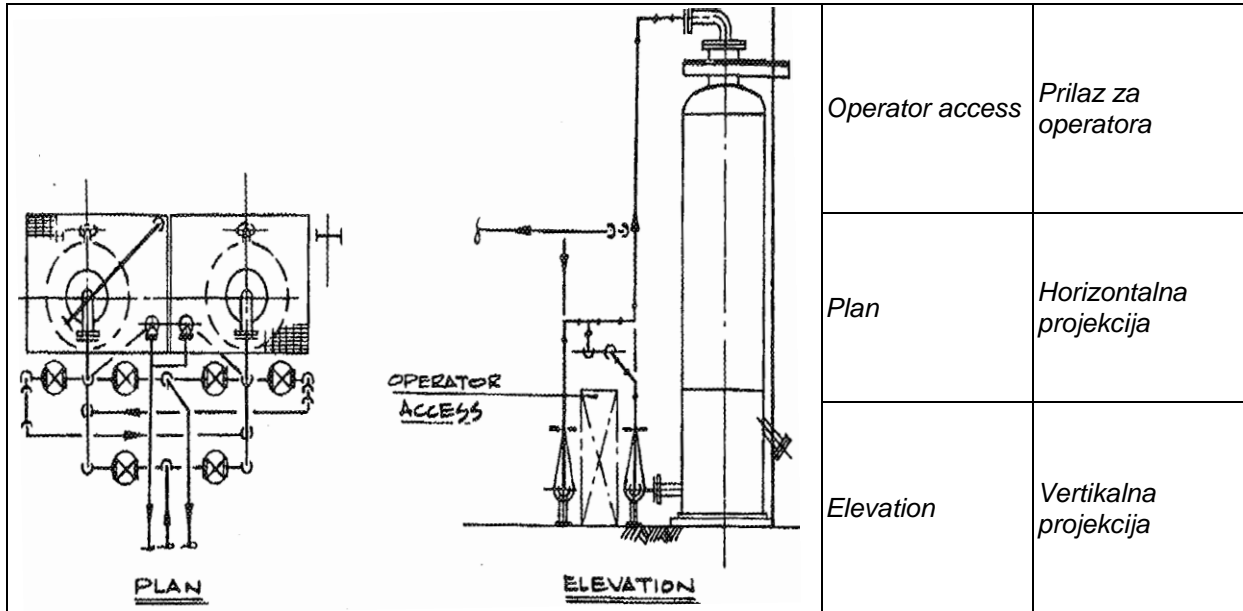
**Ugradnja cijevi.** Cijevi reaktora moraju biti uređene tako da se lako koriste i pozicioniraju da odgovaraju priključku na odgovarajuću opremu. Zbog toga što reaktori rade uglavnom na visokim temperaturama, cijevi moraju biti raspoređene fleksibilno da bi izdržala česta opterećenja usljed radnih uslova. Cijevi za reaktore, kao i za drugu opremu, treba da budu relativno jednostavne konstrukcije, postavljene direktno između opreme kako bi se obezbijedila ekonomičnost i fleksibilnost postrojenja (Slika 117).



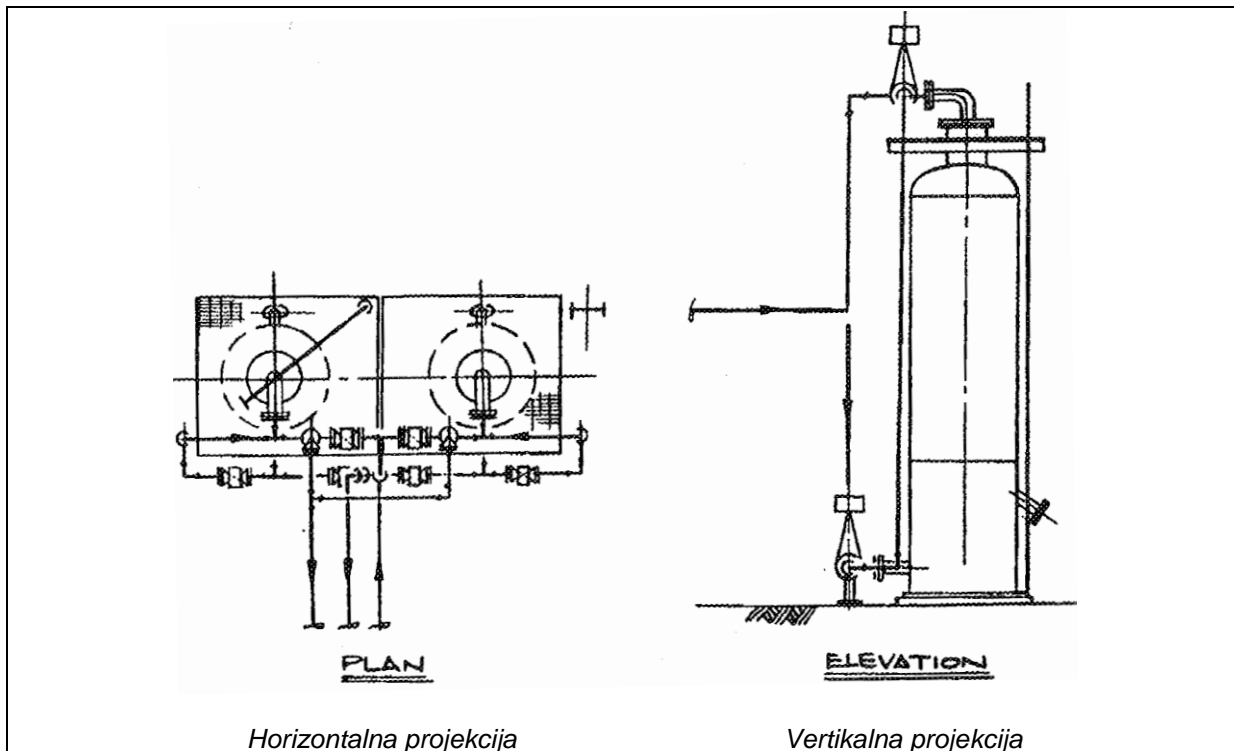
Slika 117. Povezivanje reaktora cjevovodom sa ostalim postrojenjima

Ako je predviđen rad u serijama, sistem cijevi se projektuje tako da omogući regeneraciju u jednom reaktoru dok je drugi i dalje u radu. Da bi se ovo postiglo, sistem je potrebno snabdjeti sa kontrolom i unakrsnim bajpasima (Slika 118). Ako se razvodnici kontrolišu daljinski, gornje cijevi mogu biti postavljene na vrhu platforme (Slika 119).

Potporne cijevi su obično postavljene kao dio sistema reaktora. Ostale cijevi treba prilagoditi ostalim postrojenjima.



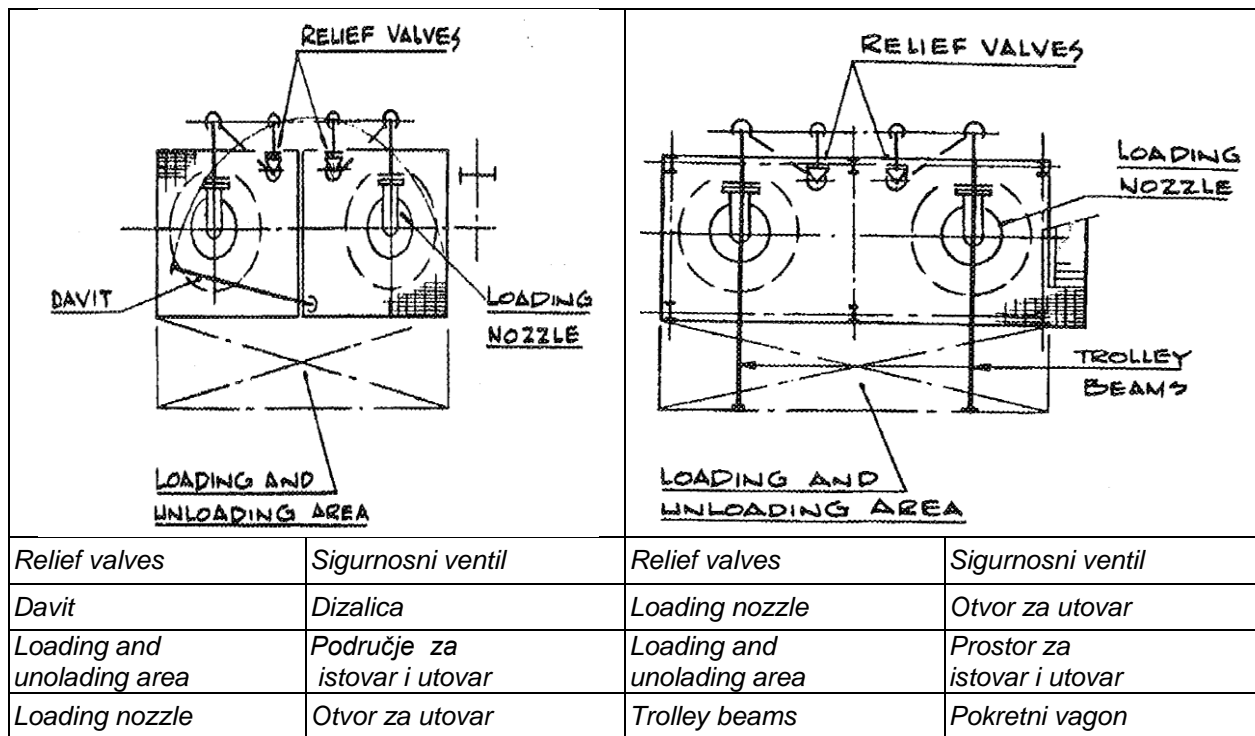
**Slika 118.** Šema ručnog rukovanja ventilom



**Slika 119.** Daljinsko upravljanje ventilom

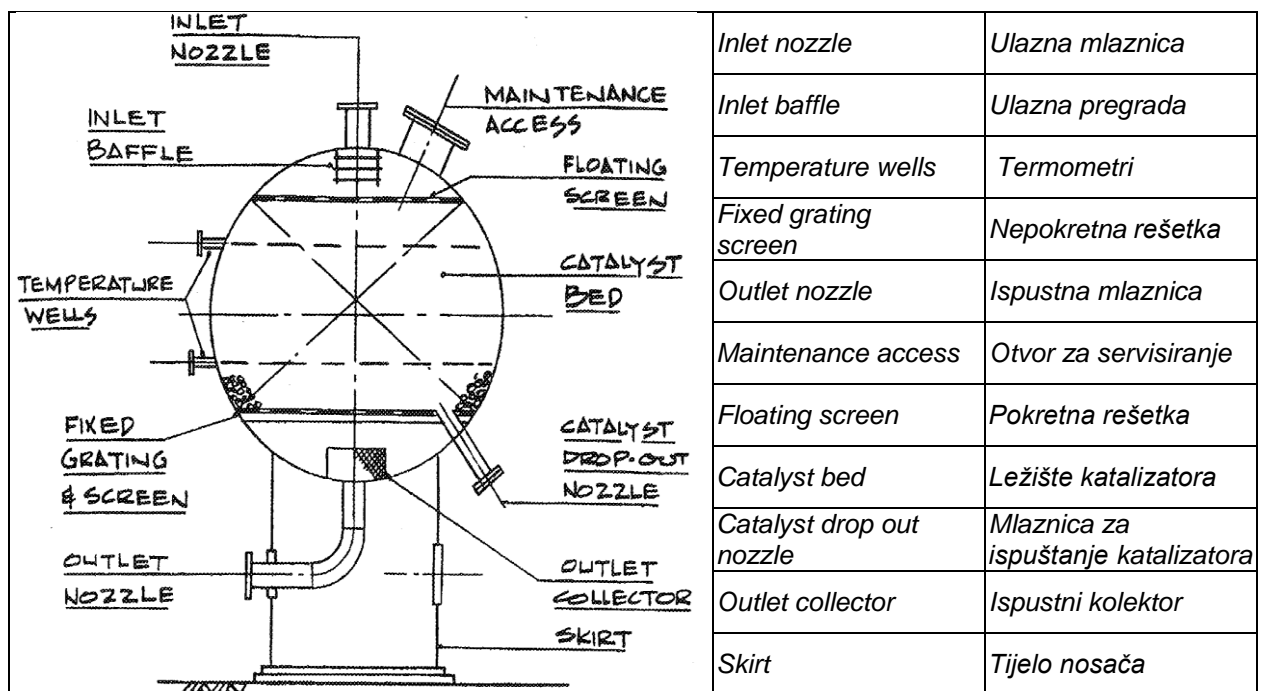


**Održavanje (rukovanje) ventilima.** Rukovanje elementima postrojenja (kao npr. odvijanje ventila za popravke i punjenje katalizatora) može se postići fiksnom ili mobilnom opremom. Fiksni uređaji mogu biti dizalice ili pokretna kolica. Na slici 120. je prikazana šema tipičnog položaja dizalice i pokretnog vagona na šinama.

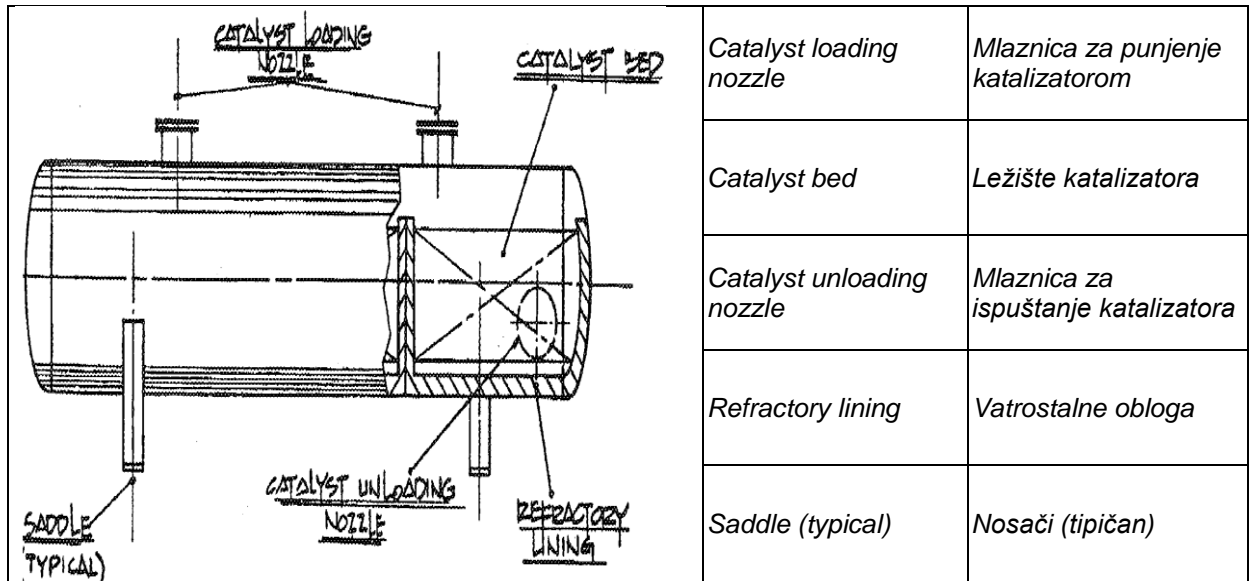


Slika 120. Položaj dizalice i vagona za opsluživanje

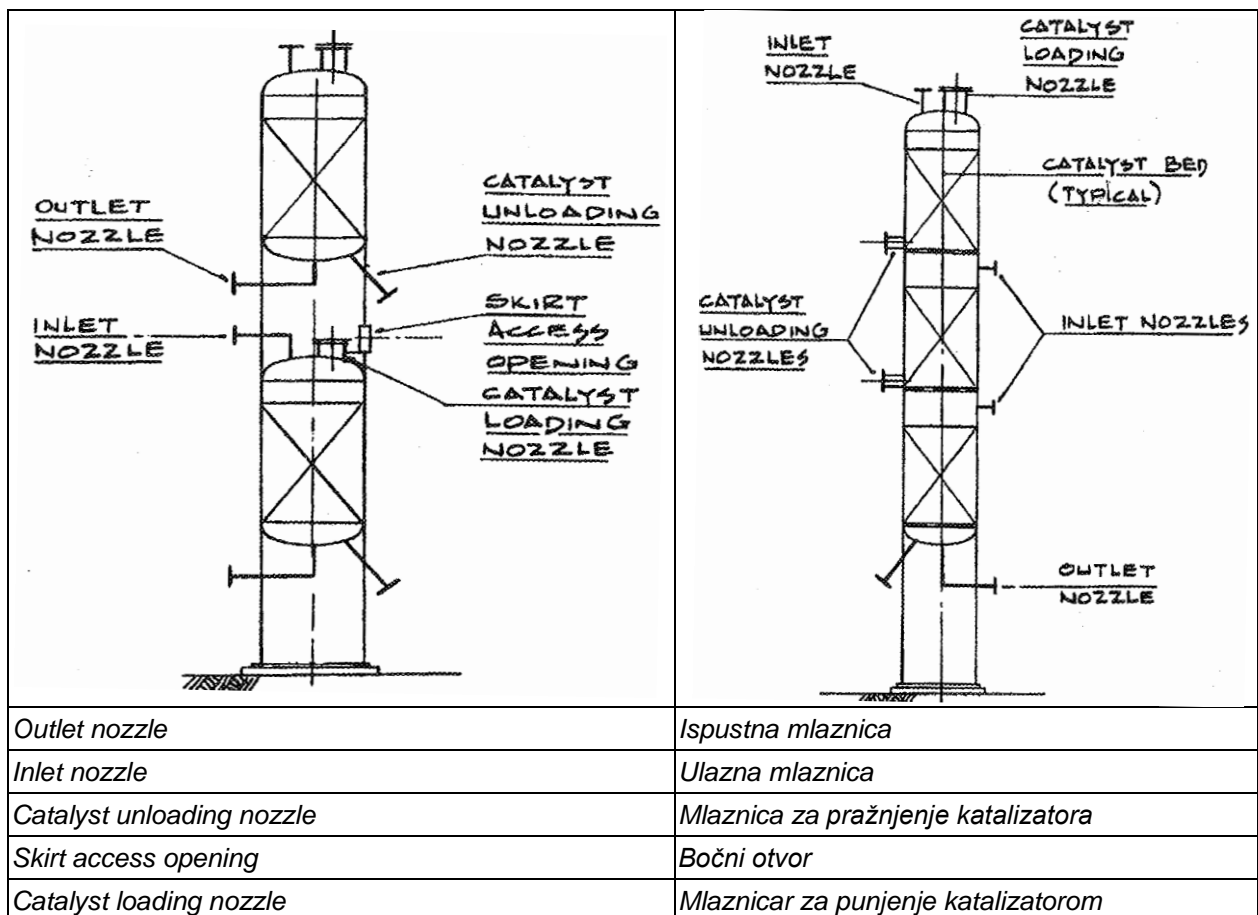
**Primjeri različitih konstrukcija reaktora**



Slika 121. Šema konstrukcije sfernog reaktora



Slika 122. Šema konstrukcije horizontalnog reaktora

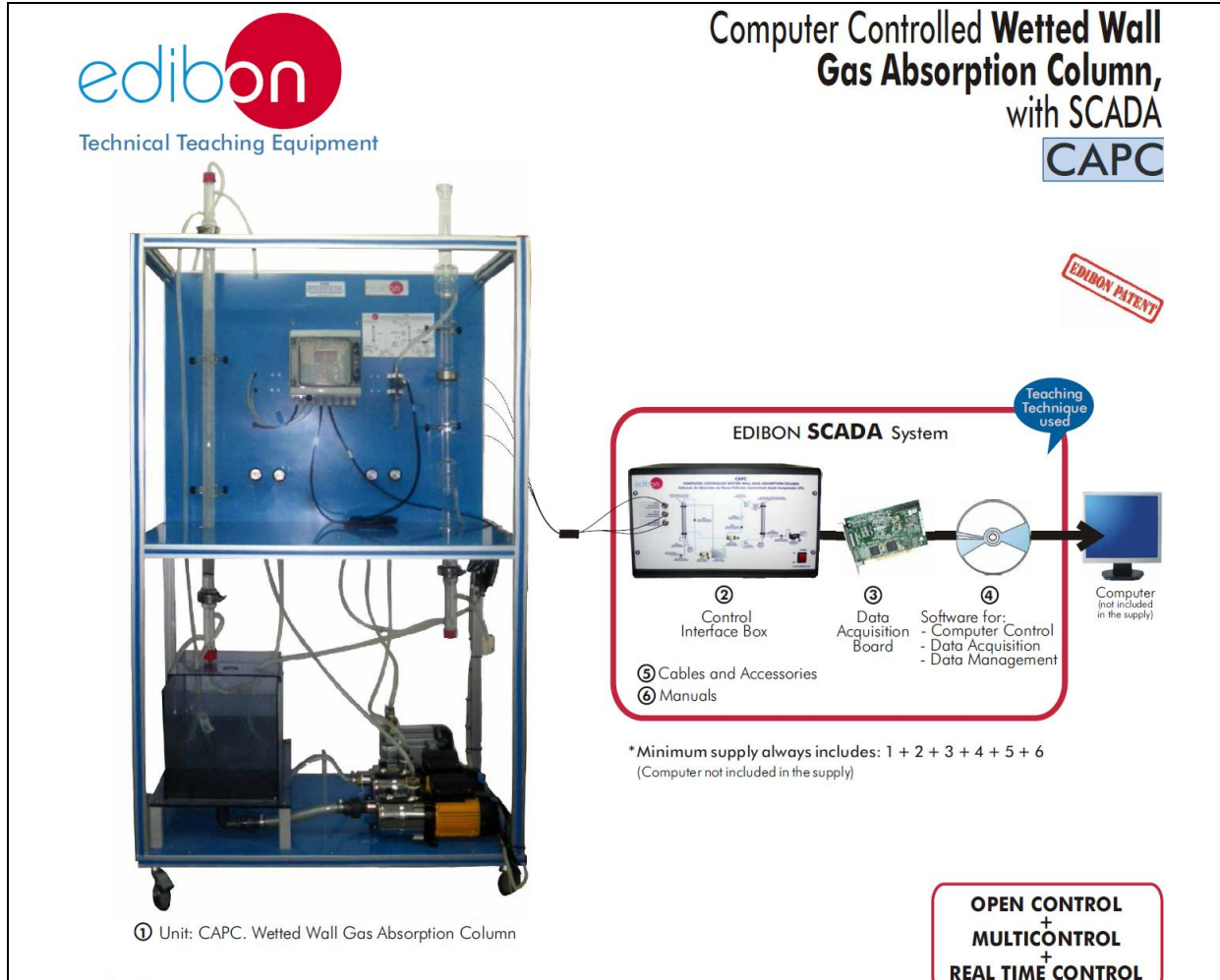


Slika 123. Šema konstrukcije vertikalno integrisanih reaktora

KONTROLA I UPRAVLJANJE HEMIJSKIM PROCESIMA

PRIMJER: LABORATORIJSKA OPREMA ZA APSORPCIJU GASOVA

Kolona za apsorpciju gasova na mokrom zidu sa SCADA sistemom prikazana je na slici 124.



**Slika 124.** Elementi laboratorijske oprema za apsorpciju gasova na mokrom zidu sa SCADA sistemom za upravljanje:

1. CAPC jedinica - kolona za apsorpciju gasova na mokrom zidu;
2. Kontrolna jedinica sa interfejsom;
3. Kartica za akviziciju podataka;
4. Softver za kontrolu, akviziciju i upravljanje podacima;
5. Kablovi i pribori;
6. Uputstvo.

**Opis procesa<sup>1</sup>**

Kolona za apsorpciju gasa na mokrom zidu može se koristiti za određivanje *koeficijenta prenosa mase između gasova i tečnosti*, što predstavlja važan faktor za projektovanje veličine kolone.

Mokra apsorpcija (ili mokri zid), zasniva se na primjeni vertikalne cijevi kroz koju se tečnost spušta niz zid, kada se istovremeno kroz cijev podiže gas. Gas se u kontaktu sa tečnošću djelimično apsorbuje.

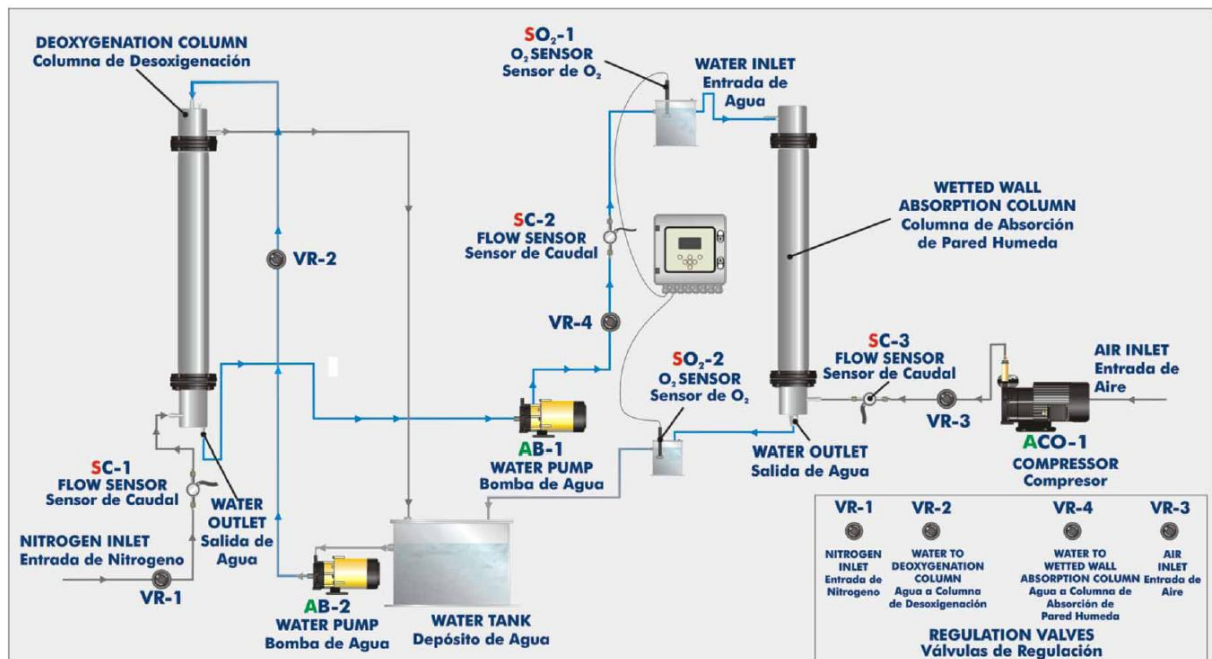
<sup>1</sup> Date su samo definicije. Detaljni opis procesa prikazan je u literaturi iz difuzionih operacija.

Proces se obično koristi da se prati transfer mase između dvije komponente u dvije različite faze zahvaljujući *interfacijalnom filmu između gasne i tečne faze kolone*. Pretpostavlja se da površinski sloj tečnosti odgovara unutrašnjoj površini cijevi, jer tečnost ima oblik tankog laminarnog filma.

Kompijuterski kontrolisana kolona za apsorpcije gasa na mokrom zidu (CAPC) pruža mogućnosti da se utvrdi koeficijent prenosa mase i da se proučavaju odnosi između koeficijenta prenosa mase tečnog filma i masenog protoka. Dobijeni rezultati mogu biti upoređeni sa teorijskim proračunima.

Posmatrano ispitivanje apsorpcionog procesa odgovara oksidisanom – dezoksidisanom vodenom sistemu, gdje kiseonik dolazi iz vazduha, a dezoksidisani sistem se dobija kroz desorpcionu kolonu, gdje vodena struja dolazi u kontakt sa strujom azota. Ovo je primjer kontrolisane apsorpcije tečnog filma, tako da se maseni koeficijent tečnog filma može odrediti za različiti protok vode.

Šema procesa apsorpcije prikazana je na slici 125.



Slika 125. Šema procesa i opreme apsorpcione jedinica

## Oprema i upravljanje

Oprema je prikazana na šema procesa, a obuhvata:


- 3 aktuatora (pogonska aparata): **ACO-1** kompresor, **AB-1** vodenu pumpu, **AB-2** vodenu pumpu;
- 5 senzora: **SC-1** senzor protoka, **SO<sub>2</sub>-1** senzor za O<sub>2</sub>, **SC-2** senzor protoka, **SO<sub>2</sub>-2** senzor za O<sub>2</sub>, **SC-3** senzor protoka;
- 4 regulaciona ventila: **VR-1** regulacioni ventila za uvođenje azota, **VR-2** regulacioni ventila za vodu u desorpcionu kolonu, **VR-3** regulacioni ventila za uvođenje vazduha, **VR-4** regulacioni ventila za apsorpcionu kolonu sa mokrim zidom.

Ova kompijuterski kontrolisana jedinica se isporučuje sa EDIBON kompijuterskim sistemom kontrole (SCADA), a uključuje: samu jedinicu + kontrolnu jedinicu sa interfejsom + karticu za akviziciju (prikupljanje) i kompijutersku kontrolu podataka, softverske pakete za kontrolu procesa i svi pribore uključene u proces.

Osnovne karakteristike opreme su:

- Napredna *Real Time SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*),
- Otvorena kontrola + Multi kontrola + Real Time kontrola,
- Sopstveni softver zasnovan na *Labview*,
- Instrumenti za prikupljanje i obradu podataka: 250 KS/s (K odbiraka/sek),
- Vježbe za kalibraciju,
- Omogućuje studentima multi pregled (cijele klase) pomoću projektoru,
- Oprema je prilagođena za obavljanje primijenjenih istraživanja, za industrijsku simulaciju, mogućnosti obuke, ...,
- Jedinica je potpuno bezbjedna (mašinski, elektronski/električno uključujući uređaj za bezbjednost softvera),
- Rezultati se proračunavaju i analiziraju softverski (CAL),
- Pruža mogućnost proširenja, kao *ESN EDIBON SCADA – Net*, sistem koji pruža mogućnost da grupa studenata radi istovremeno.

### Tehnička specifikacija dijelova opreme

| Izgled CAPS jedinice   | Opis CAPS jedinice  |
|--|---|
|  <p style="text-align: center;">CAPC. Unit</p> | <p><b>Aluminijumski okvir</b> jedinice sa panelima na ofarbanom čeliku na kome su raspoređeni elementi opreme. Jedinica posjeduje točkove za njegovu mobilnost.</p> <p><b>Glavni elementi</b> su od nerđajućeg čelika.</p> <p><b>Mokra apsorpciona kolona</b> sastoji se od staklene cilindrične cijevi dužine 900 mm i unutrašnjeg prečnika 32 mm. Ona ima dva preliva (na vrhu i na dnu) povezana sa dvije membranske elektrode za mjerenje rastvorenog kiseonika u vodi.</p> <p><b>Desorpciona kolona</b>, koja se sastoji od staklene cijevi dužine 1400 mm i unutrašnjeg prečnika 26 mm.</p> <p><b>Rezervoar</b> za vodu je kapaciteta 40 litara.</p> <p>Dvije <b>centrifugalne pumpe</b>, kompjuterski kontrolisane, za mokri zid apsorpcione i desorpcione kolone. Karakteristike: Maksimalni protok: 37 l/min, maksimalni pritisak: 2 bar.</p> <p><b>Kompresor</b> za vazduh, kompjuterski kontrolisan, sa protokom max. 6 m<sup>3</sup>/h.</p> <p><b>Senzori:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ za protok vazduha, opseg: 0-5 l/min.</li> <li>✓ za protok azota, opseg: 0-5 l/min.</li> <li>✓ za protok vode, opseg: 0.05-1.6 l/min.</li> </ul> |

Slika 126. Izgled i opis CAPS jedinice

**Mjerni O<sub>2</sub> uređaj** omogućava da se utvrdi koncentracija i zasićenost gasa u vodenoj struji na ulazu i izlazu iz kolona za apsorpciju, na mokrom zidu. Takav uređaj se sastoji od modularnih jedinica koje omogućavaju istovremeni prikaz mjerenih parametara i njihov prenos do dvije membranske elektrode za mjerenje rastvorenog kiseonika.

Karakteristike su:

- ✓ Zasićenje, opseg: 0...500 %, rezolucija: 0.1 %, tačnost:  $\leq 0.2$  %.
- ✓ Koncentracija, opseg: 0...50 ppm, rezolucija: 0.01, tačnost:  $\leq 0.1$  %.
- ✓ Temperatura, opseg: 0 ... 50 °C, rezolucija: 0,1, tačnost  $\leq 0.5$  °C.

**Dva uzorka** se uzimaju za ulaznu i izlaznu vodu (apsorpcione kolone), radi proučavanja sadržaja kiseonika u vodenim tokovima.

**Gas** u desorpcionoj koloni dolazi iz cilindra sa komprimovanim azotom sa regulatorom za pritisak.

### CAPC/CIB. Kontrolna jedinica sa interfejsom

**Kontrola jedinica** sa interfejsom je dio SCADA sistema (Slika 127). Kontrolni interfejs sadrži dijagram procesa na prednjem panelu i prikaz elementa koji se nalaze u jedinici, čime se olakšava praćenje i razumijevanju procesa od strane korisnika.



Slika 127. Kontrolna jedinica sa interfejsom

**Svi senzori** su u opsegu od -10 V do +10 V. Senzori su konektovani u interfejsu, imaju različite PIN brojeve, kako bi se izbjegle greške povezivanja. Koristi se jedan kabal između kontrole interfejsa i računara.

**Uređaj za kontrolu** elementa stalno se kompjuterski kontroliše tokom cijelog postupka testiranja procesa.

**Simultana vizuelizacija** svih parametara uključenih u proces prikazana je na računaru.

**Kalibracija** svih senzora je uključena u proces.

**Real time krive** prikazuju sistematsku promjenu (grafički prikaz u realnom vremenu, od svih procesa/sistema).

**Zapisuju** se svi procesni podaci i rezultatu u datoteci.

**Vrijednosti** za sve parametre pogonskih uređaje (aktuatora) mogu se zadati u bilo kom trenutku sa tastature računara, pružajući mogućnost da se analiziraju krive i reakcije čitavog procesa. Vrijednosti i njihova promjena prikazana je na ekranu računara.

**Zaštita i filtriranje signala** vrši se da bi se izbjegao uticaj spoljnih signala.

**Real time kontrola** je sa fleksibilnom modifikacijom parametara, a obavlja se sa tastature računara u toku kompletnog procesa. Kontrola obuhvata pumpe, kompresor, otpornike, kontrolne ventile sa njihovim istovremenim uključivanjem u proces.

**Open kontrola** omogućava izmjene parametara koji su istovremeno uključeni u obradu podataka tokom kompletnog vremena trajanja procesa.

**Postoje tri nivoa bezbjednosti:** za kontrolu mehaničke jedinici, za kontrolu interfejsa i za kontrolu softvera.

## DAB (Data Acquisition Board) prikupljanje i odbor podataka

Prikupljanje podataka je dio SCADA sistema. PCI kartica (National Instruments) treba da se postavi na kompjuterski slot (Magistrala PCI) (Slika 128).



**Slika 128.** Kartica za akviziciju podataka

The Data Acquisition board is part of the SCADA system.

PCI Data acquisition board (National Instruments) to be placed in a computer slot. Bus PCI.

**Analog input:**

Number of channels= 16 single-ended or 8 differential. Resolution=16 bits, 1 in 65536.

Sampling rate up to: 250 KS/s (kilo samples per second).

Input range (V)= 10 V. Data transfers=DMA, interrupts, programmed I/O. DMA channels=6.

**Analog output:**

Number of channels=2. Resolution=16 bits, 1 in 65536. Maximum output rate up to: 833 KS/s.

Output range(V)= 10 V. Data transfers=DMA, interrupts, programmed I/O.

**Digital Input/Output:**

Number of channels=24 inputs/outputs. D0 or DI Sample Clock frequency: 0 to 1 MHz.

Timing: Number of Counter/timers=2. Resolution: Counter/timers: 32 bits.

**Analogni ulaz:**

Broj kanala = 16 pojedinačnih priključaka ili 8 diferencijalnih. Rezolucija = 16 bita, 1 u 65536.

Uzorkovanje do: 250 KS/s (K odabiraka u sekundi).

Ulazni opseg (V) = 10 V. Transfer podataka = DMA, programirani prekid 1/0. DMA kanala = 6.

**Analogni izlaz:**

Broj kanala = 2. Rezolucija = 16 bita, 1 u 65536. Maksimalna izlazna brzina do: 833 KS/s.

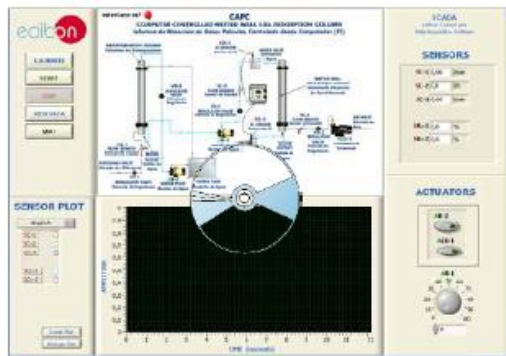
Izlazni opseg (V) = 10 V. Transfer podataka = DMA, programirani prekid 1/0

**Digitalni ulaz/izlaz:**

Broj kanala = 24 ulaza/izlaza. D0 ili DI Primer sat frekvencija: 0 do 1 MHz.

Tajming: Counter/timers = 2. Rezolucija: Counter/timers: 32 bita.

## CAPC/CCSOF. Računarska kontrola + prikupljanje podataka + upravljanje podacima



**Slika 129.** Softver za kontrolu, akviziciju i upravljanje podacima

**Softveri.** Tri softvera su dio SCADA sistema. Kompatibilni su sa aktuelnim Windows operativnim sistemima. Simulacija procesa se grafički i intuitivno prikazuje na ekranu. Softveri su kompatibilni sa industrijskim standardima.

**Registracija i vizuelizacija** svih promenljivih procesa je istovremena i automatska. Fleksibilni, otvoreni i multi funkcionalni softver za kontrolu, razvijen je sa sistemima grafičkih prozora da pokazuje istovremeno sve procesne parametre.

**Upravljanje, obrada, poređenje i upisivanje podataka** vrši se sa brzinama uzorkovanja do 300 KS/sec.

**Kalibracija senzora sistema** uključena je u proces. Ona omogućava registraciju i alarme grafički predstavljene u realnom vremenu, uporednu analizu dobijenih podataka, modifikaciju uslova tokom i poslije završetka procesa.

**Otvoreni softver** dozvoljava da se izmijene tekstovi i uputstva. Učesnici (nastavnik i učenici) posjeduju lozinku radi olakšane kontrole, a dozvoljen je i pristup različitim nivoima rada. Jedinica dozvoljava rad 30 učesnika (studentata). Istovremeno se vizuelizuju svi rezultati tokom procesa, pomoću projektora ili elektronske table.

### **Testovi i mogućnosti rada**

Vježbe i praktične mogućnosti za rad odnose se na:

1. Studiju procesa apsorpcije.
2. Proračun koeficijenata masenog transfera tečnim filmom.
3. Studiju varijacije koeficijenta u zavisnosti od masenog protoka.
4. Varijaciju protoka kiseonika da bi se utvrdila zakonitost procesa.
5. Uticaj protoka vode.
6. Uticaj protoka kiseonika.

Dodatna praktična mogućnost:

7. Kalibracija senzora.

Ostale mogućnosti za rad:

8. Učesnici (studenti) istovremeno vide rezultate.
9. Open Control, Multi Control i Real Time Control.
10. Kompiuterska kontrola sa SCADA sistemom omogućava pravu industrijsku simulaciju.
11. Jedinica je potpuno bezbjedna (posjeduje mašinski, elektro i elektronski uređaji za bezbjednost).
12. Jedinica može da se koristi za obavljanje primijenjenih istraživanja.
13. Jedinica može da se koristi za kurseve namijenjene za industriju i za druge tehničke stručne institucije.
14. Kontrola procesa sa CAPC jedinicom moguća je sa kontrolnim interfejsom i bez računara.
15. Vizuelizacija vrijednosti svih senzora koji se koriste sa CAPC jedinicom:
  - Pomoću PLC - PI dodatno se može izvršiti 19 provjera.
  - Nekoliko drugih vježbi može da se dizajnira i realizuje od strane korisnika.

### **POTREBNA OPREMA**

- Električni priključak: jednofazni 220V/50Hz ili 110V/60Hz.
- Računar (PC).
- Boca za komprimovani azot sa regulatorom pritiska.

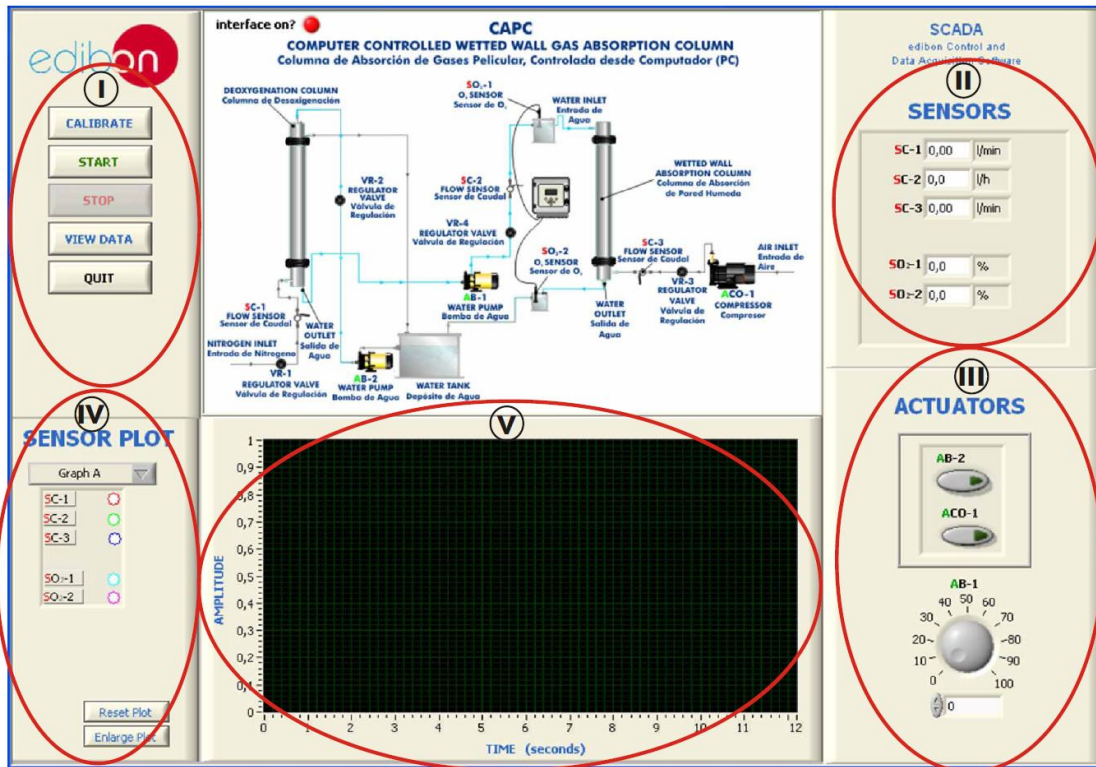
### **DIMENZIJE I TEŽINA**

CAPC jedinica: Dimenzije, cca: 1000 x 500 x 2000 mm (39.37 x 19.68 x 78.74 inča).  
Težina, cca: 200 kg (441 funti).

Kontrolna interfejs jedinica: Dimenzije, cca: 490 x 330 x 310 mm ( 19.29 x 13 x 12.20 inča).  
Težina, cca: 10 kg (22 funti).



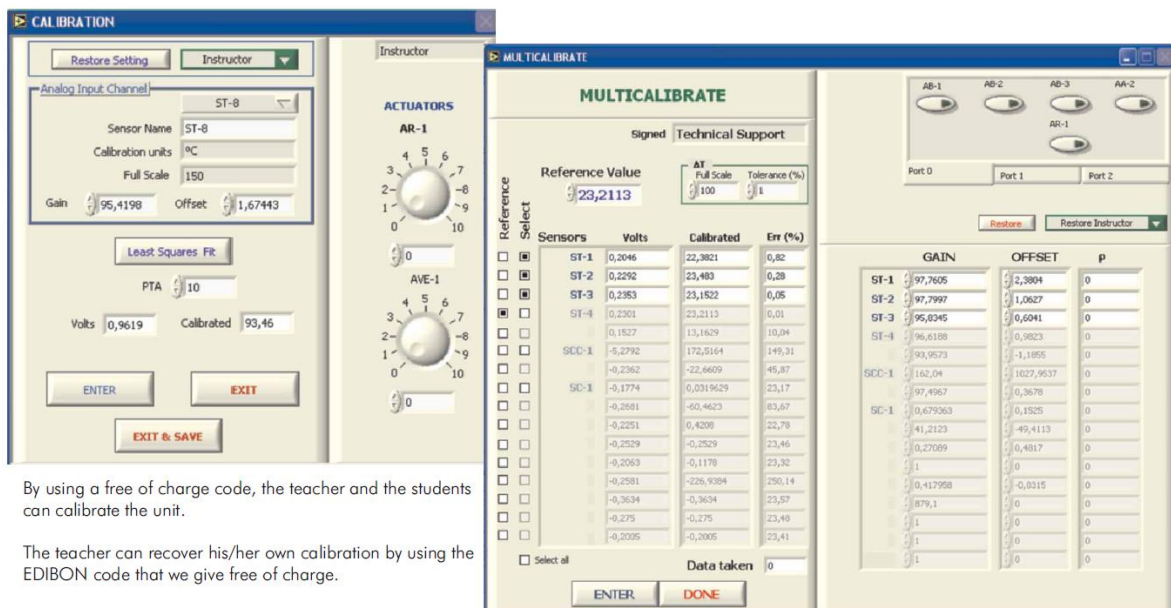
SCADA – PRIKAZ GLAVNOG EKRANA



Slika 130. Glavni ekran SCADA sistema

- I. Glavna kontrola.
- II. Ekran senzora i izlaznih parametara. Senzori protoka SC. Senzor kiseonik  $SO_2$ .
- III. Kontrola pogona. Pogoni pumpe AB. Pogon kompresora ACO.
- IV. Izbor kanala i drugih grafičkih parametara.
- V. Grafički prikaz.

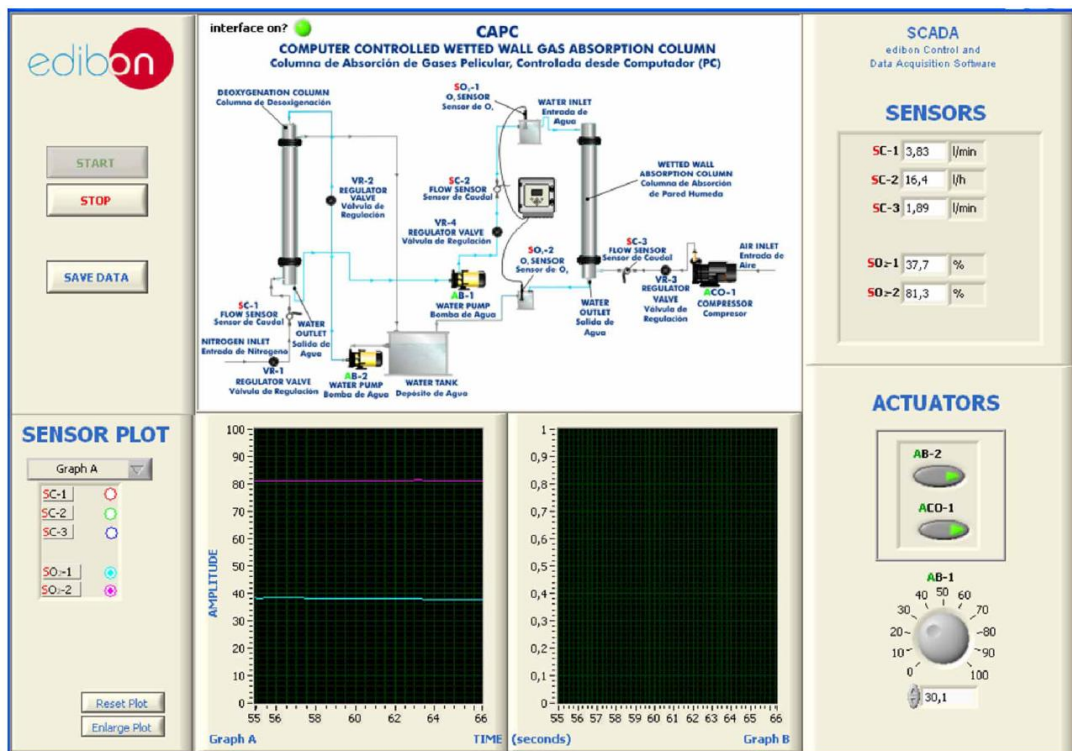
SOFTEVER ZA SENZORE I KALIBRACIJU



Slika 131. Softver za kalibraciju senzora (Korišćenjem koda mogu se kalibrirati jedinice. Nastavnik može da obnovi sopstvenu kalibraciju koja je besplatna. Real-time prikazuje podatke senzora tokom rada jedinice).

Na ekranu se može posmatrati kako se vrši desorpcija vode u desorpcionoj koloni kada se aktivira protok azota (senzor SC-1) u korelaciji sa trenutnim protokom vodene struje. U drugom

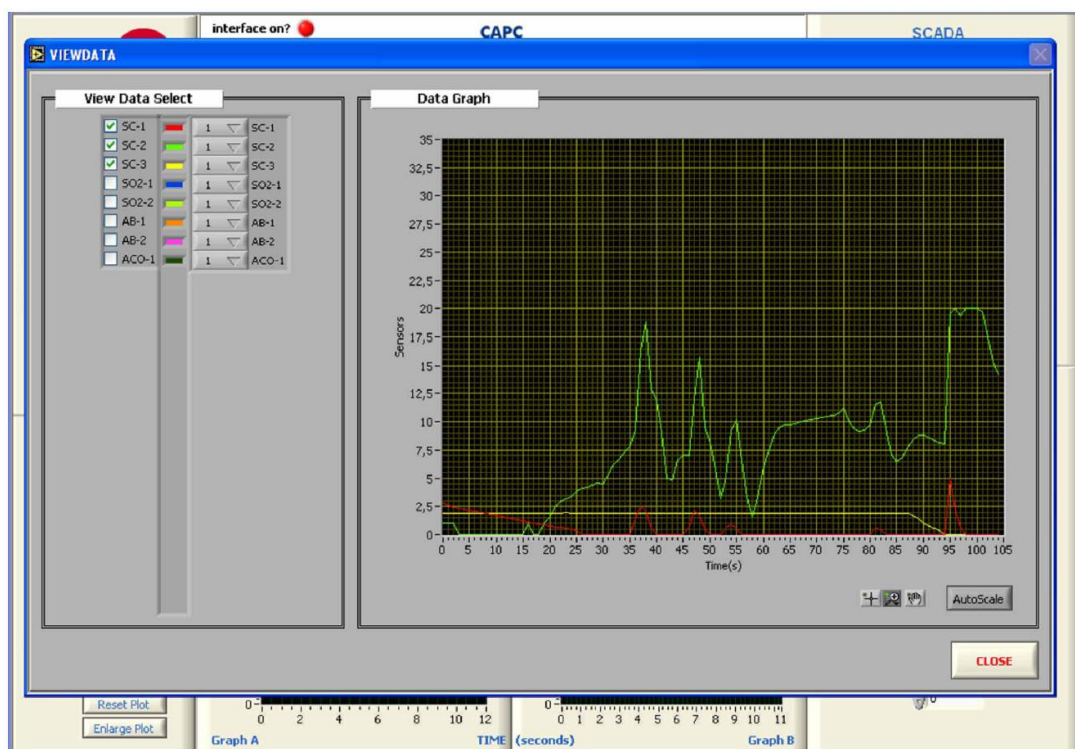
dijelu prikazan je apsorbirani kiseonik u vodi (senzor SC-2) i u kontaktu sa strujanjem vazduha (senzor SC-3) na mokrom zidu apsorpcione kolona (Slika 132).



Slika 132. Praćenje i kontrola rezultata simulacije procesa apsorpcija-desorpcija

### TIPIČNI REZULTATI

Grafik predstavlja mjerenje protoka azota (senzor SC-1), protok dezoksidisane vode (senzor SC -2) i protok vazduha (senzor SC -3) u toku rada jedinice (Slika 133).



Slika 133. Grafik promjene veličina dobijenih simulacijom

## **PROCJENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU KOD IZRADE PROJEKTNE DOKUMENTACIJE**

### **ELABORAT O PROCJENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU**

Elaborat je sastavni dio dokumentacije potrebne za pribavljanje dozvole, odobrenja ili saglasnosti za početak izvodjenja projekta i pribavljanje upotrebne dozvole. Elaboratom se analizira i ocjenjuje kvalitet segmenata životne sredine i njihova osjetljivost na određenom prostoru, međusobni uticaj postojećih i planiranih aktivnosti, vrše predviđanja direktnih i indirektnih uticaja realizacije projekta na životnu sredinu, kao i mjere i uslove za sprječavanje, otklanjanje, ublažavanje ili sanaciju štetnih uticaja na životnu sredinu i zdravlje ljudi.

#### **Obim elaborata**

Za pripremljene projekte može se podnijeti zahtjev za određivanje obima i sadržaja elaborata o procjeni uticaja na životnu sredinu. U zahtjevu je potrebno prikazati sljedeće:

- 1) opšte informacije;
- 2) opis lokacije;
- 3) opis projekta;
- 4) opis razmatranih alternativa;
- 5) opis segmenata životne sredine;
- 6) opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu;
- 7) opis mjera predviđenih u cilju sprječavanja, smanjenja ili otklanjanja značajnog štetnog uticaja na životnu sredinu;
- 8) rezime informacija iz tačaka 2 do 7;
- 9) podatke o mogućim teškoćama koje je nosilac projekta imao u prikupljanju podataka i dokumentacije;
- 10) popunjen upitnik za određivanje obima i sadržaja elaborata.

Pored ovih podataka elaborat sadrži podatke o organizaciji i licima koja su učestvovala u izradi elaborata i program praćenja uticaja na životnu sredinu.

#### **Opšte informacije**

Opšte informacije za projekat odnose se na:

- a) Nosioca projekta (naziv pravnog lica/preduzetnika, ime i prezime odgovornog lica, adresa, registracioni/lični broj, brojeve telefona i fax-a i e-mail adresu);
- b) Glavne podatke o projektu (pun i skraćeni naziv, lokacija, adresa).

#### **Opis lokacije**

Osjetljivost životne sredine u konkretnom području koje može biti izloženo negativnom uticaju projekata mora biti uzeto u obzir, a naročito u pogledu:

- a) Postojećeg korišćenja zemljišta;
- b) Relativnog obima, kvaliteta i regenerativnog kapaciteta prirodnih resursa;
- c) Apsorpcionog kapaciteta prirodne sredine, uz obraćanje posebne pažnje na:
  - močvare;
  - priobalne zone;
  - planinske i šumske oblasti;
  - posebno zaštićena područja (prirodna i kulturna dobra);
  - gusto naseljene oblasti.

#### **Karakteristike projekta**

Karakteristike projekta moraju se razmotriti uz posebno vođenje računa o:

- a) Veličini projekta;
- b) Mogućem kumuliranju sa efektima drugih projekata;

- c) Korišćenju prirodnih resursa i energije;
- d) Stvaranju otpada;
- e) Zagađivanju i izazivanju neprijatnih mirisa;
- f) *Riziku nastanka udesa (akcidenta)*, posebno u pogledu supstanci koje se koriste ili tehnika koje se primjenjuju.

### Karakteristike mogućeg uticaja projekta na životnu sredinu

Mogući značajni uticaji projekta moraju se razmatrati u odnosu na karakteristike utvrđene u tačkama 1 i 2 obima elaborata, a naročito uzimajući u obzir:

- a) Obim uticaja (geografsko područje i brojnost stanovništva izloženog riziku);
- b) Prirodu prekograničnog uticaja;
- c) Obim i složenost uticaja;
- d) Vjerovatnoću uticaja;
- e) Trajanje, učestalost i vjerovatnoću ponavljanja uticaja

### Ovlašćenje za izradu elaborata

Elaborat može da izrađuje firma ili preduzetnik, ako je upisano u odgovarajući registar za obavljanje djelatnosti projektovanja, inženjeringa i izrade studija i analiza.

Firma i preduzetnik može da povjerava izradu elaborata multidisciplinarnom timu sastavljenom od lica kvalifikovanih za analizu uticaja projekta na pojedine bitne segmente životne sredine.

Za analizu uticaja projekta na pojedine bitne segmente životne sredine potrebna je visoka stručna sprema i najmanje pet godina rada u struci ili zvanje odgovornog projektanta ili odgovarajuće naučno zvanje.

### **PRILOG: LISTA I – PREGLED PROJEKATA ZA KOJE JE OBAVEZNA PROCJENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU**

#### Industrijska prerada minerala

Postrojenja za ekstrakciju azbesta, za preradu i transformaciju azbesta i proizvoda koji sadrže azbest:

- za azbestno-cementne proizvode, sa godišnjom proizvodnjom od preko 20.000 tona gotovih proizvoda,
- za abrazivne materijale sa godišnjom proizvodnjom od preko 50 tona gotovih proizvoda,
- za ostale vrste upotrebe azbesta čiji obim proizvodnje prelazi 200 tona godišnje.

#### Hemijska industrija

Rafinerije sirove nafte i gasa (isključujući postrojenja u kojima se proizvode ulja i maziva od sirove nafte).

Kombinovana hemijska postrojenja, tj. postrojenja za industrijsku proizvodnju supstanci kod kojih se primjenjuju postupci hemijske promjene i u kojima se pojedini pogoni nalaze jedan pored drugog i funkcionalno su povezani, a namijenjeni su:

- za proizvodnju baznih organskih hemikalija;
- za proizvodnju baznih neorganskih hemikalija;
- za proizvodnju đubriva na bazi fosfora, azota ili kalijuma (prosta ili složena hemijska đubriva);
- za proizvodnju baznih proizvoda za zaštitu bilja, kao i biocida;
- za proizvodnju osnovnih farmaceutskih artikala uz primjenu hemijskih ili bioloških postupaka;
- za proizvodnju, preradu i obradu eksploziva.

Postrojenje za gasifikaciju ili topljenje uglja ili bituminoznih škriljaca, kapaciteta od 500 ili više tona na dan uglja ili bitumenskih škriljaca.

### **Industrija tekstila, kože, drveta i hartije**

Industrijska postrojenja za:

- proizvodnju celuloze iz drvene mase, slame ili sličnih vlaknastih materijala;
- proizvodnju papira, hartije, kartona ili lepenke sa proizvodnim kapacitetom koji prelazi 200 tona na dan.

### **PRILOG: LISTA II – PREGLED PROJEKATA ZA KOJE SE MOŽE ZAHTIJEVATI PROCJENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU**

#### **Industrijska prerada minerala**

Projekti:

- a) Postrojenja za suhu destilaciju uglja (koksare, plinare, tinjajuće peći);
- b) Postrojenja za proizvodnju, skladištenje i pretovar rasutog cementa, kreča ili cementnog klinkera;
- c) Postrojenja za proizvodnju azbesta, preradu i transformaciju azbesta i proizvoda koji sadrže azbest:
  - za azbestno-cementne proizvode, sa godišnjom proizvodnjom manjom od 20.000 tona gotovih proizvod,
  - za abrazivne materijale sa godišnjom proizvodnjom manjom od 50 tona gotovih proizvoda;
  - za ostale vrste upotrebe azbesta čiji obim proizvodnje je manji od 200 tona godišnje;
- d) Postrojenja za proizvodnju stakla i staklenih vlakana, uključujući proizvodnju stakla koje se dobija preradom starog stakla;
- e) Postrojenja za topljenje mineralnih materija, uključujući i proizvodnju mineralnih vlakana;
- f) Postrojenja za proizvodnju keramičkih proizvoda pečenjem (pločice, crijepovi, građevinski proizvodi, vatrostalna cigla, sanitarna galanterija i slično);
- g) Postrojenje za proizvodnju asfaltnih mješavina;
- h) Postrojenja za drobljenje i obradu kamena;
- i) Postrojenja za industrijsko briketiranje uglja.

#### **Hemijska industrija**

Projekti:

- Obrada poluproizvoda i proizvodnja hemikalija;
- Samostalna postrojenja za proizvodnju, preradu, formiranje i pakovanje baznih organskih i neorganskih hemikalija, hemijskih đubriva na bazi fosfora, azota i kalijuma (prosta i složena hemijska đubriva), proizvoda za zaštitu bilja kao i biocida, farmaceutskih i kozmetičkih proizvoda, plastičnih masa, eksploziva, boja i lakova, deterdženata i sredstava za održavanje higijene i čišćenje, i drugo;
- Postrojenje za proizvodnju mineralnih ulja i maziva (destilacijom, rafinacijom ili na drugi način);
- Postrojenje za gasifikaciju ili topljenje uglja ili bituminoznih škriljaca, kapaciteta manjeg od 500 tona uglja ili bitumenskih škriljaca na dan.

#### **Industrija tekstila, kože, drveta i hartije**

Projekti:

- Postrojenja za proizvodnju papira, kartona, hartije i lepenke sa proizvodnim kapacitetom manjim od 200 tona na dan;
- Postrojenja za proizvodnju proizvoda od celuloze (iverica, lesomit, medijapan i šper ploča);
- Postrojenja za preradu i oplemenjivanje drveta;
- Postrojenja za proizvodnju i tretman vlakana ili tkanina (pranje, bijeljenje, mercerizacija štampanje, hemijski tretman) ili bojenje vlakana ili tkanina;
- Postrojenja za štavljenje i obradu kože.

## Prehrambena industrija

### Projekti:

- Postrojenja za proizvodnju i preradu ulja, masti i voskova od sirovina biljnog i životinjskog porijekla, uključujući i topljenje;
- Postrojenja za preradu, pakovanje i konzerviranje mesa, povrća i voća;
- Postrojenja za proizvodnju, tretman i obradu prehrambenih proizvoda dobijenih od biljnih ili životinjskih sirovina;
- Postrojenja za proizvodnju i preradu mlijeka i mliječnih proizvoda;
- Postrojenja za proizvodnju piva;
- Postrojenja za proizvodnju slada i kvasca;
- Postrojenja za proizvodnju slatkiša ili sirupa;
- Postrojenja za klanje životinja;
- Postrojenja za proizvodnju i preradu skroba;
- Postrojenja za proizvodnju vina, alkoholnih i bezalkoholnih pića i sirćeta;
- Postrojenja za proizvodnju ribljeg brašna ili ribljeg ulja;
- Postrojenja za preradu ribe;
- Postrojenja za proizvodnju hrane za životinje;
- Mlinovi, sušare i silosi;
- Prerada duvana;
- Postrojenja za čuvanje namirnica (hladnjače).

## Gumarska industrija

### Projekti:

- Postrojenja za proizvodnju i preradu gume i kaučuka;
- Postrojenja za vulkaniziranje prirodnog ili sintetičkog kaučuka uz korišćenje sumpora ili sumpornih jedinjenja.

## METODOLOGIJA ZA PROCJENU OPASNOSTI OD HEMIJSKOG UDESA (AKSIDENTA) I OD ZAGAĐIVANJA ŽIVOTNE SREDINE<sup>1</sup>

*Procjena opasnosti*, odnosno rizika od hemijskog udesa i opasnosti od zagađivanja životne sredine obuhvata identifikaciju mogućih opasnosti od hemijskog udesa, utvrđivanje mehanizama njegovog nastanka i razvoja, i sagledavanje mogućih posljedica.

*Pripreme za mogući udes* obuhvataju mjere zaštite pri prostornom planiranju, projektovanju, izgradnji, procesu rada, deponovanju i čuvanju opasnih materija, kontroli korišćenja i održavanja opasnih instalacija, kao i druge mjere koje se preduzimaju pri obavljanju opasnih aktivnosti, a kojima se sprečava, odnosno smanjuje vjerovatnoća nastanka hemijskog udesa i moguće posljedice.

*Otklanjanje posljedica hemijskog udesa* obuhvata skup mjera i postupaka kojima se prati situacija poslije udesa, obnavlja degradirana životna sredina i otklanja opasnost od ponovnog nastanka hemijskog udesa

*Opasne materije*, su materije koje imaju vrlo toksična, oksidirajuća, eksplozivna, ekotoksična, zapaljiva, samozapaljiva i druga svojstva opasna po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu.

### PROCJENA OPASNOSTI

Procjena opasnosti, odnosno rizika od hemijskog udesa i opasnosti od zagađivanja životne sredine, planiranje mjera pripreme za mogući udes i mjera za otklanjanje posljedica hemijskog udesa vrši se kada su opasne materije koje mogu izazvati udes prisutne u količinama jednakim ili većim od navedenih u *Listi opasnih materija*. Procjena opasnosti i mjere pripreme vrše se i u slučaju kada su opasne materije prisutne u količinama manjim od navedenih u Listi opasnih

<sup>1</sup> Pripremljeno prema prezentaciji: doc. Dr Maje Mitić, Univerzitet Singidunum

materija, ako se u postupku nadzora procijeni da je to neophodno radi zaštite života i zdravlja ljudi, materijalnih dobara, zaštićenih prirodnih i kulturnih dobara i životne sredine.

*Metodologija za procjenu opasnosti*, odnosno rizika od hemijskog udesa i opasnosti od zagađivanja životne sredine, sa mjerama pripreme za mogući udes i mjerama za otklanjanje posljedica hemijskog udesa (Metodologija upravljanja rizikom od hemijskog udesa) sadrži:

- 1) Procjenu opasnosti, odnosno rizika od hemijskog udesa i opasnosti od zagađivanja životne sredine (analiza opasnosti od hemijskog udesa);
- 2) Planiranje mjera prevencije, pripravnosti i odgovora na udes;
- 3) Planiranje mjera otklanjanja posljedica od hemijskog udesa (sanacija).

Metodologija upravljanja rizikom od hemijskog udesa sa prikazuje šematski.

Metodologija upravljanja rizikom od hemijskog udesa primjenjuje se pri procijeni opasnosti od rada i korišćenja objekata, postrojenja, uređaja, instalacija, opreme, saobraćajnih sredstava i drugih sredstava rada u kojima se proizvode, prerađuju, prevoze, skladište ili na drugi način koriste opasne materije koje mogu izazvati udes (*opasne aktivnosti*), zatim radi zaštite ljudi, prirodnih i materijalnih dobara i drugih objekata u okolini opasnih aktivnosti (*povredivi objekti*).

Procjena opasnosti od rada i korišćenja objekata i postupaka sa nuklearnim i radioaktivnim materijalima, postupaka sa otpadom koji imaju svojstvo opasnih materija, kao i pri vojnim i ratnim aktivnostima, vrši se u skladu sa posebnim propisima.

Evidencija o vrstama i količinama opasnih materija u proizvodnji, upotrebi, prometu, skladištenju i odlaganju vrši se na posebnim obrascima.

### **LISTA OPASNIH MATERIJIA**

| <b>MATERIJA ILI GRUPA MATERIJIA</b>  | <b>Količine u tonama</b> |
|--|--------------------------|
| <b>I IMENOVANE MATERIJIE</b>   |                          |
| 1. Akrilonitril  | 20                       |
| 2. Amonijak  | 50                       |
| 3. Amonijum nitrat ili njegove mješavine u kojima je sadržaj azota veći od 28% (težinskih), i vodeni rastvori u kojima je koncentracija amonijum nitrata veća od 90% (težinskih) | 350                      |
| 4. Amonijum nitrat u obliku đubriva ili kompleksna đubriva koja sadrže amonijum nitrat u kojima je sadržaj azota iz amonijum nitrata veći od 28% (težinskih)                     | 1250                     |
| 5. Acetilen  | 5                        |
| 6. Brom  | 50                       |
| 7. Bromo metan (Metil bromid)  | 20                       |
| 8. Vodonik   | 5                        |
| 9. Vodonik sulfid  | 5                        |
| 10. 1,2 Dibrometan (Etilen dibromid)   | 5                        |
| 11. Difenil-metan-di-izocijanat (MDI)  | 20                       |
| 12. Etilen oksid   | 5                        |
| 13. Karbonil hlorid (fozgen)   | 0.750                    |
| 14. Kiseonik   | 200                      |
| 15. Metil izocijanat   | 0.150                    |
| 16. Natrijum hlorat  | 25                       |
| 17. 2-Propenal (Akrolein)  | 20                       |
| 18. Propilen oksid   | 5                        |
| 19. Sumpordioksid  | 25                       |
| 20. Sumpor trioksid  | 15                       |
| 21. Tetraetil olovo  | 5                        |
| 22. Tetrametil olovo   | 5                        |
| 23. Toluen-di-izocijanat (TDI)   | 10                       |

|  |    |
|--|----|
| 24. Ugljen disulfid                          | 20 |
| 25. Fluoro-vodonik                           | 5  |
| 26. Formaldehid (koncentracije $\geq 90\%$ ) | 5  |
| 27. Hlor                                     | 10 |
| 28. Hlorovodonik (Ukapljeni gas)             | 25 |
| 29. Cijano-vodonik                           | 5  |

**II NEIMENOVANE MATERIJE**

|   |      |
|---|------|
| 30. Vrlo toksične   | 5    |
| 31. Toksične  | 10   |
| 32. Oksidirajuće  | 10   |
| 33. Eksplozivne   | 10   |
| 34. Ekotoksične   | 10   |
| 35. Zapaljivi gasovi  | 50   |
| 36. Samozapaljive   | 50   |
| 37. Zapaljive čvrste materije   | 50   |
| 38. Materije koje u dodiru sa vazduhom i vodom razvijaju zapaljive gasove | 50   |
| 39. Visoko zapaljive tečnosti   | 1000 |

Materije iste grupe navedene su kumulativno. Kada je istovremeno prisutno više grupa materija na jednom mjestu, njihove količine se sabiraju prema procentualnom učešću u odnosu na svoju grupu.

Ukoliko neka od imenovanih materija istovremeno spada i u kategoriju neimenovanih, primijenjuje se vrednosti utvrđene za imenovane materije.

Kada neka materija ima istovremeno svojstva dvije ili više grupa opasnih materija, mjerodavne u pogledu obaveze procjene opasnosti su one količine koje su navedene u Listi za grupu materija čija svojstva predstavljaju najveći rizik po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu.

*Oksidirajuće* su one materije koje izazivaju visokoegzotermne reakcije kada su u kontaktu sa drugim materijama, posebno zapaljivim.

*Eksplozivne* su one materije koje mogu eksplodirati pod uticajem plamena ili koje su osjetljive na udare ili trenje od dinitrobenzola.

*Zapaljivi gasovi* su materije koje u gasovitom stanju na normalnom pritisku pomiješane sa vazduhom postaju zapaljive i čija je tačka ključanja  $\leq 20$  °C.

*Samozapaljive* su one materije koje se pale u dodiru sa vazduhom ili vodom bez posredstva drugih materija.

*Zapaljive čvrste materije* su one materije koje mogu lako da se zapale u dodiru sa plamenom ili varnicom.

*Visoko zapaljive tečnosti* su materije čija je tačka paljenja niža od 21 °C, a tačka ključanja viša od 20 °C pri normalnom pritisku.

*Zapaljive tečnosti* su materije čija je tačka paljenja niža od 55 °C.

**METODOLOGIJA UPRAVLJANJA RIZIKOM OD HEMIJSKOG UDESA**

Metodologija upravljanja rizikom od hemijskog udesa obuhvata:

1. Analizu opasnosti od hemijskog udesa;
2. Mjere prevencije, pripravnosti i odgovora na udes;
3. Mjere otklanjanja posljedica od hemijskog udesa (sanacija).



## **ANALIZA OPASNOSTI OD HEMIJSKOG UDESA**

Analiza opasnosti od hemijskog udesa odvija se kroz tri faze, i to:

- prva faza - *Identifikacija opasnosti*,
- druga faza - *Analiza posljedica*,
- treća faza - *Procjena rizika*.

### **IDENTIFIKACIJA OPASNOSTI**

Za identifikaciju opasnosti prikupljaju se svi potrebni podaci o opasnim aktivnostima i opasnim materijama neophodnim za analizu posljedica i procjenu rizika.

Identifikacija opasnosti obuhvata:

- pripremu,
- sakupljanje podataka,
- identifikaciju,
- primjenu identifikacije.

*Priprema* obuhvata formiranje stručnog tima koji će raditi na identifikaciji opasnosti od hemijskog udesa. Tim za identifikaciju opasnosti od hemijskog udesa sastoji se od šefa tima (istraživač tehničko-tehnološke struke) i članova tima među kojima treba da budu stručnjaci iz preduzeća (nadležni inženjeri na instalacijama, procesni inženjeri, inženjeri mjerno-regulacione tehnike i dr.).

*Sakupljanje podataka* obuhvata pribavljanje svih relevantnih činjenica neophodnih za identifikaciju opasnosti, i to:

- potrebna tehničko-tehnološka dokumentacija,
- fizičke i hemijske karakteristike materija u procesu,
- (eko)toksikološke i biološke karakteristike materija u procesu (biodegradibilnost, biokumulativnost, zadržavanje u prirodi i dr.),
- termička stabilnost, uključujući i karakteristike produkata raspadanja,
- reakcije materija u procesu sa materijalima konstrukcije,
- zapaljivost i eksplozivnost materija u procesu.

*Identifikacija* obuhvata provjeru svih kritičnih tačaka procesa i postrojenja, posebno moguće izvore opasnosti od hemijskog udesa unutar instalacije, između pojedinačnih instalacija kao i objekata van industrijskog kompleksa, uključujući i opasnosti od hemijskog udesa u toku transporta. Posebno se analizira ljudski faktor kao mogući uzrok hemijskog udesa.

Za identifikaciju mogućih izvora opasnosti od hemijskog udesa koriste se sledeće metode:

1. Model kvara (otkaza) i analize efekata - metod identifikovanja mogućih kvarova (otkaza) svakog pojedinačnog dijela u sistemu i predviđanja posljedica;
2. Šema grešaka (analiza stabla grešaka) - deduktivan metod izvođenja zaključaka istraživanjem puteva od mogućeg hemijskog udesa (glavnog događaja) do njegovog uzroka (inicijalnog događaja);
3. Šema razvoja događaja (analiza stabla događaja) uzroka hemijskog udesa (inicijalnog događaja) do mogućeg hemijskog udesa (glavnog događaja);
4. Kombinovani metod - ovaj metod zasniva se na kombinovanju prethodnih metoda.

*Primjena identifikacije* opasnosti od hemijskog udesa primjenjuje se u postupku projektovanja i u toku rada instalacija. Primjena identifikacije opasnosti u fazi projektovanja treba da omogući bezbjedno funkcionisanje budućih instalacija, a na postojećim instalacijama treba da ukaže na rizike koji nijesu na odgovarajući način kontrolisani prema predloženom, odnosno postojećem rešenju.

### **ANALIZA POSLJEDICA**

Analiza posljedica ima za cilj da predvidi obim mogućih posljedica hemijskog udesa i veličinu štete. Analiza posljedica obuhvata:

- pripremu,
- prikaz mogućeg razvoja događaja,
- modeliranje efekata,
- analizu povredivosti.

*Priprema* za analizu posljedica obuhvata formiranje tima stručnjaka koji će raditi na procjeni posljedica od mogućeg hemijskog udesa. Tim za analizu posljedica sastoji se od stručnjaka raznih specijalnosti, predstavnika organa državne i lokalne uprave (i članova ranije formiranog tima za identifikaciju opasnosti od hemijskog udesa).

*Prikaz mogućeg razvoja događaja* obuhvata sagledavanje mogućeg obima hemijskog udesa i posljedica po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu, kao i veličinu štete. Prikaz mogućeg razvoja događaja izrađuje se na osnovu ulaznih podataka dobijenih u prvoj fazi - identifikacija opasnosti.

*Modeliranjem efekata* i njihovom analizom dolazi se do mogućeg obima hemijskog udesa i posljedica po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu. Modeliranje efekata obuhvata izračunavanje efekata oslobađanja opasnih materija, njihovog sagorijevanja i eksplozija.

*Analiza povredivosti* obuhvata:

- identifikaciju povredivih objekata,
- određivanje mogućeg nivoa hemijskog udesa,
- procjenu širine povredive zone.

*Identifikacija povredivih objekata* obuhvata prikupljanje:

1. Demografskih i drugih podataka (broj zaposlenih, broj stanovnika, gustina i tip stanovanja, osjetljive populacione grupe, bolnice, škole, predškolske ustanove i dr.);
2. Podataka o materijalnim dobrima (industrijski, stambeni, komunalni, javni i drugi objekti);
3. Podataka o prirodnim dobrima (šume, poljoprivredno zemljište, vodotoci i sl.).

Podaci dobijeni identifikacijom povredivih objekata unose se u kartu odgovarajuće razmjere (1:500, 1:1000, 1:5000, 1:10000) i prikazuju vidljivim znacima koji u legendi imaju jasna objašnjenja i koriste se za procjenu širine povredive zone.

*Određivanje mogućeg nivoa hemijskog udesa* utvrđuje se koji od sledećih pet nivoa udesa može imati, s obzirom na mjesto nastanka i obim negativnih posljedica, i to:

1. Prvi nivo je nivo opasnih instalacija – negativne posljedice hemijskog udesa su ograničene na dio instalacije ili cijelu instalaciju, ne očekuju se negativne posljedice po širu okolinu;
2. Drugi nivo je nivo industrijskog kompleksa – negativne posljedice hemijskog udesa su zahtijevale jedan dio ili cio industrijski kompleks, ne očekuju se negativne posljedice po širu okolinu;
3. Treći nivo je opštinski nivo - negativne posljedice hemijskog udesa se sa industrijskog kompleksa prenose na okolinu i očekuju se na dijelu ili cijeloj teritoriji opštine, odnosno grada;
4. Četvrti nivo je regionalni nivo - negativne posljedice hemijskog udesa mogu se proširiti na teritoriju više opština;
5. Peti nivo je međunarodni nivo - udes je veoma širokih razmjera i njegove negativne posljedice prijete da se prošire van granica države, pa je neophodno uključivanje nadležnih organa radi uspostavljanja međunarodne saradnje u cilju preduzimanja adekvatnog odgovora na udes.

*Procjena širine povredive zone* vrši se na osnovu modela efekata i podataka dobijenih identifikacijom povredivih objekata. Povrediva zona, zavisno od primjenjenog modela, može imati oblik kruga, isječka kruga, elipse, perjanice i dr. Širenje povredive zone prikazuje se na karti kao izo-linije podjednake koncentracije para i gasova (obodna koncentracija) istog

toplotnog zračenja ili udarnog talasa.

Povrediva zona se određuje na osnovu:

- procjene širenja gasova,
- procjene posljedica od eksplozije,
- procjene posljedica od požara,
- procjene zdravstvenih efekata,
- procjene posljedica po životnu sredinu.

### **Procjena širenja gasova, para, aerosola i čvrstih čestica**

Za procjenu širine povredive zone u slučaju širenja gasova i para opasnih materija, u kartu (razmjere 1:500, 1:1000, 1:5000, 1:10000), unosi se više izo-linija (eko)toksikoloških koncentracija. Koncentracije koje se koriste kao parametar pri modeliranju širenja gasova, para, aerosola i čvrstih čestica opasnih materija (izražene u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ili  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) su:

1. Koncentracije koje izazivaju smrt trenutno ili u vrlo kratkom vremenu;
2. Koncentracije koje mogu biti štetne po zdravlje ljudi ukoliko se ne izvrši hitna evakuacija;
3. Koncentracije koje mogu biti štetne po zdravlje ljudi ukoliko izloženost traje duže od 20 do 30 minuta;
4. Koncentracije koje su određene kao maksimalno dozvoljene za radnu sredinu;
5. Koncentracije koje su određene kao granična vrednost imisije.

Pored ovih koncentracija mogu se koristiti i druge, bitne za život i zdravlje ljudi i životnu sredinu.

### **Procjena posljedica od eksplozije**

Posljedice od eksplozije procjenjuju se na osnovu visine nadpritiska udarnog talasa od centra eksplozije i povredivih objekata. Procjena posljedica od eksplozije obuhvata procjenu posljedica, po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu i procjenu štete na građevinskim objektima.

Prema posljedicama za ljude utvrđuju se zone u kojima može da nastane trenutna smrt, teške ili lakše povrede i bezbjedne zone. Prema posljedicama za građevinske objekte utvrđuju se zone potpunog razaranja, teških oštećenja, lakših oštećenja i bezbjedne zone.

Za procjenu posljedica za ljude koriste se podaci o mehanizmu nastanka povreda ili smrti, i to:

- a) Primarni uzrok - direktan udarni talas (BLAST efekat);
- b) Sekundarni uzrok - rušenje ili odvajanje djelova i fragmenata građevinskih objekata.

Štete na građevinskim objektima procjenjuju se pomoću modela koji koriste sledeće podatke:

- a) Karakteristike udarnog talasa;
- b) Interakciju udarnog talasa i građevinskih objekata;
- c) Karakteristike građevinskih objekata.

### **Procjena posljedica od požara**

Posljedice od požara procjenjuju se na osnovu:

- a) Nivoa toplotnog zračenja ( $\text{kW}/\text{m}^2$ );
- b) Nivoa toplotne doze ( $\text{kJ}/\text{m}^2$ );
- c) Trajanja toplotnog zračenja;
- d) Oslobođanja, interakcije i transformacije opasnih materija uz smanjenje kiseonika u zoni požara;
- e) Udarnog vazdušnog talasa (nadpritisak).

Negativne posljedice požara procjenjuju se na osnovu proračuna maksimalno mogućih

količina zapaljive materije koja sagori u najkraćem mogućem vremenu. Procjena posljedica od požara obuhvata procjenu posljedica po život i zdravlje ljudi i procjenu štete na građevinskim objektima.

Negativne posljedice po život i zdravlje ljudi, životnu sredinu i građevinske objekte utvrđuju se izračunavanjem termalnih doza i toplotnog zračenja na radijalnoj udaljenosti od centra požara.

Prema posljedicama za ljude utvrđuju se zone u kojima može da nastane trenutna smrt, teške opekotine, lakše opekotine i bezbjedne zone. Prema posljedicama za građevinske objekte utvrđuju se zone paljenja objekta, neznatnog oštećenja i bezbjedne zone.

Oslobađanje opasnih gasova nastalih sagorijevanjem i nedostatak kiseonika procjenjuje se na osnovu sadržaja ugljen-monoksida i kiseonika u zoni ugroženoj požarom.

Prema posljedicama za ljude utvrđuju se zone u kojima može da nastane trenutna smrt, teška trovanja, lakša trovanja i bezbjedne zone.

### **Procjena zdravstvenih efekata**

Procjena zdravstvenih efekata vrši se na osnovu:

- a) Načina na koji djeluje opasna materija (vrsta toksičnog efekta: reverzibilni, ireverzibilni i dr.);
- b) Načina trovanja (inhalacijom, preko kože ili preko usta);
- c) Doze unijete u organizam s obzirom na vrijeme i koncentraciju opasne materije;
- f) Načina oslobađanja (naglo oslobađanje velikih količina, hronična ekspozicija malim koncentracijama i sl.);
- g) Načina individualnog odgovora na izloženost opasnim efektima prikazan kroz odnos doza/efekat i doza/odgovor;
- h) Osobina opasnih materija (kancerogene, mutagene, teratogene);
- i) Kombinovani i sinergetski efekti dvije ili više opasnih materija.

Za procjenu zdravstvenih efekata koriste se i ostali podaci dobijeni identifikacijom opasnosti.

### **Procjena posljedica po životnu sredinu**

Procjena posljedica po životnu sredinu se vrši na osnovu:

- a) Potencijala opasne materije da prodi u životnu sredinu (rastvorljivost u vodi, isparljivost, apsorpciona i desorpciona svojstva);
- b) Bioloških karakteristika (biokoncentracija, metabolizam, koeficijent razdvajanja oktanol/voda);
- c) Stabilnosti u prirodi (hemijske transformacije, biološke transformacije - biodegradacije);
- d) Toksičnosti (akutne i hronične) za sisare, ptice, ribe, dafnie i alge;
- e) Efekata na biljke.

## **PROCJENA RIZIKA**

Procjena rizika od opasnih aktivnosti je proces kojim se određuje rizik na osnovu procjene vjerovatnoće nastanka hemijskog udesa i mogućih posljedica po život, zdravlje ljudi i životnu sredinu.

Osnovni elementi za procjenu rizika su: vjerovatnoća i posljedica.

### **Procjena vjerovatnoće nastanka hemijskog udesa**

Vjerovatnoća nastanka hemijskog udesa procjenjuje se na osnovu podataka o događajima i udesima na istim ili sličnim instalacijama kod nas i u svijetu (međunarodna baza podataka) i

podataka dobijenih identifikacijom opasnosti.

Procjena vjerovatnoće nastanka hemijskog udesa vrši se na jedan od sledećih načina:

1. Istorijski pristup se koristi statističkim podacima o registrovanim događajima na istim instalacijama kod nas i u svijetu. Na masovne pojave primjenjuje se zakon velikih brojeva: pri velikom broju sličnih pojava njihov srednji rezultat prestaje da bude slučajan pa se može predvidjeti sa velikom pouzdanošću. Vjerovatnoća nastanka hemijskog udesa izražava se numerički.
2. Analitički pristup se primjenjuje u slučaju da se ne radi o masovnim pojavama, a zasniva se na identifikaciji opasnosti. Za manje instalacije vjerovatnoća nastanka hemijskog udesa može se izraziti numerički. Za veće instalacije, zbog velikog broja interakcija i mogućnosti greške u primjeni modela vjerovatnoća nastanka hemijskog udesa izražava se opisno kao mala, srednja, velika.
3. Kombinovani pristup je kombinacija istorijskog i analitičkog.

Vjerovatnoća nastanka hemijskog udesa je MALA ako se pri uobičajenom vođenju tehnološkog procesa i održavanju opasnih instalacija procijeni da neće doći do hemijskog udesa za predviđeno vrijeme trajanja opasnih instalacija.

Vjerovatnoća nastanka hemijskog udesa je SREDNJA ako se pri uobičajenom vođenju tehnološkog procesa i održavanju opasnih instalacija procijeni da može doći do hemijskog udesa za predviđeno vrijeme trajanja opasnih instalacija.

Vjerovatnoća nastanka hemijskog udesa je VELIKA ako se pri uobičajenom vođenju tehnološkog procesa i održavanju opasnih instalacija procijeni da će doći do hemijskog udesa za predviđeno vrijeme trajanja opasnih instalacija.

### **Procjena mogućih posljedica**

Moguće posljedice po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu procjenjuju se na osnovu podataka dobijenih analizom povredivosti. Moguće posljedice procjenjuju se kao:

1. zanemarljive,
2. značajne,
3. ozbiljne,
4. velike,
5. veoma velike.

### **Ocjena rizika**

Rizik od hemijskog udesa se procjenjuje na osnovu vjerovatnoće nastanka hemijskog udesa i obima mogućih posljedica. Ocjenom rizika dolazi se do zaključka da li je rizik od opasnih aktivnosti na određenom prostoru prihvatljiv.

Prihvatljiv rizik je onaj rizik kojim se može upravljati pod određenim uslovima predviđenim propisima.

Rizik se kvantifikuje na jedan od sledećih načina:

1. zanemarljiv (I)
2. mali (II)
3. srednji (III)
4. veliki (IV)
5. veoma veliki (V)

### **MJERE PREVENCIJE, PRIPRAVNOSTI I ODGOVORA NA UDES**

U drugoj fazi upravljanja rizikom od hemijskog udesa vrše se pripreme za otklanjanje mogućnosti nastanka hemijskog udesa kako bi rizik od opasnih aktivnosti i opasnih materija na određenom prostoru bio prihvatljiv.

Upravljanje rizikom od hemijskog udesa odvija se kroz sledeće faze:

1. prva - prevencija,
2. druga - pripravnost,
3. treća - odgovor na udes.

### **MJERE OTKLANJANJA POSLJEDICA HEMIJSKOG UDESA (SANACIJA)**

Mjere za otklanjanje posljedica hemijskog udesa imaju za cilj praćenje postudesne situacije, obnavljanje i sanaciju životne sredine, vraćanje u prvobitno stanje, kao i uklanjanje opasnosti od ponovnog nastanka hemijskog udesa.

Sanacija obuhvata izradu plana sanacije i izradu izveštaja o udesu.

*Plan sanacije* sadrži:

1. Ciljeve i obim sanacije;
2. Snage i sredstva angažovanja na sanaciji, redosljed njihovog korišćenja i rokove;
3. Program postudesnog monitoringa životne sredine (biomonitoring), stanje zdravlja ljudi i životinja;
4. Troškove sanacije;
5. Način obaveštavanja javnosti o proteklom udesu.

*Izveštaj o udesu* sadrži:

1. Analizu uzroka i posljedica hemijskog udesa;
2. Razvoj i tok hemijskog udesa i odgovora na udes;
3. Procjenu veličine hemijskog udesa;
4. Analizu trenutnog stanja.

*Procjena veličine hemijskog udesa* vrši se na osnovu stepena angažovanih snaga, veličine štete (izražene u novčanim sredstvima) i obima posljedica.

### **GRANIČNE VRIJEDNOSTI IMISIJE<sup>2</sup>**

*Granična vrijednost imisije* je najviši dozvoljeni nivo koncentracije zagađujućih materija u vazduhu.

Zagađujuće materije za koje se vrši sistematsko mjerenje u smislu ovog pravilnika jesu:

1) *neorganske materije:*

- 1.1. sumpordioksid,
- 1.2. čađ,
- 1.3. suspendovane čestice,
- 1.4. azotdioksid,
- 1.5. prizemni ozon,
- 1.6. ugljenmonoksid,
- 1.7. hlorvodonik,
- 1.8. hlor,
- 1.9. fluorvodonik,
- 1.10. amonijak,
- 1.11. vodoniksulfid;

2) *taložne materije iz vazduha;*

3) *teški metali u suspendovanim česticama:*

- 3.1. kadmijum,
- 3.2. mangan,
- 3.3. olovo,
- 3.4. živa;

<sup>2</sup> *Pravilnik "Službeni glasnik RS", br. 54/92, 30/99, 19/2006.*

4) *organske materije:*

- 4.1. ugljendisulfid,
- 4.2. stiren,
- 4.3. tetrahloretilen,
- 4.4. toluen,
- 4.5. formaldehid,
- 4.6. 1,2 dihloretan,
- 4.7. akrolein;

5) *koncentrovane materije:*

- 5.1. akrilonitril,
- 5.2. arsen,
- 5.3. benzen,
- 5.4. hrom (šestovalentni),
- 5.5. niki,
- 5.6. policiklični aromatični ugljovodonici,
- 5.7. vinilhlorid,
- 5.8. azbest;
- 5.9. etilendihlorid;
- 5.10. dioksin (2,3,7,8 tetrahlor-dibenzodioksin).

*Granične vrijedosti* zagađujućih materija u vazduhu utvrđene su u prilogu.

*Nivo koncentracije* zagađujućih materija u vazduhu utvrđuje se mjerenjem. Nivo koncentracije izražava se mjernom jedinicom (nanogram, mikrogram i miligram) na jedinicu zapremine vazduha (kubni metar) ili na jedinicu površine (kvadratni metar).

*Granična vrijednost imisije* određuje se posebno za naseljena mjesta, nenastanjena i rekreativna područja.

*Prisustvo kancerogenih materija* u vazduhu nije dozvoljeno, osim određenih kancerogenih materije, koje se mogu naći u vazduhu u koncentraciji čija je vrijednost utvrđena kao dozvoljena.

*Imisija upozorenja* utvrđuje se za sledeće materije:

- 1) sumpordioksid,
- 2) čađ,
- 3) azotdioksid,
- 4) prizemni ozon i
- 5) ugljenmonoksid.

Imisija upozorenja nastaje kada se prekorače granične vrijednosti imisije. Imisija upozorenja za azotdioksid, ugljenmonoksid ili prizemni ozon nastaje kada se prekorače njihove granične vrijednosti imisije pojedinačno.

Imisija upozorenja za sumpordioksid i čađ nastaje kada se prekorače njihove granične vrijednosti istovremeno.

*Epizodno zagađenje vazduha* utvrđuje se za sledeće materije:

- 1) sumpordioksid,
- 2) čađ,
- 3) azotdioksid,
- 4) prizemni ozon i
- 5) ugljenmonoksid.

Epizodno zagađenje vazduha nastaje zbog nepovoljnih meteoroloških uslova kada se prekorače granične vrijednosti imisije zagađujućih materija i dostignu propisan stepen zagađenja. Epizodno zagađenje vazduha može biti I i II stepena. Epizodno zagađenje vazduha za sumpordioksid i čađ nastaje kada se istovremeno dostignu propisane granične vrijednosti.

Na osnovu podataka o *sistematskim mjerenjima* imisije obezbjeđuje se:

- 1) redovna kontrola vazduha i poređenje sa graničnim vrijednostima imisije (stalno praćenje stepena zagađenosti vazduha),
- 2) detekcija povećanih koncentracija zagađujućih materija,
- 3) utvrđivanje trenda zagađujućih materija,
- 4) transport zagađujućih materija,
- 5) analiza uticaja određenih izvora zagađivanja vazduha na kvalitet vazduha,
- 6) analiza prostorne i vremenske raspodjele zagađenosti vazduha,
- 7) procjena opterećenosti područja ili pojedinih lokacija zagađujućim materijama,
- 8) analiza hemijskih reakcija u atmosferi,
- 9) kalibrisanje modela disperzije zagađujućih materija u atmosferi,
- 10) utvrđivanje efekata preduzetih mjera na kvalitet vazduha,
- 11) istraživanje uticaja zagađenog vazduha na zdravlje ljudi i životnu sredinu.

*Sistematsko mjerenje imisije* vrši se na mjernim mestima. Na osnovu parametara koji se prate, podaci dobijeni mjerenjem se evidentiraju, obrađuju, analiziraju i dostavljaju nadležnim organima i drugim pravnim subjektima.

Uzimanje uzoraka vazduha vrši se na mjernim mjestima koja nijesu direktno izložena uticaju izvora zagađivanja vazduha na visini od 1.5 do 10 m od nivoa tla. Mjerna mjesta određuju se zavisno od vrste podataka koje treba obezbediti mjerenjem. Mrežu mjernih mjesta čine sva mjerna mjesta na kojima se vrši sistematsko mjerenje. Broj i raspored mjernih mjesta u mreži zavisi od prostorne gustine i vremenske distribucije zagađujućih materija. Raspored mjernih mjesta određuje se zavisno od područja na kome se ispituje kvalitet vazduha, od rasporeda i vrste izvora zagađivanja, gustine naseljenosti, orografije terena i meteoroloških uslova.

Za svako mjerno mjesto obezbeđuju se podaci iz postojeće mreže meteoroloških stanica i to za:

- 1) smjer, brzinu i jačinu vjetra,
- 2) temperaturu vazduha,
- 3) vlažnost vazduha,
- 4) atmosferski pritisak,
- 5) padavine,
- 6) vidljivost,
- 7) količinu oblaka,
- 8) vrstu oblaka,
- 9) visinu baze oblaka,
- 10) sijanje sunca i dr.

*Prostorna i vremenska rasprostranjenost zagađujućih materija* u vazduhu iskazuje se prikazom horizontalnog i vertikalnog prostiranja, dnevnim, nedjeljnim i sezonskim varijacijama.

Sistematsko mjerenje imisije sprovodi se na svakom mjernom mjestu u mreži mjernih mjesta i traje najmanje godinu dana. Mjerenja imisije koja se sprovode na mjernim mjestima koja nijesu u mreži mjernih mjesta sistematskog merenja imisije sprovode se u trajanju od najmanje šest mjeseci. Mjerenja se vrše radi praćenja zagađenosti vazduha u blizini pojedinačnog izvora, u blizini opterećenih saobraćajnica i u slučaju razbacanih visokih i niskih izvora zagađivanja po čitavoj površini.

Vrijeme uzorkovanja gasovitih materija je najmanje 60 minuta, a čvrstih čestica 24 sata. Sumpordioksid i čađ određuju se svakodnevno u dvadesetčetvoročasovnom uzorku vazduha. Dvadesetčetvoročasovni uzorak vazduha iznosi od dva do tri metra kubna pri protoku od 1.5 do 2.0 litra u minuti. Metode za laboratorijsko određivanje pojedinih zagađujućih materija u vazduhu utvrđene su u prilogu.

Rezultati sistematskog mjerenja imisije evidentiraju se, obrađuju, analiziraju i izražavaju sledećim pokazateljima:

- srednja koncentracija,
- karakteristična vrijednost (broj dana preko graničnih vrijednosti imisije),



- frekvencija visokih koncentracija,
- medijana.

Pokazatelji se moraju zasnivati na najmanje 75% propisanih podataka. Pojedinačni prekid mjerenja ne može biti duži od 15 dana.

**P R I L O Ž I**

**Tabela 51.** Granične vrijednosti imisije za neorganske materije

| ZAGAĐUJUĆA<br>MATERIJA   | JEDINICA<br>MJERE | NENASTANJENA I REKREATIVNA<br>PODRUČJA |       |      |        | NASTANJENA PODRUČJA    |          |      |        |
|--------------------------|-------------------|--|-------|------|--------|------------------------|----------|------|--------|
|                          |                   | VRIJEME<br>UZORKOVANJA                 |       | - ** | C98*** | VRIJEME<br>UZORKOVANJA |          | - ** | C98*** |
|                          |                   | 24<br>Časa *                           | 1 čas |      |        | 24<br>Časa             | 1<br>čas |      |        |
| SUMPORDIOKSI<br>D        | 3<br>µg/m         | 100                                    | 150   | 30   | 150    | 150                    | 350      | 50   | 350    |
| ČAĐ                      | 3<br>µg/m         | 40                                     | —     | 30   | 50     | 50                     | 150      | 50   | 150    |
| SUSPENDOVAN<br>E ČESTICE | 3<br>µg/m         | 70                                     | —     | 40   | 100    | 120                    | —        | 70   | 200    |
| AZOTDIOKSID              | 3<br>µg/m         | 70                                     | 85    | 50   | 85     | 85                     | 150      | 60   | 150    |
| PRIZEMNI<br>OZON         | 3<br>µg/m         | 65                                     | 120   | 60   | 120    | 85                     | 150      | 80   | 150    |
| UGLJENMONOK<br>SID       | 3<br>mg/m         | 3                                      | 5     | 3    | 5      | 5                      | 10       | 3    | 10     |

\* SREDNJA 24-ČASOVNA VREDNOST

\*\* SREDNJA GODIŠNJA VREDNOST

\*\*\* 98 PERCENTILI SVIH SREDNJIH DNEVNIH VREDNOSTI IZMERENIH TOKOM GODINE

**Tabela 52.** Granične vrijednosti imisije za ukupne taložne materije

| ZAGAĐUJUĆA<br>MATERIJA        | JEDINICA MERE               | BPEME<br>UZORKOVANJA | NENASTANJENA I<br>REKREATIVNA<br>PODRUČJA | NASTANJENA<br>PODRUČJA |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|---|------------------------|
| UKUPNE<br>TALOŽNE<br>MATERIJE | 2<br>mg/m <sup>2</sup> /dan | 1 mesec<br>1 godina  | 300<br>100                                | 450<br>200             |

**Tabela 53.** Granične vrijednosti imisije za teške metale u taložnim materijama

| ZAGAĐUJUĆA<br>MATERIJA | JEDINICA MERE               | VREME<br>UZORKOVANJA | NENASTANJENA I<br>REKREATIVNA<br>PODRUČJA GVI* | NASTANJENA<br>PODRUČJA GVI* |
|------------------------|-----------------------------|----------------------|--|-----------------------------|
| OLOVO                  | 2<br>µg/m <sup>2</sup> /dan | 1 mesec              | 100  | 250                         |
| KADMIJUM               |                             | 1 mesec              | 2  | 5                           |
| CINK                   |                             | 1 mesec              | 200  | 400                         |

\* SREDNJA GODIŠNJA VREDNOST

**Tabela 54.** Granične vrijednosti imisije za teške metale u suspendovanim česticama

| ZAGAĐUJUĆE MATERIJE | JEDINICA MERE | VREME UZORKOVANJA | NENASTANJENA, REKREATIVNA PODRUČJA I NASELJENA MESTA<br>GVI* |
|---------------------|---------------|-------------------|--|
| KADMIJUM            | 3<br>μg/m     | 24 časa           | 0,01   |
| MANGAN              |               | 24 časa           | 1  |
| OLOVO               |               | 24 časa           | 1  |
| ŽIVA                |               | 24 časa           | 1  |

\*SREDNJA GODIŠNJA VREDNOST

**Tabela 55.** Granične vrijednosti imisije za gasovite neorganske materije

| ZAGAĐUJUĆE MATERIJE | JEDINICA MERE | VREME UZORKOVANJA | NENASTANJENA, REKREATIVNA PODRUČJA I NASELJENA MESTA<br>GVI* |
|---------------------|---------------|-------------------|--|
| FLUROVODONIK        |               | 3 časa<br>24 časa | 20<br>3  |
| HLOR                | 3<br>μg/m     | 3 časa<br>24 časa | 100<br>30  |
| AMONIJAK            |               | 3 časa<br>24 časa | 200<br>100   |
| HLOROVODONIK        |               | 3 časa<br>24 časa | 50<br>15   |
|                     |               | 3 časa            | 8  |
| VODONIKSULFID       |               | 24 časa           | 50   |

**Tabela 56.** Granične vrijednosti imisije za organske materije

| ZAGAĐUJUĆE MATERIJE | JEDINICA MERE | VREME UZORKOVANJA | NENASTANJENA, REKREATIVNA PODRUČJA I NASELJENA MESTA<br>GVI* |
|---------------------|---------------|-------------------|--|
| UGLJENDISULFID      |               |                   | 0,10   |
| STIREN              |               |                   | 0,80   |
| TETRAHLOR           |               |                   |  |
| ETILEN              | 3<br>mg/m     | 24 časa           | 5  |
|                     |               |                   |  |
| TOLUEN              |               |                   | 7,5  |
| FORMALDEHID         |               |                   | 0,10   |
| 1,2 - DIHLORETAN    |               |                   | 0,50   |
| AKROLEIN            |               |                   | 0,10   |

**Tabela 57.** Granične vrijednosti imisije za kancerogene materije

| Zagađujuće materije  | Jedinica mere | Vreme usrednjavanja | Naseljena mesta |
|--|---------------|---------------------|-----------------|
| AKRILONITRIL   | 3<br>µg/m     | 1 godina            | 0,5             |
| ARSEN  | 3<br>ng/m     | 1 godina            | 6               |
| BENZEN   | 3<br>µg/m     | 1 godina            | 5*              |
| HROM<br>(ŠESTOVALENTNI)  | 3<br>ng/m     | 1 godina            | 0,3             |
| NIKL   | 3<br>ng/m     | 1 godina            | 20              |
| POLICIKLIČNI<br>AROMATIČNI<br>UGLJOVODONICI -<br>BENZO(A)PIREN** | 3<br>ng/m     | 1 godina            | 1               |
| AZBEST ***   | 3<br>vl/m     | 1 godina            | 200             |

\* u naseljenim područjima u kojima je prekoračena propisana granična vrednost zbog postojećih izvora zagađivanja, to prekoračenje može iznositi najviše 5 µg/m<sup>3</sup> (100%) do 2015. godine s tim da se svakih 12 meseci počev od 2006. godine smanjuje najmanje za po 0,5 µg/m<sup>3</sup>

\*\* benzo(a)piren, predstavnik policikličnih aromatičnih ugljovodonika za urbanu sredinu

\*\*\* određivanje se vrši optičkom metodom i izražava u broju vlakana po m<sup>3</sup> uzorkovanog vazduha

**Tabela 58.** Granične vrijednosti imisije upozorenja zagađenosti vazduha

| ZAGAĐUJUĆA MATERIJIA | JEDINICA MERE | VREME UZORKOVANJA | IMISIJA UPOZORENJA |
|----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| SUMPODIOKSID *       | 3<br>mg/m     | 24 časa           | 0,25               |
| ČAĐ *                | 3<br>mg/m     | 24 časa           | 0,25               |
| AZOTDIOKSID          | 3<br>mg/m     | 1 čas             | 0,30               |
| UGLJENMONOKSID       | 3<br>mg/m     | 8 časova          | 10                 |
| PRIZEMNI OZON        | 3<br>mg/m     | 1 čas             | 0,20               |

\*POSMATRANO ISTOVREMENO

**Tabela 59.** Granične vrijednosti stepena epizodne zagađenosti vazduha

| ZAGAĐUJUĆA MATERIJA | JEDINICA MERE | VREME UZORKOVANJA | PRVI STEPEN | DRUGI STEPEN |
|---------------------|---------------|-------------------|-------------|--------------|
| SUMPORDIOKSID       | 3 mg/m        | 24 časa           | 0,4         | 0,5          |
| ČAĐ                 | 3 mg/m        | 24 časa           | 0,4         | 0,6          |
| AZOTDIOKSID         | 3 mg/m        | 1 čas             | 0,5         | 0,7          |
| UGLJENMONOKSID      | 3 mg/m        | 8 časova          | 25          | 35           |
| PRIZEMNI OZON       | 3 mg/m        | 1 čas             | 0,3         | 0,4          |

## MEĐUNARODNE KONVENCIJE U OBLASTI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

### KONVENCIJA IZ ARHUSA

Na trećoj ministarskoj konferenciji „Životna sredina za Evropu“, održanoj u Sofiji usvojene su „Sofijske inicijative“ - dokument koji definiše prioritete zemalja Centralne i Istočne Evrope u oblasti životne sredine (*kvalitet lokalnog vazduha, ekonomski instrumenti za primjenu politike zaštite životne sredine, biološka raznovrsnost i učešće javnosti u procesu odlučivanja*).

Učesnici treće konferencije „Životna sredina za Evropu“ izrazili su, između ostalog, i potrebu za povećanjem učešća javnosti u pitanjima koja se tiču životne sredine. *Imajući u vidu Princip 10 Deklaracije o životnoj sredini i razvoju usvojene na „Zemaljskoj konferenciji“ UNCD održanoj 1992. godine u Rio de Žaneiru (Brazil), pripremili su „Smjernice za pristup informacijama o životnoj sredini i učešću javnosti u donošenju odluka o pitanjima koja se tiču životne sredine“.*

Pod pokroviteljstvom Ekonomske komisije Ujedinjenih nacija za Evropu, počeli su pregovori u junu 1996. godine, a završeni u martu 1998.godine. Kao rezultat ovih pregovora, **25. juna 1998. godine usvojena je Arhuska konvencija**, međunarodni pravni instrument, potpisan na četvrtoj konferenciji „Životna sredina za Evropu“ održanoj u danskom gradu Arhusu.

***Arhuska konvencija predstavlja dokument o dostupnosti informacija, učešću javnosti u donošenju odluka i dostupnosti pravosuđa u vezi sa pitanjima koja se tiču životne sredine.***

Konvenciju je tada potpisalo 35 država i Evropska zajednica, a u narednom periodu predviđeno je potpisivanje za još 4 države. Konvencija je stupila na snagu 30. oktobra 2001. godine.

Dva su osnovna međunarodna procesa čiji su rezultati ugrađeni u odredbe Arhuske konvencije:

- *Prvo, to je proces izgradnje međunarodno pravnih normi u oblasti životne sredine univerzalnog karaktera i od značaja za sve države svijeta;*
- *Drugo, regionalne aktivnosti među kojima posebno mjesto pripada procesu „Životna sredina za Evropu“.*

U prvom slučaju radi se o aktivnostima koje se odvijaju u okviru međunarodnih organizacija univerzalnog karaktera među kojima najistaknutije mjesto pripada Ujedinjenim nacijama i različitim organizacijama i tijelima u okviru sistema Ujedinjenih nacija. Rezultat pomenutih aktivnosti posebno je vidljiv po velikom broju međunarodnih ugovora u oblasti životne sredine univerzalnog karaktera zaključenih pod njihovim okriljem i uz njihovo aktivno učešće.

Što se tiče regionalnih aktivnosti u oblasti životne sredine neophodno je voditi računa o njihovim specifičnostima. U evropskom regionu nekoliko međunarodnih organizacija ima vodeću ulogu u oblasti životne sredine. Pored *Evropske unije, Savjeta Evrope, Organizacije za ekonomsku*

saradnju i razvoj i Organizacije za evropsku bezbednost i saradnju, kao najznačajnijih, posebno mjesto pripada *Ekonomskoj komisiji Ujedinjenih nacija za Evropu*, kao jednoj od pet regionalnih komisija Ujedinjenih nacija. Procesom „*Životna sredina za Evropu*“, koji se odvija u okviru Ekonomske komisije UN za Evropu, obuhvaćeno je ukupno 55 država.

Znači, Arhuska konvencija predstavlja kategoriju međunarodnih ugovora, koja, najvećim dijelom, formuliše obaveze i prava strana ugovornica prema javnosti i, po *prvi put*, **pravo svake osobe „da živi u životnoj sredini koja odgovara njenom zdravlju i blagostanju“ postavlja u korpus osnovnih ljudskih prava.**

## STOHLMSKA KONVENCIJA O DUGOTRAJNIM ORGANSKIM ZAGAĐIVAČIMA (POPs)<sup>3</sup>

### Status Konvencije

Stokholmska konvencija je stupila na snagu 17. maja 2004. godine u trenutku kada je 50 zemalja svijeta ratifikovalo.

### Cilj Konvencije

Cilj Stokholmske konvencije je da ograniči ili zabrani proizvodnju, upotrebu, emisiju ili uvoz i izvoz vrlo toksičnih supstanci poznatih kao dugotrajne organske zagađujuće supstance (persistent organic pollutants – POPs) radi zaštite zdravlja ljudi i životne sredine.

### Hemikalije obuhvaćene Konvencijom

Konvencija trenutno obuhvata hemikalije organskog porijekla (pesticide, industrijske proizvode i sporedne produkate), prikazane u tabeli 60.

**Tabela 60.** Hemikalije obuhvaćene Stokholmskom Konvencijom

| Aneks A  | Aneks B   | Aneks C  |
|--|---|--|
| <p>Hemikalije za eliminaciju:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Aldrin</li> <li><input type="checkbox"/> Dieldrin</li> <li><input type="checkbox"/> Hlordan</li> <li><input type="checkbox"/> Toksafen</li> <li><input type="checkbox"/> Mireks</li> <li><input type="checkbox"/> Endrin</li> <li><input type="checkbox"/> Heptachlor</li> <li><input type="checkbox"/> Heksahlorbenzen</li> <li><input type="checkbox"/> Polihlorovani bifenili (PCBs)</li> </ul> | <p>Hemikalije sa ograničenom upotrebom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Dihloro-difenil-trihloroetan (DDT)</li> </ul> | <p>Hemikalije koje su nenamjerno proizvedene:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Polichlorovani dibenzo-para-dioksini (PCDD)</li> <li><input type="checkbox"/> Dibenzofurani (PCDF)</li> <li><input type="checkbox"/> Heksahlorobenzen</li> <li><input type="checkbox"/> Polihlorovani bifenili (PCBs)</li> </ul> <p>Za ove hemikalije – <i>nenamjerne proizvode</i>, moraju se preduzeti koraci da bi se njihovo stvaranje ograničilo ili potpuno eliminisalo.</p> |

### Zajedničke osobine POPs-ova

*Dugotrajni su*, odnosno otporni su na procese razgradnje, imaju tendenciju da se bioakumuliraju ili da se nagomilavaju prvenstveno u masnim tkivima živih organizama kao što su ribe, domaće životinje ili ljudi.

*Transportuju se kroz atmosferu na velike razdaljine* i to tako što u toplijim regionima Zemlje isparavaju, a zatim nošeni vazдушnim strujanjem dopijevaju u hladna područja (u blizini polova i na polovima) gdje se kondenzuju i talože.

*Spadaju* u vrlo toksične supstance jer kada dopiju u lanac ishrane truju životinje i čovjeka, odnosno izazivaju, razne zdravstvene tegobe i promjene u organizmima, a neki POPs-ovi i rak.

<sup>3</sup> Pripremljeno na osnovu prezentacije:

Prof. dr Ivan Gržetić, *STOCKHOLMSKA KONVENCIJA*, Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet

Imaju osobinu da se vrlo malo rastvaraju u vodi, ali vrlo lako u mastima, zato je i bioakumulacija najveća u masnim tkivima životinja i čoveka.

### Ekonomske i socijalne koristi od Konvencije

POPs-ovi kao vrlo toksične supstance se mogu naći svuda u civilizovanom svijetu. Sprečavanje proizvodnje, upotrebe i trgovine ovih hemikalija donosi značajne koristi ljudskom zdravlju, a ujedno se štiti životna sredina jer se time zaustavlja prodor ovih supstanci u ekosisteme, odnosno lance ishrane. Rad i sredstva koja se ulažu u kontrolu POPs-ova imaju dodatnu korist jer se ubrzano razvija globalni sistem za upravljanje hemikalijama, odnosno podstiče proces globalnog uređenja kontrole i upravljanja opasnim supstancama i otpadom, što uređuju *Roterdamska* i *Bazelska konvencija*.

### Usaglašavanje nacionalnog zakonodavstva

Nacionalno zakonodavstvo se mora usaglasiti sa Konvencijom i to ne samo kroz jedan akt, već kroz sve zakone koji imaju veze sa POPs-om. Pored toga, norme za emisiju i imisiju, odnosno, odgovarajuće metode kojima se to može odrediti takođe se moraju propisati.

U konkretnom slučaju to bi se odnosilo, na zakone kojima se regulišu pitanja: upravljanja hemikalijama, upotrebe sredstava za zaštitu bilja, kvalitet hrana, otpada, vazduha, vode i dr.

### Obaveze koje se odnose na Konvenciju

Obaveza su da se:

- Zabrane ili preuzmu odgovarajuće mjere koje eliminiše proizvodnju i korišćenje, uvoz ili izvoz hemikalija sa liste Aneksa A konvencije (Eliminacija);
- Preuzmu sve potrebne mjere radi ograničenja proizvodnje hemikalija sa liste i Aneksa B Konvencije (Ograničenje upotrebe);
- Hemikalije sa lista Aneksa A i B mogu uvoziti samo onda kada su one predviđene za pravilno odlaganje ili za dozvoljeno korišćenje propisano konvencijom;
- Hemikalije sa lista Aneksa C (Nenamjerna proizvodnja) stave pod kontrolu i da im se emisija eliminiše ili smanji u prihvatljive okvire.

### OPŠTI USLOVI I VREMENSKI OKVIR KJOTO MEHANIZAMA<sup>4</sup>

Promjena klime je postala globalni problem kojim su se prvo pozabavile Ujedinjene Nacije (*United Nation Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*). Glavni cilj ove Konvencije je da se postigne *stabilizacija koncentracije gasova koji proizvode efekat staklene bašte na nivou koji ne bi doveo do opasnih antropogenih uticaja na klimatski sistem* (UNFCCC). Da bi dostigla taj cilj Konvencija poziva industrijalizovane zemlje (Aneks-I) da primijene planove akcija i mjere za smanjenje emisije gasova staklene bašte (*Greenhous Gases – GHG*) kao i da obezbijede finansijske resurse i transfer tehnologije za zemlje u razvoju.

U gasove koji proizvode efekat staklene bašte spadaju: ugljendioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), azotsuboksid (N<sub>2</sub>O), hlorofluorougļjovodonika (HFC), perfluorougļjenika (PFC) i sumporheksafluorid (SF<sub>6</sub>).

### Status Kjoto Protokola

Tekst Protokola Okvirne Konvencije o Klimatskim Promjenama Ujedinjenih Nacija (UNFCCC) usvojen je na trećoj sjednici Konferencije Članica Konvencije (*Conference of the Parties – COP-3*) koja je održana 11. decembra 1997. godine u Japanskom gradu Kjoto.

*Protokol stupa na snagu nakon što:*

- Najmanje 55 Članica Konvencije ratifikuju Kjoto protokol,

<sup>4</sup> D.Vukotić, *Životna sredina ka Evropi - Environment for Europe*, JP Elektroprivreda Srbije.

- Zemlje Članice Aneksa-I Konvencije (razvijene zemlje) koje su ratifikovale Kjoto protokol imaju udio od najmanje 55% ukupne emisije CO<sub>2</sub> u 1990. godini.

Do kraja 2004. godine 126 Članica je ratifikovalo Protokol, a ratifikacijom Rusije ispunjen je i drugi uslov, tako da je Kjoto protokol stupio na snagu 16. 02. 2005. godine.

### Mehanizmi Kjoto protokola

Protokol uspostavlja tri tzv. *fleksibilna mehanizma* sa ciljem da pomognu razvijenim zemljama (Članice Aneksa-I) da smanje troškove staklene bašte, u prvom periodu obaveze od 2008. do 2012. godine, tako što će ostvariti smanjenje emisije u drugim državama u kojima su ti troškovi manji. To su:

- Međunarodna trgovina emisijama (*International Emission Trading – IET*) koja omogućava državama da prenose dio njihove “dodijeljene emisije” (*Assigned Amount Units – AAU*);
- Zajednička primjena (*Joint Implementation – JI*), koja dozvoljava državama upotrebu “karbon kredita” za ostvarenje svoje obaveze prema Protokolu, a koji nastaju kroz smanjenje emisije investiranjem u drugoj industrijalizovanoj državi i rezultira prenosom odgovarajućeg iznosa “jedinica smanjenja emisije” (*Emission Reduction Units – ERU*) između država;
- Mehanizam čistog razvoja (*Clean Development Mechanism – CDM*), koji dozvoljava projekte smanjenja emisije, podržavajući održivi razvoj zemlje u razvoju, kojima se generiše “sertifikovano smanjenje emisije” (*Certified Emission Reductions – CER*) i koje može koristiti investitor za svoje potrebe. Mehanizmi daju mogućnost državama Članicama i njihovim javnim ili privatnim kompanijama ovlašćenim od strane Članice za učešće, da ostvare smanjenje emisije bilo gdje u svetu – gde god su troškovi niži – i da računaju to smanjenje u smislu ispunjenja svojih ciljeva.

Postoji zapravo pet različitih mehanizama, obzirom da je *Joint Implementation* podijeljena na dva kolosijeka (Track 1 i Track 2) i obzirom da postoje posebna pravila za male CDM projekte (Tabela 61).

**Tabela 61.** Tipovi fleksibilnih mehanizama

| Mehanizmi                 | Nadležno tijelo      | Procijenilac/Verifikator | Naziv kredita |
|---------------------------|----------------------|--------------------------|---------------|
| Trgovina emisijama        | Sekretarijat UNFCCC  |                          | AAU           |
| JI projekti – kolosijek 1 | Nacionalna vlada     | Nacionalna vlada         | ERU           |
| JI projekti – kolosijek 2 | Supervizioni komitet | Nezavisni entitet        | ERU           |
| Normalni CDM projekti     | Izvršni odbor        | Operativni entitet       | CER           |
| Mali CDM projekti         | Izvršni odbor        | Operativni entitet       | CER           |

### Vremenski okvir za primjenu tri fleksibilna Kjoto mehanizma

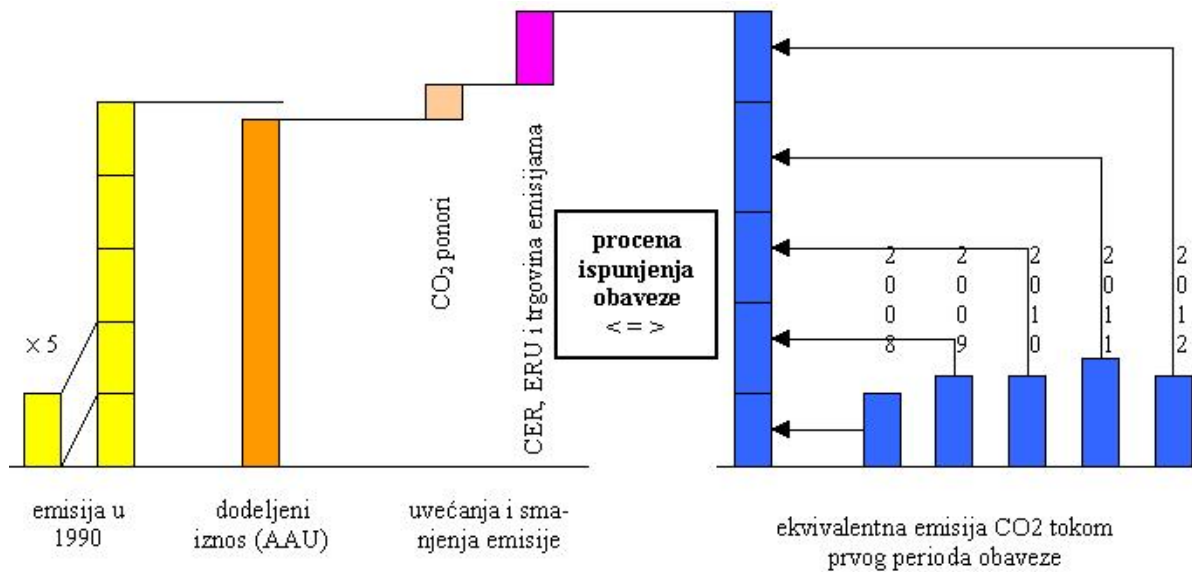
Na kraju prvog perioda izvršiće se procjena ispunjenja obaveze smanjenja emisije gasova sa efektom staklene bašte za sve države Članice Aneksa-I koje imaju ciljne emisije po Kjoto Protokolu. Ta procjena je šematski ilustrovana na slici 134.

Desna strana slike ilustruje da se ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub> tokom prvog perioda od pet godina sabira i poredi sa dozvoljenom emisijom na lijevoj strani slike.

Dozvoljena emisija se izračunava na sledeći način: Prvo se izračunava “dodeljeni iznos” tako što se emisija iz 1990. godine množi sa pet i umanjuje za procenat koji je državi Članici određen Aneksom-B Kjoto Protokolola. Taj procenat iznosi najmanje 5% (dok je, na primer, za sve stare države članice Evropske Unije zajedno 8%, za Japan 6%, za SAD 7%, itd.).

Slika 134. pokazuje da država može dodati na taj iznos količinu izdvojenog CO<sub>2</sub> (apsorbovanog biomasom) u državi tokom prvog obavezujućeg perioda. Konačno, na slici se vidi da se dodaje i iznos CER i ERU ostvarenih CDM i JI projektima zajedno sa AAU dobijenih trgovinom sa drugim državama. Takođe, slika... ilustruje kako se koriste CER i ERU radi ispunjenja obaveza.

CER i ERU se ostvaruju nakon što je izvršena i sertifikovana redukcija emisije gasova “staklene bašte” i tek po tom se mogu koristiti u smislu ispunjenja obaveze prema Kjoto Protokolu.



**Slika 134.** Šeme regulisanja emisije CO<sub>2</sub> u periodu 1990-2012. godine prema Protokolu

Postoje neke razlike među fleksibilnim mehanizmima kad je u pitanju vrijeme sticanja jedinica redukcije emisije koje se mogu koristiti u prvom periodu obaveze:

- Trgovina emisijama počinje od 2008. godine;
- Projekti koji su započeti posle 01. 01. 2000. mogu biti podobni kao JI projekti, ali ERU se izdaju samo na ime smanjenja emisije koja je nastala posle 01. 01. 2008. godine;
- CER ostvareni tokom perioda od 01. 01. 2000. do kraja 2012. mogu se koristiti za pomoć u ostvarivanju obaveza u prvom periodu obaveza.

Tabela 62. sumira razlike između tri Kjoto mehanizma i ukazuje da je za države Članice jedini način da steknu “karbon kredite” prije 2008. godine implementacija CDM projekata.

**Tabela 62.** Vremenski okvir Kjoto mehanizma

| Naziv karbon kredita | Kada kredit može biti stečen radi ispunjenja obaveza |
|----------------------|--|
| AAU                  | 2008 – 2012  |
| ERU                  | 2008 – 2012  |
| CER                  | 2000 – 2012  |

*Specifičnosti GHG - Halogenizovan ugljenik* bitan je za efekat staklene bašte a obuhvata perfluorouglenike (perfluorocarbons *PFC*) koji vode glavno porijeklo iz procesa proizvodnje aluminijuma i fluorouglijovodonike (hydrofluorocarbons *HFC*) koji se danas koriste kao zamjena za hlorofluorouglenike (*CFC*) koji imaju negativan efekat na ozonski omota.

*PFC* (CF, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>) koriste se u sistemima rashlađivanja kao i gašenje požara. Na žalost, pokazalo se da su to gasovi sa izraženim efektom “staklene bašte”. Njihovo vrijeme života u atmosferi je do 50000 godina, to je duže od životnog vijeka bilo kog drugog poznatog gasa neprijatelja ozona. Istraživanja obavljena 2003. godine pokazala su da najrasprostranjeniji *PFC* tetrafluorometan (CF<sub>4</sub>) ima potencijal stvaranja efekta staklene bašte koji je 6500 puta veći od CO<sub>2</sub>, dok je potencijal heksafluoroetana (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) za 9200 puta veći od CO<sub>2</sub>. Ove osobine *PFC* su natjerale mnoge razvijene zemlje da ih se odreknu, odnosno da usvoje Kjoto protokol.

CO<sub>2</sub> na globalnom nivou najviše doprinosi efektu staklene bašte, oko 64%. Koncentracija CO<sub>2</sub> se povećavala u poslednjih 200 godina za 30%. Osnovni izvor ugljendioksida je sagorevanje fosilnih goriva.



*Metan*  $CH_4$  je sledeći gas koji doprinosi efektu staklene bašte (oko 20%). Koncentracija metana se povećavala oko 145% u poslednjih 200 godina. Osnovni izvor metana je: proces varenja hrane preživara (goveda, ovaca, koza i divljači), uzgajanje pirinča, prirodni gas i komunalne deponije.

*Azotovi oksidi*  $NO_x$  ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ) vode porijeklo, najvećim dijelom, od antropogenih aktivnosti kao što je industrijska i poljoprivredna proizvodnja. U znatno manjoj mjeri vode porijeklo od prirodnih pojava kao šumskih i stepskih požara. Koncentracija  $NO_x$  u poslednjih 200 godina je porasla za 15%. Čovjekov uticaj se u prvo vrijeme odnosio na primjenu prirodnih, a kasnije vještačkih đubriva. Tome doprinose još i uzgajanje mahunarki, procesi fermentacije fekalija i procesi u zemljištu (ovi procesa su još uvijek neispitani dovoljno u pogledu doprinosa emisiji azotovih oksida).

*Ugljenterahlorid*  $CCl_4$  ima potencijal globalnog zagrevanja koji je 1800 veći od  $CO_2$ .

*Sumporheksafluorid*  $SF_6$  ima ogroman potencijal za globalno zagrijavanje. Tako, 1 kg  $SF_6$  ima potencijal globalnog zagrijavanja koliko i 23 tone  $CO_2$  tokom 100 godina.

## **OSNOVNI ELEMENTI POZNAVANJA ROBE<sup>1</sup>**

Sve što se proizvodi s namjerom da postane predmet ljudske razmjene naziva se roba. Proučavanja koja se odnose na robu nazivaju se *poznavanje robe*, a odnose se na svojstva robe, njene vrste, podvrste, kvalitet, način prepoznavanja *originalne robe* od *patvorine*, *imitacije* i *falsifikata*. To ujedno obuhvata i porijeklo robe, sirovine iz kojih se izrađuje, kako robu pravilno uskladištiti, rukovati, izabrati prikladnu ambalažu i zaštititi je od različitih štetnih uticaja.

U robnom promentu, roba se pojavljuje kao sirovina, polufabrikat i gotovi ili finalni proizvod. To je ujedno i kalsifikacija robe prema stepenu prerade. Sirovine dobijamo iz prirode (to su npr. rude, ugalj, žitarice, šećerna repa, lan, itd). Polufabrikati nastaju djelimičnom preradom sirovine, a kad se se dobije završni oblik i osobine govorimo o finalnom proizvodu.

### **Tehnologija**

Prozvodnja je uvijek vezana za određeni tehnološki proces. Osnovne tehnološke operacije su:

1. Prijem i uskladištenje sirovine,
2. Priprema sirovine,
3. Proces prerade pripremljenih sirovina,
4. Dorada (završna obrada) proizvoda,
5. Uskladištenje, pakovanje i otprema gotovih proizvoda.

**Prijem i uskladištenje sirovine** obuhvata prijem dopremljene sirovina na ulaznom (prijemnom skladištu), kontrolu količine i kvaliteta sirovine.

**Priprema sirovina** podrazumijeva njeno polazno prilagođavanje za proces (npr. operacijama drobljenja, mljevenja, prosijavanja, sušenja, miješanja i sl.).

**Proces prerade** sastoji se od radnji kroz koje mora proći materijal da bi se dobio željeni proizvod.

**Dorada proizvoda** je neophodna ako se u toku samog procesa ne dobija proizvod sa oblikom i osobinama koji odgovaraju konačnoj namjeni.

**Uskladištenje, pakovanje i otprema gotovih proizvoda** nastvaljaju sa nakon dobijanja finalnog proizvoda. Radi čuvanja koriste se za to namijenjene skladišta, koja su najčešće zatvorena i zaštićena. Završno, vrši se pakovanje proizvoda u oblik predviđen za otpremu.

### **Klasifikacija robe**

Klasifikacija roba se primarno vrši podjelom na *proizvode industrije*, *poljoprivrede* i *šumarstva*. Proizvodi se dalje dijele na odgovarajuće privredne grane, koje se označavaju brojevima, npr. grana 112 je proizvodnja uglja, grana 113 - proizvodnja nafte, itd.

Prema *ekonomskoj namjeni* roba se dijeli na *proizvode za reprodukciju*, *investicije* i *široku potrošnju*. Proizvodi za reprodukciju predstavljaju sirovine, pogonsko gorivo i gotovi reprodukcioni materijali. Proizvodi za investicije su pogonska postrojenja, mašine, uređaji, alati, motori, transportna sredstva itd. Proizvodi široke potrošnje se odnose na prehrambene proizvode, piće, duvan, odjevne proizvode, obuću, namještaj, hemijske preparate koji mogu biti medicinski, farmaceutski, kozmetički itd.

### **Pojam kvaliteta robe**

Pod pojmom kvaliteta robe podrazumijeva se skup svih osobina koje imaju bitan uticaj na upotrebnu vrijednost robe.

### **Utvrđivanje kvaliteta robe**

Za utvrđivanje kvaliteta robe u praksi su uobičajene objektivne i subjektivne metode. *Objektivne* metode su skup postupaka za neposredno ispitivanje robe. One se odnose na primjenu mjernih aparati, hemikalija i određene labaratorijske tehnika. *Subjektivne* ili organoleptičke metode ispitivanja su skup postupaka koji se oslanjaju isključivo na čovjekova čula.

<sup>1</sup> R. Renovica, „*Komercijalno poznavanje robe*“, Skripta, Univerzitet Singidunuma, Beograd, 2010.

Iz iskustva je poznato da se roba u prometu pojavljuje s različitom kvalitetom. Ako roba ima sve karakteristike svoje vrste, kaže se da je *roba prava*. Oskudica u pravoj robi, kao i drugi razlozi često su uzrok da se izrađuje roba koja nema sve karakteristike prave robe, ali je može zamijeniti, i to često vrlo uspješno. Takve proizvode nazivamo *z a m j e n o m* ili *s u r o g a t o m*.

### **Standard za robu i ostali propisi o kvalitetu**

Riječ **standard** znači normiranje, svođenje na jednaku veličinu, jednak sastav, priznavanje kao norme (ili propisa). Standard obavezuju sve proizvođače da isporučuju robu po tačno određenim uslovima u pogledu kvaliteta, dimenzije i drugih karakteristika.

Pri razmjeni robe sa inostranstvom **mora** se voditi računa o standardima zemlje u koju se roba izvozi. Radi usklađivanja standarda osnovana je *Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO)*, sa sjedištem u Ženevi, u koju su učlanjene brojne zemlje.

**Pod uzansama** podrazumijevaju se poslovni običaji koje donosi Vrhovni privredni sud (*opšti uzansi*) ili Privredna komora (*poslovni uzansi*).

**Deklaracija.** Sva roba koja dolazi u promet mora imati deklaraciju, tj. na omotu, etiketi ili na samom sudu originalno pakovane robe moraju biti naznačeni:

1. Naziv proizvoda i njegovo trgovačko ime,
2. Ime i adresa proizvođača,
3. Osnovni sastojci označeni u procentima ili drugim mjernim jedinicama,
4. Neto težina ili zapremina,
5. Broj industrijske serije
6. Broj i datum registracije proizvoda,
7. Rok upotrebe ako je to propisano itd.

### **Ambalaža**

Gotovo uvijek roba se otprema u prikladnoj ambalaži. Za neke robe ambalaža nije ni potrebna kao npr. za rude, ogrevna drva, ugali itd., ali za većinu roba mora postojati ambalaža za njen prenos. Razlikuje se ambalaža potrebna radi prikladnosti pri transportu i manipulaciji (*transportna ambalaža*) od ambalaže koja se upotrebljava u neposrednoj prodaji kupcima (*komercijalna ambalaža*). Kao transportne ambalaže služe burad, sanduci, kutije, gajbe, bale, boce, stakleni baloni, vreće, limenke, tube itd. Pri neposrednoj prodaji robe potrošačima dolaze u obzir boce, staklenke, kesice od papira i omoti od plastične mase, limenke, doze, tube, kutije, korice, itd.

### **Transport**

Dopreme robe od proizvođača do potrošača, zavisi od transportnih puteva i sredstava. U praksi se sprovodi željeznicom i kamionima na kopnu, brodovima na moru i rijekama, i avionima vazдушnim transportom.

**Paletizacija i kontejneri.** Paletizaciju čini skup povezanih tehničkih sredstava i postupaka koji omogućavaju mehanizovano manipulisanje u svim fazama obrade i prometa roba primjenom paleta i viljuškara.

Baza p a l e t n e t e h n i k e oslanja se na korišćenje viljuškara za transport (ručni, mehanički, motorni) i paleta, boks-paleta, specijalnih podloški na koje se slaže roba, a koje su konstruisane tako da ih viljuškari mogu zahvatiti i prenositi. Slično se transportuje roba u k o n t e j n e r i m a. To se odnosi na sanduke, cistijerne itd., dovoljno otporne da mogu izdržati višekratnu upotrebu, i da se pomoću njih olakšava transport bez posebnog pakovanja i gubitaka.

### **Uskladištenie robe**

Uskladištenje robe vrlo je odgovoran zadatak jer nepravilnim uskladištenjem roba se može oštetiti. *Skladište* je prostor za ostavljanje robe (u rasutom ili ambalažiranom stanju) s namjenom da, poslije izvjesnog vremena, ona bude uključena u dalji transport, proizvodnju, distribuciju ili potrošnju. Određene vrste skladišta služe i za doradu uskladištenih proizvoda kao prepakovanje, sušenje, dezinfekciju, sortiranje i ambalažiranje u jedinice za palete ili kontejnere.

### Gubici (kala) u robnom prometu

Gubici u robnom prometu nijesu jedinstveno normirani. Prema postanku dijele se na nasilne i redovne ili normalne. *Nasilni* su gubici koji nijesu nastali zbog prirodnog uzroka. Oni mogu biti posljedica požara, loma, nemarnosti, slabog nadzora, slabe i nestručne manipulacije, krađe i više sile (potresa, poplave i dr.). *Redovni*, normalni ili prirodni gubici nastaju kao prirodna posljedica procesa koji se zbivaju u robi pod utjecajem toplote, vlage, svjetlosti itd.

### Osnovne grupe proizvoda

Osnove grupe proizvoda prikazane su u tabeli 63. U katalogima poznavanja robe, proizvodnja hemijske i srodnih grana je sistematisana prema tabeli 64.

**Tabela 63.** Osnovne grupe djelatnosti prikazane prema abecednom redu.

|  |  |
|--|--|
| ✓ <i>Ambalaža i štampa</i>                               | ✓ <i>Nove tehnologije</i>                        |
| ✓ <i>Automobilska industrija</i>                         | ✓ <i>Novi materijali</i>                         |
| ✓ <i>Drvo i papir</i>                                    | ✓ <i>Obnovljiva energija</i>                     |
| ✓ <i>Elektrotehnika i elektronika</i>                    | ✓ <i>Obrazovanje</i>                             |
| ✓ <i>Energoprivreda i prirodni resursi</i>               | ✓ <i>Poljoprivreda i šumarstvo</i>               |
| ✓ <i>Finansijske usluge</i>                              | ✓ <i>Prirodne nauke i farmaceutika</i>           |
| ✓ <i>Gradnja i infrastruktura</i>                        | ✓ <i>Roba široke potrošnje i način življenja</i> |
| ✓ <i>Hemijska industrija</i>                             | ✓ <i>Savjetovanje i inženjering</i>              |
| ✓ <i>Hrana i piće</i>                                    | ✓ <i>Sigurnosna oprema</i>                       |
| ✓ <i>Informatičke i komunikacijske tehnologije (IKT)</i> | ✓ <i>Tehnika za očuvanje životne sredine</i>     |
| ✓ <i>Kreativna privreda</i>                              | ✓ <i>Transport i logistika</i>                   |
| ✓ <i>Međunarodni projekti i tenderi</i>                  | ✓ <i>Turizam, sport i slobodno vrijeme</i>       |
| ✓ <i>Mašinogradnja i izrada postrojenja</i>              | ✓ <i>Uređivanje unutrašnjeg prostora</i>         |
| ✓ <i>Metali i prerada metala</i>                         | ✓ <i>Vještački materijali</i>                    |
| ✓ <i>Moda i tekstil</i>                                  | ✓ <i>Zdravlje i medicinska tehnika</i>           |

**Tabela 64.** Proizvodi hemijske i srodnih industrija

| HEMIJSKA INDUSTRIJA                             | INDUSTRIJA NEMETALA                 | PREHRANBENI PROIZVODI                           |
|---|-------------------------------------|---|
| 1. <i>Neorganske kiseline</i>                   | 1. <i>Keramički materijali</i>      | 1. <i>Bjelančevine ( proteini)</i>              |
| 2. <i>Neorganske baze</i>                       | 2. <i>Građevinski materijali</i>    | 2. <i>Ugljeni hidrati</i>                       |
| 3. <i>Vještačka đubriva</i>                     | 3. <i>Građevinska keramika</i>      | 3. <i>Vitamini</i>                              |
| 4. <i>Proizvodi i prerada kuhinjske soli</i>    | 4. <i>Vatrostalni materijali</i>    | 4. <i>Meso i proizvodi od mesa</i>              |
| 5. <i>Bazni organski hemijski proizvodi</i>     | 5. <i>Staklo</i>                    | 5. <i>Mlijeko i proizvodi od mlijeka</i>        |
| 6. <i>Polimeri i proizvodi na bazi polimera</i> | <b>METALURGIJA</b>                  | 6. <i>Ribe i proizvodi od ribe</i>              |
| 7. <i>Plastične materije</i>                    | 1. <i>Gvožđe i legure od gvožđa</i> | 7. <i>Žitarice i proizvodi na bazi žitarica</i> |
| 8. <i>Proizvodi prerade drveta</i>              | 2. <i>Čelik</i>                     | 8. <i>Voće i proizvodi od voća</i>              |
| 9. <i>Proizvodnja hartije</i>                   | 3. <i>Aluminijum</i>                | 9. <i>Povrće i proizvodi od povrća</i>          |
| 10. <i>Tekstilna vlakna</i>                     | 4. <i>Bakar</i>                     | 10. <i>Ulja i masti</i>                         |
|   | 5. <i>Cink</i>                      | 11. <i>Šećer i proizvodi od šećera</i>          |
|   | 6. <i>Olovo</i>                     | 12. <i>Alkoholna pića</i>                       |

**Napomena:** Djelatnosti u nacionalnim sistematizacijama podijeljene su na četiri hijerarhijska nivoa, i to: sektor, oblast, grana i grupa. Nivoi se označavaju sa šifrom koja sadrži: sektor - jednoslovnju oznaku po abecednom redu; oblast - dvocifreni broj; grana - trocifreni broj; grupa - četvorocifreni broj.

Npr. **SEKTOR C** je **prerađivačka indistrija**, **OBLAST 11** je **Proizvodnja pića** svih vrsta, **GRANA 11.0** je **proizvodnja pića**, **GRUPA 11.01** je **destilacija, prečišćavanje i miješanje pića**.

Širi opis djelatnosti je regulisan Zakonom o klasifikaciji djelatnosti, ("Sl. list Crne Gore", br. 18/11 od 01.04.2011).

## Primjer nacionalne hemijske industrija Austrije<sup>2</sup>

Jedna od najvećih privrednih grana u Austriji je hemijska industrija. Oko dvije trećine svih hemijskih proizvoda Austrija izvozi. Pregledni podaci prikazani su u tabelama 65 i 66.

**Tabela 65.** Podaci za hemijsku industriju za 2010. godinu

|                                   |        |   |
|-----------------------------------|--------|---|
| Preduzeća (broj)                  | 276    | <i>Preduzeća hemijske industrije u Austriji su uglavnom srednje veličine i zapošljavaju u prosjeku oko 150 zaposlenih. Brojne vodeće multinacionalne kompanije iz oblasti hemije prisutne su u Austriju kao kapiji za centralnu i istočnu Evropu.</i> |
| Zaposleni (broj)                  | 41.712 |   |
| Plasirana proizvodnja (milioni €) | 14.165 |   |
| Uvoz (milioni €)                  | 17.174 |   |
| Izvoz (milioni €)                 | 17.584 |   |

**Tabela 66.** Udio u vrijednosti proizvodnje (2010. godina)

|                                   |       |   |
|-----------------------------------|-------|---|
| Proizvodi od plastike             | 30,6% | <i>Najveći udio u proizvodima hemijske industrije Austrije zauzimaju vještački materijali, hemikalije i farmaceutski proizvodi. Obradom i preradom vještačkih materijala bave se preduzeća sa preko 25.000 zaposlenih. Pored vještačkih sirovina i proizvoda od sintetike u Austriji se proizvode i niz pomoćnih materija za proizvodnju i preradu sintetike. Obrada vještačkog materijala ima dugu tradiciju (od početka 20. vijeka). Danas austrijski proizvođači sintetike ostvaraju promet od 6,2 milijardi eura.</i> |
| Hemikalije                        | 18,0% |   |
| Plastika u primarnom obliku       | 17,2% |   |
| Farmaceutski proizvodi            | 15,7% |   |
| Hemijska vlakna                   | 4,6%  |   |
| Proizvodi od kaučuka              | 4,3%  |   |
| Sredstva za pranje, kozmetika     | 3,2%  |   |
| Premazi, štamparske boje i kitovi | 3,0%  |   |
| Hemikalije za poljoprivredu       | 4,0%  |   |
| Industrijski gasovi               | 1,1%  |   |

S obzirom na malo domaće tržište, preduzeća su orjentisana na izvoz. Neka se čak isključivo bave izvozom. Najvažniji proizvodi su:

- ambalaža (folije, burad, kante, boce itd.)
- tehnički djelovi za automobilsku industriju, mašinogradnju i elektrotehniku
- cijevi i građevinski proizvodi.

## Klasteri i mreže<sup>3</sup>

Austrija posjeduje izuzetne uslove za uspješno poslovanje u okviru klastera u segmentu „novih materijala“. Spektar mogućnosti je širok: mala preduzeća se udružuju u mrežu odgovarajuće grane i na taj način povećavaju svoju efikasnost. Mreže partnera iz nauke i partnerskih firmi udružuju svoja znanja koja obuhvataju cjelokupni lanac. Na taj način je zagarantovan efikasni razvoj proizvoda sve dok ne budu spremni za tržište.

<sup>2</sup> [www.advantageaustria.org/international/...aus.../ueberblick.sr.html](http://www.advantageaustria.org/international/...aus.../ueberblick.sr.html)

<sup>3</sup> Pod **klasterom** se podrazumijeva grupa industrija i organizacija koje su povezane u odnosima kupovine i prodaje ili koji dijele istu infrastrukturu, klijente ili bazu vještina i čije veze poboljšavaju konkurentsku prednost učesnika! Klasteri se najbolje razumiju ako ih posmatramo kao regionalne sisteme:

*"Geografske koncentracije međusobno povezanih kompanija, specijalizovanih dobavljača, isporučioaca usluga, firmi iz srodnih industrija, i sa njima povezanih ustanova (npr. univerziteti, standardne agencije, i trgovinska udruženja) koje se nadmeću ali i sarađuju."* (Porter, 1998g.);

**Klasteri su zasnovani na sistemskim vezama među preduzećima.** Veze mogu biti građene na zajedničkim ili komplementarnim proizvodima, procesima proizvodnje, suštinskim tehnologijama, potrebama za prirodnim resursima, zahtevima za određenim kvalifikacijama i/ili distributivnim kanalima

**Klasteri su obično geografski ograničeni,** definisani uglavnom razdaljinom i vremenom koje su ljudi voljni da odvoje na putovanje zbog zaposlenja i koje poslodavci i vlasnici kompanija smatraju razumnim za sastajanje i stvaranje poslovnih veza. Na opseg klastera snažan uticaj imaju prevozni sistemi i saobraćaj, ali i kulturni identitet, lični prioriteti, i porodični i društveni zahtevi.

**Klasteri su određeni prirodnim, demografskim, kulturološkim, privrednim i drugim karakteristikama regiona.** U zavisnosti od karakteristika regiona i preduzeća učesnika, klasteri postavljaju svoje prioritete, koriste resurse svog regiona i formiraju formalne veze koje omogućavaju ostvarenje zajedničkih ciljeva.

Primjer je klaster industrija plastike. U Gornjoj Austriji smješten je najznačajniji i najveći klaster proizvođača iz oblasti plastike [Kunststoff-Cluster](#) koji je centar u domenu „novih materijala“. Klaster čini više od 380 preduzeća iz svih oblasti prerada plastike (za mašinstvo, proizvodnja kalupa i alata, trgovina i proizvodnja sirovina i reciklažu, usluge i instituti, centri transfera istraživanja i razvoja).

## **PREDUZETNIČKE IDEJE<sup>4</sup>**

**Preduzetništvo** se klasično smatra da predstavlja skup ljudskih aktivnosti usmjeren na korišćenje raspoloživih resursa radi realizacije određenog ekonomskog cilja. Nosioци ovakvih aktivnosti su ljudi koji iniciraju ideje i nazivaju se *preduzetnici*. *Realizacijom preduzetničkih ideja razvijaju se, uglavnom, mala preduzeća*. Ona mogu biti u oblasti klasične trgovine, ali i proizvoda visoke tehnologije.

U kontekstu preduzetništva, čovjeka treba posmatrati kao ekonomski subjekt. Preduslov za preduzetništvo su ekonomske slobode, kao što su njima preduslov političke slobode. Samo u uslovima ekonomske slobode razvijeno tržište roba i usluga stvara tržište preduzetničkih ideja.

Za pojedinca se može reći da je politički i ekonomski slobodan kada može slobodno osnivati, organizovati, poslovati i ugasiti preduzeće čiji je osnivač. Tada se razvija pogodna poslovna filozofija, stvara sistem vrijednosti i način razmišljanja u kojem poseban značaj imaju znanje, kreativnost i inicijativa.

Nosilac inicijativa je *kreativan čovjek*. *Kreativnost, kao poslovna filozofija*, daje prioritet razvoju i sa ograničenim proizvodnim resursima može formirati efikasan privredni ambijent. Tako svaki kreativni čovjek ima šansu da bude uspješan preduzetnik, ako prihvati poslovno ponašanje da uz preduzetničku inicijativu za organizaciju biznisa prihvati i poslovni rizik.

Postoji mnogo razloga da se preduzetništvu i razvoju malih preduzeća posveti posebna pažnja kao veoma naprednoj privrednoj strukturi u tržišnim ekonomijama. Osnovni razlozi za to su:

1. *Fleksibilnost proizvodnog programa* za prilagođavanje promjenama na tržištu;
2. Lako prihvatanje i uvođenje inovacija;
3. *Mali početni, tj. osnivački kapital*;
4. Lako prestrukturiranje u slučaju da se ne obezbijedi adekvatna pozicija na tržištu s obzirom na mali broj zaposlenih i veličinu angažovanih sredstava;
5. *Rješenje problema nezaposlenosti* zbog male cijene radnog mjesta u odnosu na velike sisteme;
6. *Mali troškovi administracije*, veće mogućnost primjene mrežnog modela organizacije poslovanja i veće mogućnosti za humanizaciju uslova procesa rada.

Uslov za preduzetničko ponašanje je i *inovativnost*. Ako je prisutna na svim nivoima stvaraju se preduslovi za dinamičan razvoj društva. Orijentacija za permanentnim povećanjem proizvodnje, profitabilnosti i višeg stepena zadovoljenja potreba radnika i vlasnika kapitala upravo se valorizuje inovacijom, što je višestruko potvrđeno u dosadašnjem razvoju. Promjene inicirane inovacijama su izazov, ali one nose i rizike kod realizacije. *Inovativne ideje ne moraju biti genijalne, ali da bi bile tržišno orijentisane moraju pripadati sadašnjosti ili bliskoj budućnosti*.

Praktična realizacija inovativnih ideja se sastoji od faze *koncipiranja ideja, razvoja tehnologije i razvoja procesa*. To zahtijeva vrijeme i uključivanje ljudi koji se bave različitim oblastima. U praksi se osim realizovanih inovativnih ideja sa novim preduzećima dešava transformacija postojećih ili njihovo gašenje. Nestankom preduzeća ne nestaju faktori proizvodnje. *Opšte je poznato da u razvijenim tržišnim privredama privredni subjekti i nastaju i nestaju*. Nestankom se vrši prekompozicija u nove ideje sa svim elementima u mozaiku reproduktionog lanca, a nove privredne jedinice se rađaju brže nego što nestaju. *Ukoliko je razvoj intenzivniji može se očekivati stalan višak nastalih od nestalih preduzeća*.

U mnogim zemljama privreda je razvijena sa velikim preduzećima, centralizovanim sistemom i nerealnim cijenama. Dopunski, u privrednoj strukturi nedostaju mala i nedovoljno su prisutna srednja preduzeća. Znači, između dominantnih velikih i nedovoljno malih preduzeća stvorena je praznina. Restruktuiranjem se može otkloniti takav nedostatak, a to obuhvata privatizaciju i segmentaciju velikih, uz istovremeno formiranje malih i srednjih preduzeća. Pri tome se na osnovu broja zaposlenih, razlikuju sledeća preduzeća:

<sup>4</sup> Biznis planovi, *Fond za razvoj Crne Gore*, 2003.

*Mikro*, ako zapošljavaju od 1 do 5 radnika;

*Mala*, ako zapošljavaju 5 do 50 radnika;

*Srednja*, ako zapošljavaju između 50 i 200 odnosno 500 radnika.

Preduzetničke ideje treba da stvaraju preduslove za razvoj malih preduzeća. Međutim, na osnovu podatka da samo 5% ideja bude prevedeno u uspješan projekat pokazuje da ideja nije sama po sebi dovoljna. Bez obzira o kakvoj ideji se radi ona mora da bude precizno i jasno formulisana. Ukoliko se zaista radi o dobroj ideji kada se definiše njen tržišni potencijal (potencijalni kupci) opredjeljuje se za njenu realizaciju nakon rješavanja sljedećih dilema:

1. Da li se raspoloživo sa dovoljno kapitala za realizaciju ideje ili se on može obezbijediti iz realnih izvora?
2. Da li postoji povoljna društvena i privredna klima za realizaciju ideje?
3. Da li se raspoloživo odgovarajućom lokacijom ?
4. Koliko je djelatnost osjetljiva na ekonomska kretanja, promjene ukusa potrošača i promjene u političkom okruženju?
5. Da li postoje pravne prepreke ili pravni rizici koji mogu usporiti ili onemogućiti realizaciju ideje?
6. Da li na tržištu rada postoje ljudi adekvatnih kvalifikacija za realizaciju ideje?

Osim prethodno navedenog potrebno je strpljenje, dobro planiranje, odnosno određivanje dinamike, jer upravo u početnoj fazi najveći broj preduzetnika odustaje. Mora se pokazati spremnost da se ideja konstantno modifikuje i prilagođava promjenama okruženja. Neka od pitanja koja pomažu u analizi su:

1. Da li planirani proizvod zadovoljava neku do tada nezadovoljenu potrebu?
2. Da li proizvod može biti konkurentan i u kom domenu: kvalitet, cijena, mogućnost izbora lokacija?
3. Da li su prepoznati kupci, kakva je njihova kupovna moć i koliko će se ona promijeniti u budućnosti?
4. Da li treba promotivni program i koliko će on biti efikasan?
5. Ko su glavni konkurenti?

Očigledno je osnovna poruka da se upozna tržište prije početka kreativnog rada i ulaganja novca. Po pravilu što se više informacija prikupi to su veće šanse da se nađe mjesto na tržištu. Ako ovakva analiza ideje pokaže da je realizacija opravdana pristupa se pripremi biznis plana.

### BIZNIS PLAN

Biznis plan pomaže da se kroz njegovu izradu precizno formuliše ideja i sagledaju uslovi za njenu realizaciju (mogućnosti, rizici i ograničenja). Međutim, biznis plan je u krajnjoj liniji namijenjen potencijalnim investitorima. Posmatrano sa tog stanovišta neophodno je da bude jasan, konkretan sa brojnim proračunima i pokazateljima, precizan sa rokovima i stopom vraćanja uloženog kapitala.

Najbolje se prilikom izrade biznis plana postaviti u ulogu investitora i tako obezbijediti sve podatke neophodne za donošenje investicione odluke. Podaci treba da budu objektivni, kako bi se olakšalo donošenje odluke o investiranju.

Dobar biznis plan služi kao vodič u razvoju firme i kao dokument za obezbjeđenje eksternih izvora finansiranja. Imajući to u vidu, za njegovu pripremu je neophodno posjedovati podatke za sljedeće elemente:

- 1. Opšte podatke**
  - 1.1. Poštu
  - 1.2. Opštinu
  - 1.3. Djelatnost
- 2. Izvore finansiranja**
- 3. Obim, asortiman i vrijednost proizvodnje**

- 4. Ulaganja**
  - 4.1. Objekat, građevinsko - zanatski radovi
  - 4.2. Ulaganja u nabavku osnovne opreme
  - 4.3. Ulaganja u pomoćna i ostala opreme
  - 4.4. Ostala ulaganja
- 5. Troškove poslovanja**
  - 5.1. Stope
  - 5.2. Troškove osnovnih sredstava
    - 5.2.1. Troškove amortizacije
    - 5.2.2. Troškove investicionog održavanja
    - 5.2.3. Troškove premije osiguranja
    - 5.2.4. Amortizacioni plan otplate kredita
    - 5.2.5. Troškove obrtnih sredstava
      - 5.2.5.1. Troškove osnovnog materijala
      - 5.2.5.2. Troškove pomoćnog materijala
      - 5.2.5.3. Ostale nematerijalne troškove
      - 5.2.5.4. Troškove zarada
        - 5.2.5.4.1. Kvalifikacionu strukturu zaposlenih radnika
        - 5.2.5.4.2. Bruto i neto zarade
    - 5.2.6. Potrebna obrtna sredstava
  - 6. Vrijednost i strukturu ulaganja**
  - 7. Ocjenu biznis plana**
    - 7.1. Početni bilans stanja
    - 7.2. Bilans uspjeha
    - 7.3. Pokazatelje
      - 7.3.1. Diskontovanu stopu dobiti
      - 7.3.2. Period povraćaja uložених sredstava

Savremena pristup izradi i ocjeni biznis ideja je BUSINESS PLAN SOFTWARE (BPS)<sup>5</sup>, kao alat koji omogućava da se na lak, jednostavan i efikasan način tretiraju pripremljene ideje. Softver prati razvoj ideje vodeći korisnika ka konačnim ekonomskim pokazateljima. On je baziran na realnim inputima i od njihovog kvaliteta i istinitosti zavisi upotrebna vrijednost BPS-a.

Za slučaj da nosilac ideje ne posjeduje sopstvena sredstva ovaj softverski paket će njemu i potencijalnim finansijerima omogućiti da realno sagledaju obaveze koje ga očekuju u periodu u kome će vraćati kredit. S druge strane ukoliko nosilac ideje raspolaže sopstvenim izvorima, BPS mu pomaže da utvrdi opravdanost realizacije i period povraćaja sopstvenih ulaganja.

Obrada ideje se sastoji od POGLAVLJA koja moraju biti u ZAVRŠNOM IZVJEŠTAJU, i to:

1. Uvod
2. Siže
3. Presentacija investitora
4. Analiza tržišta
5. Proizvod
6. Menadžment i zaposlenost
7. Dinamika realizacije
8. Lokacija
9. Ulaganje i struktura finansiranja
10. Troškovi poslovanja
11. Amortizacioni plan otplate kredita
12. Formiranje ukupnog prihoda
13. Ocjena biznis plana
14. Zaključak
15. Prilozi

Svako poglavlju sadrži tabele i dijagrame koji pregledno ilustruju podatke unešene u

<sup>5</sup> D. Lajović i dr., *Biznis plan – metodološki vodič*, CID Podgorica, 1999.



pripremljene tabele (maske za unos), proračunate veličine i izvedene pokazatelje. Kreiranje pratećih komentara i objašnjenja je omogućeno pošto svako poglavlje predstavlja Word-ovu verziju koja se može nezavisno pozivati i korigovati. Nakon sređivanja poglavlja, BPS omogućava formiranje jedinstvenog IZVJEŠTAJA spajanjem svih poglavlja u jednu cjelinu. Ovo je također Word-ov dokument koji je podložan daljnim korekcijama.

Izrada biznis plana je tipizirana, ali dovoljno fleksibilna da ne ugrožava korisničku kreativnost u njegovoj izradi. Za to će se u nastavku dati osnovni elementi koji trebaju da budu obuhvaćeni u IZVJEŠTAJU sa kratkim objašnjenjima, potrebnim komentarima i upoređenjima unešenih i izvedenih veličina. Uporedo će biti prikazini oblik tabele i dijagrama koji su izvedeni na osnovi pretpostavljenih ulazno-izlaznih veličina jednog biznis plana.

### UVOD

U okviru Uvoda u biznis plan potrebno je da se opiše u kratkim crtama:

1. **Karakter biznis plana**, znači o kakvoj investiciji je "riječ": adaptacija, dogradnja, izgradnja novog objekta, nabavke opreme, a za oblast poljoprivredne proizvodnje i nabavka osnovnog stada, jata ... vodeći računa da karakter investiranja korenspondira sa opredjeljenjima davanja kredita.
2. **Svrhu biznis plana**, tj. prezentaciju ideje, njenu genezu i osnovne preuslove koje preduzetnik, odnosno fizičko lice posjeduje za njenu realizaciju. Navede se koje ciljeve namjerava da ostvari investitor (preduzetnik, odnosno fizičko lice) realizacijom biznis plana i na koji način.

### SIŽE - OSNOVNI PODACI O BIZNIS PLANU

Siže biznis plana je dio u kome se prezentiraju njegovi najznačajniji elementi. Predstavlja samo pregled detaljno analiziranih segmenata (djelova) biznis plana i ima izuzetno značajnu ulogu da na početku zainteresuje ocjenjivača biznis plana tj. potencijalnog kreditora i stvori utisak jedne kvalitetno urađene i zaokružene cjeline koja zaslužuje dalju analizu.

Ocjenjivač na osnovu sižea mora biti upoznat sa svim relevantnim kategorijama (opštim i ekonomskim) biznis plana, pri čemu kategorije, odnosno reprezentativni podaci moraju biti precizno i jasno definisani. To su podaci koji se odnose na: *investitora* (preduzetnik, odnosno fizičko lice), *biznis plan*, *efekte ulaganja*, *hipoteku* i *precizno formulisani zaključak*. Na osnovu ostvarenih efekata ulaganja potencijalnom kreditoru treba pokazati da je biznis plan vrijedan novca i vremena.

### PREZENTACIJA INVESTITORA

Pri prvom kontaktu sa biznis planom ocjenjivač želi znati "sa kim ima posla"! Dobre reference, znanje, iskustvo ..., pružaju šansu da se programu "otvori zeleno svjetlo".

Zato se u ovom segmentu biznis plana prezentuju opšti podaci o preduzetniku, odnosno fizičkom licu koje ga preporučuju za realizaciju biznis plana. Navode se reference preduzetnika (datum upisa u registar, osnovnu djelatnost, položaj subjekta u grani odnosno djelatnosti i sl.), odnosno fizičkog lica (dosadašnje radno iskustvo, kretanje u službi, kvalifikacije, da li ima namjeru da se registruje kao preduzetnik i sl). Prilikom prezentiranja ovog segmenta navodi se, a u prilogu i dostavlja prateća dokumentacija.

### ANALIZA TRŽIŠTA

**1. Tržište prodaje i konkurencija.** Prvi korak je analiza prodajnog tržišta i konkurencije. Ukoliko ona pokaže da postoji mogućnosti da se proizvod ili usluga plasira na tržištu pod prihvatljivim uslovima, prije svega u pogledu cijena i količina, onda su otvorene perspektive daljeg rada na realizaciji ideje. Zajedno sa investitorom (preduzetnik, odnosno fizičko lice) traže se odgovori iz grupe sljedećih pitanja:

- Koje tržišne potrebe zadovoljava investitor?
- Kako će se pozicionirati na tržištu?
- Ko su kupci? Poželjno je identifikovati barem 5 potencijalnih kupaca. Sa koliko njih je neposredno obavljen razgovor? Obavezno se dostavljaju formalizovane potvrde (predugovori) o saradnji sa potencijalnim kupcima.
- Da li investitor posjeduje razvijenu prodajnu službu ili će te poslove obavljati neko drugi?
- Na kojem području će se plasirati proizvodi i usluge – na lokalnom, nacionalnom, regionalnom?
- Zbog čega će investitori koristiti baš ove usluge (kvalitet proizvoda, konkurentne cijene, brza isporuka, jedinstven dizajn, uspješna reklama i sl.)
- Da li će cijene biti konkurentne s obzirom na kvalitet i vrijednost?
- Ko su glavni konkurenti? Nabroj se što više njih.
- Kako se boriti sa konkurencijom?
- Koje su prednosti investitora u odnosu na konkurenciju?
- Da li se pojavljuje sve više sličnih proizvođača na tržištu – da li jača konkurencija?
- Upoređuju se cijene sa cijenama konkurencije.
- Analizira se učešće investitora na tržištu.
- Koliko je učešće konkurenata?

**2. Tržište nabavke.** Takođe je neophodno izvršiti istraživanje i analizu nabavnog tržišta. I ove analize treba da pokažu da ima mogućnosti da se na tržištu dobiju svi potrebni inputi, u predviđenim količinama i pod prihvatljivim uslovima, prije svega u pogledu roka isporuke, kvaliteta i cijena. Zajedno sa investitorom (preduzetnik, odnosno fizičko lice) treba:

- Na osnovu predviđenog obima proizvodnje napraviti plan nabavke robe kako bi utvrdili koliko je zaliha neophodno za normalan tok proizvodnje;
- Provjeriti da li postoje pouzdani dobavljači. Nabroje se i dostave barem tri ponude.
- Uporediti cijene, kvalitet i prodajne uslove koji se nude.

## PROIZVOD

U okviru ovog segmenta se definišu elementi koji se odnose na opis proizvoda (Tabela 1), uslove proizvodnje, proizvodni proces i prednosti u odnosu na konkurenciju.

**Tabela 1.** Opis proizvoda

| r/b | Proizvod      | Količina | Jedinica mjere | Cijena | Ukupan prihod     |
|-----|---------------|----------|----------------|--------|-------------------|
| 1.  | Proizvod I    | 1,000    | kg             | 40.00  | 40,000.00         |
| 2.  | Proizvod II   | 1,000    | kg             | 30.00  | 30,000.00         |
| 3.  | Proizvod III  | 5,000    | kg             | 20.00  | 100,000.00        |
|     | <b>UKUPNO</b> |          |                |        | <b>170,000.00</b> |

Pored podataka navedenih u tabeli 1, koji definišu količine proizvoda iz asortimana i njihove cijene, opisuje se proizvod (ili usluga), njegove osnovne karakteristike, specifičnosti odnosno prednosti u odnosu na konkurenciju. Ukoliko postoji mogućnost predstavi se i struktura cijene koštanja proizvoda.

**Uslovi za proizvodnju.** Obrazlože se uslovi (mikro i makro) koji moraju biti uspunjeni da bi se biznis plan realizovao.

**Opis proizvodnog procesa.** Uz pomoć i konsultacije investitora (preduzetnik odnosno fizičko lice) opisuje se način proizvodnje, postepeno po fazama. Prezentiraju se relevantni podaci o tehnologiji za koju se opredijelilo i naznače njene osnovne karakteristike i prednosti.

**Prednosti i slabosti.** Posebno se analiziraju elementi konkurentnosti proizvoda i troškovi poboljšanja kvaliteta proizvoda ako je to uslov povećanja prodaje. Sagledaju se različite mogućnosti unapređenja proizvodnje imajući na umu činjenicu, da konkurent već radi na tome.

Vodi se računa o dizajnu i pakovanju, jer kod nekih proizvoda to može biti presudno. Posebno su značajni normativi kao polazna osnova za ekonomsku elaboraciju biznis plana.

## **MENADŽMENT I ZAPOSLENOST**

Cilj ovog poglavlja je predstavljanje investitora, odnosno osoba koje će rukovoditi realizacijom biznis plana. Posebnu pažnju treba posvetiti prezentaciji samog investitora (preduzetnika, odnosno fizičkog lica) navođenjem podataka o njegovoj stručnoj spremi, odnosno kvalifikaciji, dosadašnjim poslovnim iskustvima, nagradama, priznanjima, usavršavanjima, specijalizaciji i sl. Ako je investitor fizičko lice koje nije zaposleno u prilogu biznis plana se dostavi Izvod sa Zavoda za zapošljavanje. Ukoliko je u pitanju preduzetnik, navedi se datum njegove registracije, a u Prilogu biznis plana se dostavlja Rješenje o upisu u registar preduzetnika.

Navodi se, koliko radnika će biti uposleno realizacijom biznis plana i zbog čega (Tabela 2). Vodi se računa o ovom podatku obzirom da je u prilogu biznis plana neophodno dostaviti Izjavu investitora (preduzetnika, odnosno fizičkog lica) o broju radnika koji će se zaposliti realizacijom biznis plana i dinamici njihovog zapošljavanja. Koju stručnu spremu će imati zaposleni radnici? Njihove reference? Da li će i koliko radnika biti primljeno za stalno, a koliko će se upošljavati s vremena na vrijeme? Da li će raditi u jednoj, dvije ili tri smjene? Njihova zaštita na radu, beneficije i sl. Ovo su neka od pitanja koja treba da posluže u pravilnom i preciznom koncipiranju ovog segmenta biznis plana. Naravno, postoji još dosta pitanja koje je potrebno obrazložiti kako bi ocjenjivač stekao utisak o ljudskim resursima. Ne treba se "ustručavati" u detaljnom opisu radnog mjesta i ostalih elemenata koji zaslužuju pažnju!

**Tabela 2.** Menadžment i zaposlenost

| <b>r/b</b> | <b>Naziv radnog mjesta</b> | <b>Broj izvršilaca</b> | <b>Školska sprema</b> |
|------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1.         | Upravnik                   | 1                      | VII (VSS)             |
| 2.         | Radnici na liniji          | 2                      | III (KV)              |
| 3.         | Radnik na mašinama         | 1                      | V (VKV)               |
|            | <b>UKUPNO</b>              | <b>4</b>               |                       |

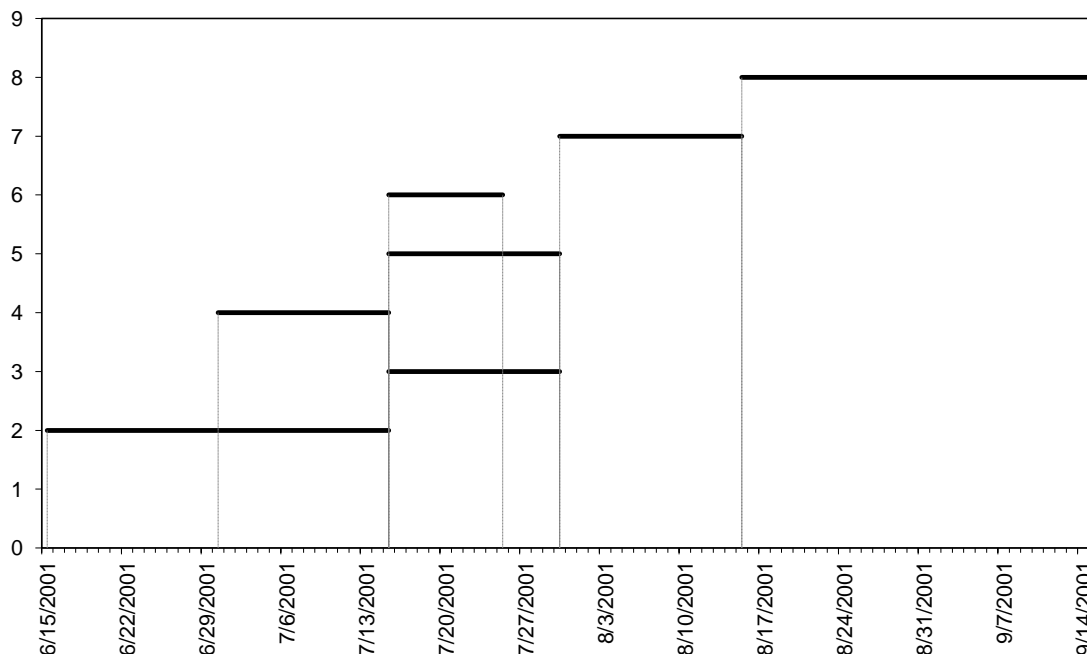
Iz podataka o nazivu radnog mjesta i stručnoj spremi, obračunavaju se bruto plate na godišnjem nivou.

## **DINAMIKA REALIZACIJE**

Ova forma obuhvata datume početka i završetka trajanja svake od navedenih aktivnosti u realizaciji biznis plana (Tabela 3). Na osnovu unešenih vrijednosti kreira se njihov grafički prikaz (Slika 1).

**Tabela 3.** Dinamika realizacije biznis plana

| <b>Aktivnost</b>                        | <b>Početak</b> | <b>Završetak</b> |
|---|----------------|------------------|
| Izrada investicionog programa           | 15/05/2001     | 15/06/2001       |
| Ocjena investicionog programa           | 15/06/2001     | 15/07/2001       |
| Ugovaranje građevinsko-zanatskih radova | 30/06/2001     | 15/07/2001       |
| Izvođenje građevinsko-zanatskih radova  | 15/07/2001     | 25/07/2001       |
| Zatvaranje konstrukcije finansiranja    | 15/07/2001     | 30/07/2001       |
| Ugovaranje isporuke opreme              | 15/07/2001     | 30/07/2001       |
| Isporuka i montaža opreme               | 30/07/2001     | 15/08/2001       |
| Probni rad                              | 15/08/2001     | 15/09/2001       |



Slika 1. Dinamika realizacije biznis plana

## LOKACIJA

Osnovni dokument kod opisa lokacije je posjedovni list (listovi) koji se dostavlja u prilogu biznis plana. Prilikom opisa lokacije posebnu pažnju treba posvetiti udaljenosti nabavnog i prodajnog tržišta od objekta u kojem će se biznis plan realizovati. Takođe, se navodi kakvi su uslovi za neometan transport i skladištenje sirovina i gotovih proizvoda i da li je objekat opremljen svim neophodnim infrastrukturnim sadržajima (struja, voda, put, PTT i sl.). Ukoliko investitor (preduzetnik ili fizičko lice) posjeduje objekat, opisuje se njegova lokacija. Dakle, na ovom mjestu neophodno je da prezentovati:

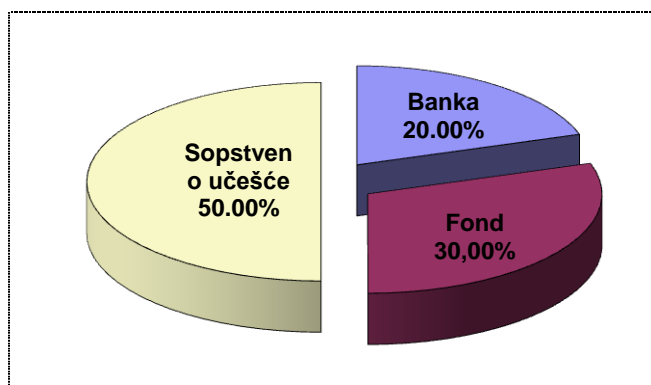
- površinu,
- tehničku opremljenost,
- infrastrukturu,
- vlasništvo (da li je lokacija u vlasništvu investitora ili je rentirao),
- sve ostale informacije o lokaciji koje se smatraju važnim za realizaciju biznis plana.

## ULAGANJA I STRUKTURA FINANSIRANJA

Ovo je segment biznis plana koji najviše interesuje ocjenjivača, odnosno potencijalnog kreditora, jer se direktno odnosi na sredstva koja će biti odobrena investitoru (preduzetniku, odnosno fizičkom licu) u slučaju pozitivnog rješavanja biznis plana. Na osnovu ovog dijela projekta, ocjenjivač ima priliku da grafički i tabelarno sagleda strukturu izvora finansiranja (Tabela 4, Slika 2) i ulaganja (vrednosno).

Tabela 4. Konstrukcija finansiranja

| r/b | Izvori           | Iznos, €          | Procenat | Godišnja kamata | Grejs period | Rok otplate (br mjeseci) |
|-----|------------------|-------------------|----------|-----------------|--------------|--------------------------|
| 1.  | Sopstveno učešće | 50,000.00         | 50.00    | 1.00            | 12           | 36                       |
| 2.  | Fondovi          | 30,000.00         | 30.00    | 7.00            | 12           | 36                       |
| 3.  | Banke            | 20,000.00         | 20.00    | 10.00           | 12           | 36                       |
|     | <b>UKUPNO</b>    | <b>100,000.00</b> |          |                 |              |                          |



**Slika 2.** Grafički prikaz procentualnog učešća pojedinih izvora u konstrukciji finansiranja

## 1. Ulaganja

### A) Objekat i građevinsko-zanatski radovi

Sadrži podatke za građevinsko - zanatske radove koji su već izvedeni (npr. postojeći objekat(i), prilazni put, zemljište i sl.), a posebno za radove i investicije koje su "uzrokovane" programom (npr. novi objekat(i), iskop temelja, adaptacija, dogradnja i sl.) na ovom mjestu se tabelarno prikazuju ulaganja u objekat i građevinske radove (Tabela 5).

**Tabela 5.** Ulaganja u objekat i građevinsko-zanatski radovi

| r/b       | Naziv radova        | Obim radova | Jedinica mjere | Cijena po jedinici mjere | Vrijednost       |
|-----------|---------------------|-------------|----------------|--------------------------|------------------|
| <b>1.</b> | <b>IZVEDENI</b>     |             |                |                          | <b>48,000.00</b> |
|           | Građevinski objekat | 120.00      | m <sup>2</sup> | 400.00                   | 48,000.00        |
| <b>2.</b> | <b>NOVI</b>         |             |                |                          | <b>2,000.00</b>  |
|           | Zanatski radovi     | 10.00       | kom            | 200.00                   | 2,000.00         |
|           | <b>UKUPNO</b>       |             |                |                          | <b>50,000.00</b> |

### B) Ulaganja u nabavku osnovne opreme

Sadrži podatke o postojećoj i novoj (uvezenoj i domaćoj) opremi (Tabela 6). Kod utvrđivanja nabavne cijene inoopreme pored fakturne vrijednosti i zavisnih troškova (utovar, transport, istovar, montaža i sl.), uzimaju se u obzir i carinski troškove i izvor finansiranja za svaku od navedenih stavki. Ponude za opremu (minimalno od tri dobavljača) se dostavljaju u prilogu biznis plana. U prilogu biznis plana se dostavlja Izjava investitora (preduzetnika, odnosno fizičkog lica) o sopstvenom učešću.

**Tabela 6.** Ulaganje u nabavku osnovne opreme

| r/b       | Naziv                   | Komada | Iznos     | Ukupna vrijednost |
|-----------|-------------------------|--------|-----------|-------------------|
| <b>1.</b> | <b>POSTOJEĆA OPREMA</b> |        |           | <b>0.00</b>       |
| <b>2.</b> | <b>NOVA OPREMA</b>      |        |           | <b>31,000.00</b>  |
| A         | DOMAĆA                  |        |           | 15,000.00         |
|           | Mašina I                | 4      | 2,500.00  | 10,000.00         |
|           | Mašina II               | 1      | 5,000.00  | 5,000.00          |
| B         | STRANA                  |        |           | 16,000.00         |
|           | Linija za proizvodnju   | 1      | 10,000.00 | 10,000.00         |
|           | Linija za pripremu      | 1      | 6,000.00  | 6,000.00          |
|           | <b>UKUPNO</b>           |        |           | <b>31,000.00</b>  |

### C) Pomoćna i ostala oprema

Na osnovu tehničko-tehnološkog dijela elaborata, unose se podaci o pomoćnoj i ostaloj opremi (Tabela 7).

**Tabela 7.** Pomoćna i ostala oprema

| r/b | Naziv             | Komada | Cijena   | Ukupna vrijednost |
|-----|-------------------|--------|----------|-------------------|
| 1.  | Kontrolni aparati | 4      | 1,000.00 | 4,000.00          |
| 2.  | Kontrolni pribori | 10     | 200.00   | 2,000.00          |
|     | <b>UKUPNO</b>     |        |          | <b>6,000.00</b>   |

### D) Ostala ulaganja

Ostala ulaganja odnose se na osnivačka ulaganja investitora (preduzetnika) prilikom osnivanja privrednog subjekta (STR, SZR), poreze, doprinose i sl. (Tabela 8).

**Tabela 8.** Ostala ulaganja

| r/b | Naziv                                  | Iznos           |
|-----|--|-----------------|
| 1.  | Koncesije, patenti, licence i sl.prava | 1,000.00        |
| 2.  | Troškovi izrade investicionog programa | 1,000.00        |
| 3.  | Ostala nematerijalna ulaganja          | 1,000.00        |
|     | <b>UKUPNO</b>                          | <b>3,000.00</b> |

### E) Potrebna obrtna sredstva

Detaljan pregled potrebnih obrtnih sredstava daje se u okviru poglavlja Troškovi obrtnih sredstava.

## 2. Struktura finansiranja

Na osnovu izvora finansiranja, daje se prikaz ulaganja i struktura finansiranja (Tabela 9). Tabelačno sredene podatke treba detaljno obrazložiti kako bi se dobio uvid o trošenju pozajmljenih sredstva, kako bi ocjenjivač bio siguran da ulaže sredstva u "dobar posao"! Takođe, učešće investitora (preduzetnika, odnosno fizičkog lica) mora biti jasno definisano i potvrđeno njegovom Izjavom o dosadašnjim ulaganjima (dostavlja se u prilogu biznis plana).

**Tabela 9.** Struktura finansiranja

| r/b       | Struktura ulaganja                | Kredit           | Sopstveno učešće | Ukupno            |
|-----------|-----------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <b>1.</b> | <b>PRETHODNA ULAGANJA</b>         |                  | 48,000.00        | 48,000.00         |
| <b>2.</b> | <b>NOVA ULAGANJA</b>              |                  |                  | 52,037.85         |
|           | <b>A Osnovna sredstva</b>         |                  |                  | 42,000.00         |
|           | Objekat i građev. zanatski radovi | 0.00             | 2,000.00         |                   |
|           | Osnovna tehnološka oprema         | 31,000.00        | 0.00             |                   |
|           | Pomoćna oprema                    | 6,000.00         | 0.00             |                   |
|           | Ostala ulaganja                   | 3,000.00         | 0.00             |                   |
|           | <b>B Obrtna sredstva</b>          | 10,037.85        | 0.00             | 10,037.85         |
|           | <b>UKUPNO</b>                     | <b>50,037.85</b> | <b>50,000.00</b> | <b>100,037.85</b> |

### TROŠKOVI POSLOVANJA

Bilo da je u pitanju proizvodnja ili usluge prvo je potrebno utrošiti sredstva, da bi se nakon proizvodnog ciklusa ostvario prihod, odnosno profit. Znači, potrebno je obezbijediti neophodne materijalne pretpostavke (pored postojećih) da bi se biznis plan uopšte mogao realizovati.

Struktura troškova se može uniformisati, što će u nastavku biti prikazano na pojednostavljen način.

### 1. Troškovi osnovnih sredstava

**A) Obračun amortizacije.** Amortizacija predstavlja trošak osnovnog sredstva. Nastaje trošenjem (materijalnim i drugim) osnovnog sredstva. Da bi investitor (preduzetnik, odnosno fizičko lice) održao kontinuitet proizvodnje, neophodno je da nakon isteka vijeka trajanja osnovnih sredstava obezbijedi sredstva za kupovinu novih. To će uraditi tako što će u svakoj godini korišćenja osnovnih sredstava izdvajati određeni iznos sredstava (zavisno od vijeka trajanja i metoda amortizacije) na ime amortizacije i konačno obezbijediti zamjenu dotrajalih osnovnih sredstava novim. Dva su osnovna parametra za utvrđivanje iznosa amortizacije: osnovica (fakturisana vrijednost opreme, odnosno vrijednost objekta) i stopa amortizacije koja je utvrđena zakonom, a koja se razlikuje u zavisnosti od tipa osnovnih sredstava. Obzirom da je vrijednost osnovnih sredstava poznata, obračun amortizacije se vrši po relevantnoj stopi za svaku od stavki. Dobija se tabelarni prikaz troškova amortizacije na godišnjem novou (Tabela 10).

**B) Obračun investicionog održavanja.** Pored amortizacije koja služi za konačnu zamjenu osnovnih sredstava, troškovi održavanja su neophodni da bi osnovna sredstva "zadržala predviđenu formu". Osnovice za izračunavanje godišnjeg troška investicionog održavanja su godišnji troškovi amortizacije građevinskog objekta i opreme na koje se primjenjuju predviđene stope investicionog održavanja. Prikaz troškova investicionog održavanja na godišnjem nivou dat je u Tabeli 11.

**Tabela 10.** Obračun amortizacije

| r/b       | Struktura                  | Vrijednost      | Amortizaciona stopa | Amortizacija    |
|-----------|----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| <b>1.</b> | <b>Građevinski objekat</b> |                 |                     | <b>1,010.00</b> |
|           | Postojeći                  | 48,000.00       | 2.00                | 960.00          |
|           | Nova ulaganja              | 2,000.00        | 2.50                | 50.00           |
| <b>2.</b> | <b>Tehnološka oprema</b>   |                 |                     | <b>5,375.00</b> |
|           | Postojeća                  | 0.00            | 10.00               | 0.00            |
|           | Nova                       | 31,000.00       | 12.50               | 3,875.00        |
|           | Pomoćna oprema             | 6,000.00        | 25.00               | 1,500.00        |
| <b>3.</b> | <b>Ostala ulaganja</b>     | <b>3,000.00</b> | <b>20.00</b>        | <b>600.00</b>   |
|           | <b>UKUPNO</b>              |                 |                     | <b>6,985.00</b> |

**Tabela 11.** Obračun investicionog održavanja

| r/b | Struktura                   | Troškovi amortizacije | Stopa | Iznos         |
|-----|-----------------------------|-----------------------|-------|---------------|
| 1.  | Građevinsko održavanje      | 1,010.00              | 8.00  | 80.80         |
| 2.  | Elektro-mašinsko održavanje | 5,375.00              | 9.00  | 483.75        |
|     | <b>UKUPNO</b>               |                       |       | <b>564.55</b> |

**C) Obračun premije osiguranja.** Premija osiguranja je trošak koji je neophodno platiti osiguravajućoj kompaniji za slučaj nastupanja okolnosti koje bi mogle negativno uticati na stanje osnovnih sredstava. Računa se kao proizvod ukupnih osnovnih sredstava i važeće stope koja je već definisana dogovarajućim zakonskim propisima. Tabelarno se prikazuju troškovi premije

osiguranja na godišnjem nivou (Tabela 12).

**Tabela 12.** Obračun premije osiguranja

| Vrijednost osnovnih sredstava | Stopa | Iznos  |
|-------------------------------|-------|--------|
| 90,000.00                     | 0.50  | 450.00 |

**D) Obračun finansijskih rashoda.** Finansijski rashodi predstavljaju trošak kamate za period otplate kreditnih sredstava. Dobijaju se na osnovu unešene kamatne stope propisane od strane davaoca kredita (i kamate na sopstvena sredstva ukoliko je to predviđeno) i predstavljaju zbir kamata za svaku godinu eksploatacije projekta.

## 2. Troškovi zarada

Troškovi zarada su troškovi koje je investitor (preduzetnik, odnosno fizičko lice) dužan da plati (1) radnicima, na ime njihovog doprinosa stvaranja nove vrijednosti, odnosno proizvoda ili usluge i (2) državi na ime poreza i doprinosa. Na osnovu poznatih zakonskih stopa za poreze i doprinose na teret poslodavca i osiguranika (zaposlenog radnika) dobija se prikaz o neto i bruto platama na godišnjem nivou (Tabela 13). Podaci o zaposlenosti i podaci o kvalifikacionoj struktura su već dati.

**Tabela 13.** Troškovi zarada sa obračunaom doprinosa po važećim stopama

| r/b        | VRSTA POREZA I DOPRINOSA                              | STOPA % | IZNOS            |
|------------|---|---------|------------------|
|            | <b>NETO PLATA RADNIKA:</b>                            |         | 7,584.00         |
| <b>I</b>   | <b>POREZ NA LIČNA PRIMANJA</b>                        | 19.00%  | 2,348.76         |
|            |   |         |                  |
| <b>II</b>  | <b>DOPRINOS NA BRUTO PLATE - OSIGURANICI</b>          |         |                  |
|            | 1. Doprinosa za penzijsko-invalidsko osiguranje       | 12.00%  | 1,483.43         |
|            | 2. Doprinosa za Zdravstveno osiguranje                | 7.50%   | 927.14           |
|            | 3. Doprinosa za osiguranje od nezaposlenosti          | 0.50%   | 61.81            |
|            | SVEGA   |         | 2,472.38         |
| <b>III</b> | <b>DOPRINOS NA BRUTO PLATE - POSLODAVAC</b>           |         |                  |
|            | 1. Doprinosa za penzijsko-invalidsko osiguranje       | 12.00%  | 1,483.43         |
|            | 2. Doprinosa za Zdravstveno osiguranje                | 7.50%   | 927.14           |
|            | 3. Doprinosa za osiguranje od nezaposlenosti          | 0.50%   | 61.81            |
|            | 4. Doprinosa za Privrednu komoru RCG                  | 0.27%   | 33.38            |
|            | 5. Doprinosa za sindikat RCG                          | 0.20%   | 24.72            |
|            | 6. Naknada za korišć. komunal. dobara od opšte. djel. | 2.00%   | 370.86           |
|            | SVEGA   |         | 2,901.34         |
|            | <b>UKUPNO:</b>  |         | <b>15,306.49</b> |

## 3. Troškovi obrtnih sredstava

**A) Troškovi osnovnog materijala.** Osnovni materijal je onaj materijal koji čini supstancu proizvoda, odnosno koji svojim kvalitetom i kvantitetom presudno utiče na osobine proizvoda. Na osnovu podataka o potrebnim sirovinama, odnosno materijalu, mjesečnim potrebama, jedinici mjere i nabavnim cijenama, dobija se prikaz troškova osnovnog materijala u toku godine (Tabela 14).



**Tabela 14.** Troškovi osnovnog materijala

| r/b | Naziv materijala | Mjesečne potrebe | Jedinica mjere | Godišnje potrebe | Nabavna cijena | Godišnji troškovi |
|-----|------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|
| 1.  | Komponenta I     | 100.00           | kg             | 1,200.00         | 2.50           | 3,000.00          |
| 2.  | Komponenta II    | 250.00           | kg             | 3,000.00         | 5.00           | 15,000.00         |
| 3.  | Komponenta III   | 300.00           | kg             | 3,600.00         | 8.00           | 28,800.00         |
|     | <b>UKUPNO</b>    |                  |                |                  |                | <b>46,800.00</b>  |

**B) Troškovi pomoćnog materijala.** Zavisno od karakteristika procesa proizvodnje i osobina pomoćnog materijala, njihov doprinos stvaranju proizvoda je manji ili veći, ali u svakom slučaju proces proizvodnje bez pomoćnog materijala je nezamisliv. Pomoćni materijal daje proizvodu konačna svojstva, a u formi alata predstavlja uslov proizvodnje *sine qua non*. S obzirom da se radi obično o manjim količinama, koje ne zahtijevaju posebno vremensko dinamiziranje, utvrđuju se samo godišnje potrebe. Na osnovu podataka o vrsti pomoćnog materijala, godišnjim potrebama, jedinicama mjere i nabavnim cijenama dobija se prikaz troškova pomoćnog materijala u toku godine (Tabela 15).

**Tabela 15.** Troškovi pomoćnog materijala

| r/b | Materijal                 | Godišnje potrebe | Jedinica mjere | Nabavna cijena | Vrijednost      |
|-----|---------------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1.  | Pomoćni materijal I       | 50.00            | kg             | 20.00          | 1,000.00        |
| 2.  | Pomoćni materijal II      | 10.00            | kg             | 100.00         | 1,000.00        |
| 3.  | Pomoćni materijal III     | 100.00           | litar          | 5.00           | 500.00          |
| 4.  | Ostali pomoćni materijali | 50.00            | kg             | 30.00          | 1,500.00        |
|     | <b>UKUPNO</b>             |                  |                |                | <b>4,000.00</b> |

**C) Ostali nematerijalni troškovi.** Za razliku od troškova osnovnog i pomoćnog materijala, ovi troškovi nemaju materijalističku crtu. Kao što i samo ime kaže, radi se o nematerijalnim troškovima koji egzistiraju u svakom preduzeću. Ovdje spadaju: prevoz radnika, topli obrok, troškovi zakupa, i ostali troškovi iz grupe "nematerijalni troškovi". Na osnovu unešenih podataka o vrsti nematerijalnih troškova i njihovoj vrijednosti dobija se prikaz nematerijalnih troškova na godišnjem nivou (Tabela 16).

**Tabela 16.** Ostali nematerijalni troškovi

| r/b | Troškovi                | Vrijednost      |
|-----|-------------------------|-----------------|
| 1.  | Troškovi el. energije   | 1,000.00        |
| 2.  | PTT                     | 1,000.00        |
| 3.  | Službena putovanja      | 1,000.00        |
| 4.  | HTZ oprema              | 500.00          |
| 5.  | Troškovi reprezentacije | 500.00          |
| 6.  | Prevoz radnika          | 1,000.00        |
| 7.  | Topli obrok             | 1,000.00        |
|     | <b>UKUPNO</b>           | <b>6,000.00</b> |

**D) Obračun potrebnih obrtnih sredstava.** Konačno, na osnovu unešenih podataka o broju dana vezivanja dobija se pregled potrebnih obrtnih sredstava na godišnjem nivou. Sredstva rezervi, u okviru dijela Odbitne stavke, izračunavaju se kao procenat (4%) od Ukupnog prihoda (Tabela 17).

Tabela 17. Obračun potrebnih obrtnih sredstava

| r/b       | Elementi                        | Godišnji promet | Dani vezivanja | Koeficijent obrta | Potrebna sredstva |
|-----------|---------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| <b>1.</b> | <b>OBRTNA SREDSTVA</b>          |                 |                |                   | <b>14,477.15</b>  |
|           | Zalihe materijala               | 51,814.55       | 12             | 30.00             | 1,727.15          |
|           | Nedovršena proizvodnja          | 0.00            |                | 0.00              | 0.00              |
|           | Zalihe gotovih proizvoda        | 170,000.00      | 12             | 30.00             | 5,666.67          |
|           | Potraživanja od kupaca          | 170,000.00      | 12             | 30.00             | 5,666.67          |
|           | Žiro račun                      | 170,000.00      | 3              | 120.00            | 1,416.67          |
| <b>2.</b> | <b>ODBITNE STAVKE</b>           |                 |                |                   | <b>4,439.30</b>   |
|           | Dobavljači                      | 51,814.55       | 14             | 25.71             | 2,015.01          |
|           | Amortizacija                    | 6,985.00        | 30             | 12.00             | 582.08            |
|           | Bruto zarade                    | 15,306.49       | 30             | 12.00             | 1,275.54          |
|           | Sredstva rezervi                | 6,800.00        | 30             | 12.00             | 566.67            |
| <b>3.</b> | <b>POTREBNA OBRTNA SREDSTVA</b> |                 |                |                   | <b>10,037.85</b>  |

### TROŠKOVI OSNOVNIH SREDSTAVA

**Amortizacioni plan otplate kredita.** Polazi se od pretpostavke: "Sredstva su odobrena", sad ih "samo" treba vratiti, naravno uz određenu cijenu koja podrazumijeva odricanja od trenutne potrošnje kreditora. Amortizacioni plan otplate, omogućava ocjenjivaču (i naravno investitoru) da, zavisno od uslova kredita, tačno zna koliko i kada će se vraćati odgovarajući iznosi (rate i kamate) kredita. U tabelama 18 i 19 su prikazani rezultati amortizacionog plana otplate kredita Fonda za razvoj koji je uzet na 4 godine sa kamatom 7 % na godišnjem nivou, grejs periodom 12 mjeseci, rokom otplate 36 mjeseci i kvartalnim vraćanjem sredstava. Na osnovu relevantnih podataka, u formi izvori finansiranja, formira se tabelarni pregled obaveza po osnovu kreditnih i sopstvenih sredstava (u smislu definisanja oportunitetnog troška i "testiranja izdržljivosti projekta").

Tabela 18. Amortizacioni plan otplate kredita

| Godina        | Glavnica  | Rata             | Kamata          | Anuitet          |
|---------------|-----------|------------------|-----------------|------------------|
| 1             | 30,000.00 |                  | 511.76          |                  |
|               | 30,511.76 |                  | 520.49          |                  |
|               | 31,032.24 |                  | 529.36          |                  |
|               | 31,561.61 |                  | 538.39          |                  |
| 2             | 32,100.00 | 2,675.00         | 547.58          | 3,222.58         |
|               | 29,425.00 | 2,675.00         | 501.95          | 3,176.95         |
|               | 26,750.00 | 2,675.00         | 456.32          | 3,131.32         |
|               | 24,075.00 | 2,675.00         | 410.68          | 3,085.68         |
| 3             | 21,400.00 | 2,675.00         | 365.05          | 3,040.05         |
|               | 18,725.00 | 2,675.00         | 319.42          | 2,994.42         |
|               | 16,050.00 | 2,675.00         | 273.79          | 2,948.79         |
|               | 13,375.00 | 2,675.00         | 228.16          | 2,903.16         |
| 4             | 10,700.00 | 2,675.00         | 182.53          | 2,857.53         |
|               | 8,025.00  | 2,675.00         | 136.89          | 2,811.89         |
|               | 5,350.00  | 2,675.00         | 91.26           | 2,766.26         |
|               | 2,675.00  | 2,675.00         | 45.63           | 2,720.63         |
| <b>UKUPNO</b> |           | <b>32,100.00</b> | <b>3,559.26</b> | <b>35,659.26</b> |

Tabela 19. Godišnje obaveze vraćanja kredita

| Godina        | Rata             | Kamata          | Anuitet          |
|---------------|------------------|-----------------|------------------|
| 1             | 0.00             | 0.00            | 0.00             |
| 2             | 10,700.00        | 1,916.53        | 12,616.53        |
| 3             | 10,700.00        | 1,186.42        | 11,886.42        |
| 4             | 10,700.00        | 456.32          | 11,156.32        |
| <b>UKUPNO</b> | <b>32,100.00</b> | <b>3,559.26</b> | <b>35,659.26</b> |

## FORMIRANJE UKUPNOG PRIHODA

Kako su poznati proizvodi, količina, jedinica mjere i prodajna cijena dobija se tabelaran prikaz proizvodnog asortimana i ukupan godišnji prihod (Tabela 20). Na osnovu ovih podataka može se procijeniti da li je uopšte isplativo ići u realizaciju biznis plana. Jedino u slučaju da su prihodi veći od ostvarenih troškova može se ići dalje. Obrnuto, treba preispitati kritične elemente i definisati mogućnosti eventualnog prevazilaženja problema.

U zavisnosti od stepena korišćenja kapaciteta koji je predviđen za prvu godinu (a koji je obično u prvoj godini poslovanja manji zbog uhodavanja mašina, obuke radnika i sl.) prezentuje se ukupan prihod za prvu godinu poslovanja.

Tabela 20. Formiranje ukupnog prihoda

| r/b | Proizvod      | Količina | Jedinica mjere | Cijena | Ukupan prihod     |
|-----|---------------|----------|----------------|--------|-------------------|
| 1.  | Proizvod I    | 1,000    | kg             | 40.00  | 40,000.00         |
| 2.  | Proizvod II   | 1,000    | kg             | 30.00  | 30,000.00         |
| 3.  | Proizvod III  | 5,000    | kg             | 20.00  | 100,000.00        |
|     | <b>UKUPNO</b> |          |                |        | <b>170,000.00</b> |

Ukupan prihod za prvu godinu iznosi **136,000.00 €**, pri stepenu korišćenja kapaciteta od 80%.

## OCJENA BIZNIS PLANA

**1. Bilans stanja.** Relevantni podaci o osnovnim sredstvima (građevinski objekat, oprema), obrtna sredstva, ostala ulaganja i izvori finansiranja omogućavaju da se dobije prikaz početnog bilansa stanja (sredstva i izvori sredstava) (Tabela 21). Ukoliko su sredstva jednaka izvorima, ispunjen je jedan od neophodnih preduslova, da se biznis plan realizuje shodno postavljenim ciljevima i planu i naravno ispoštovano je "zlatno bilansno pravilo".

Tabela 21. Bilans stanja

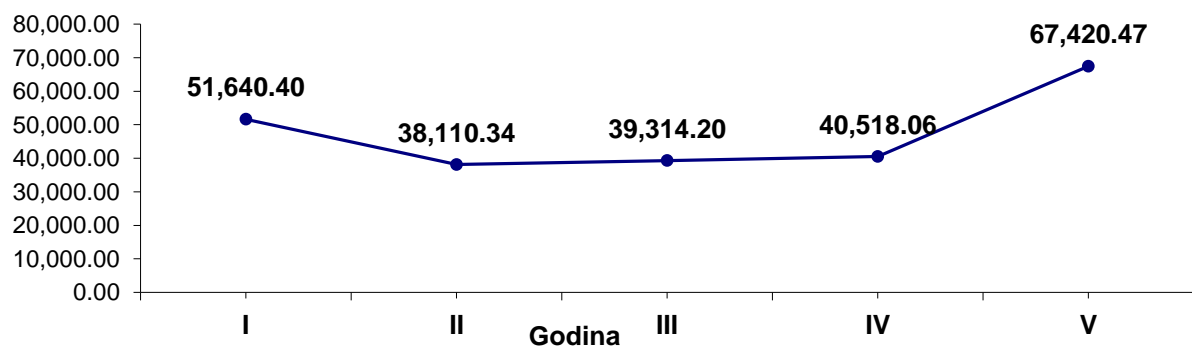
| I        | Sredstva                   | Vrijednost        | II       | Izvori                  | Vrijednost        |
|----------|----------------------------|-------------------|----------|-------------------------|-------------------|
| <b>A</b> | <b>Osnovna sredstva</b>    | <b>90,000.00</b>  | <b>A</b> | <b>Sopstveno ucesce</b> | <b>50,000.00</b>  |
| <b>1</b> | <b>Građevinski objekat</b> | <b>50,000.00</b>  | <b>B</b> | <b>Kreditni</b>         | <b>50,000.00</b>  |
|          | - izvedeni                 | 48,000.00         |          | Banka                   | 20,000.00         |
|          | - novi                     | 2,000.00          |          | Fond za razvoj RCG      | 30,000.00         |
| <b>2</b> | <b>Oprema</b>              | <b>37,000.00</b>  |          |                         |                   |
|          | <b>Osnovna oprema</b>      | <b>31,000.00</b>  |          |                         |                   |
|          | Postojeća oprema           | 0.00              |          |                         |                   |
|          | Nova oprema                | 31,000.00         |          |                         |                   |
|          | - domaća                   | 15,000.00         |          |                         |                   |
|          | - strana                   | 16,000.00         |          |                         |                   |
|          | <b>Pomoćna oprema</b>      | <b>6,000.00</b>   |          |                         |                   |
| <b>3</b> | <b>Ostala ulaganja</b>     | <b>3,000.00</b>   |          |                         |                   |
| <b>B</b> | <b>Obrtna sredstva</b>     | <b>10,037.85</b>  |          |                         |                   |
|          | <b>UKUPNO</b>              | <b>100,037.85</b> |          | <b>UKUPNO</b>           | <b>100,000.00</b> |

**2. Bilans uspjeha.** Izračunate su sve relevantne stavke za utvrđivanje čiste (neto) dobiti, odnosno akumulacije. Za to se daje pregled svih prihoda, rashoda, poreza (na osnovu važeće stope koja se primjenjuje za poresku osnovicu na bruto dobit dobija se iznos obaveza koje treba izmiriti državi po osnovu poreza na dobit) i naravno dobiti, jer se pretpostavlja da se program koji ostvaruje gubitke neće kreditirati. Kretanje akumulacije, odnosno neto dobiti po godinama je značajan podataka o biznis planu (Tabela 22, Slika 3).

Napomena: U bilansu uspjeha kod utvrđivanja finansijskih rashoda na godišnjem nivou u obzir se uzimaju rashodi po osnovu kamata i rata (odnosno anuiteti) po godinama poslovanja.

**Tabela 22.** Bilans uspjeha

| r/b      | Struktura                                   | I godina - grejs period | II godina        | III godina       | IV godina        | V godina         |
|----------|---|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>A</b> | <b>Ukupni prihodi</b>                       | 136,000.00              | 170,000.00       | 170,000.00       | 170,000.00       | 170,000.00       |
| <b>B</b> | <b>Ukupni rashodi</b>                       | 67,146.13               | 119,186.22       | 117,581.07       | 115,975.92       | 80,106.04        |
| 1.       | Poslovni rashodi                            | 67,146.13               | 80,106.04        | 80,106.04        | 80,106.04        | 80,106.04        |
| 1.1.     | <i>Materijalni i nematerijalni troškovi</i> | 46,251.64               | 57,814.55        | 57,814.55        | 57,814.55        | 57,814.55        |
| 1.2.     | <i>Amortizacija</i>                         | 5,588.00                | 6,985.00         | 6,985.00         | 6,985.00         | 6,985.00         |
| 1.3.     | <i>Bruto zarade</i>                         | 15,306.49               | 15,306.49        | 15,306.49        | 15,306.49        | 15,306.49        |
| 2.       | Rashodi finansiranja                        | 0.00                    | 39,080.17        | 37,475.03        | 35,869.88        | 0.00             |
| <b>C</b> | <b>Bruto dobit</b>                          | 68,853.87               | 50,813.78        | 52,418.93        | 54,024.08        | 89,893.96        |
| <b>D</b> | <b>Porez na bruto dobit</b>                 | 17,213.47               | 12,703.45        | 13,104.73        | 13,506.02        | 22,473.49        |
| <b>E</b> | <b>Akumulacija/neto dobit</b>               | <b>51,640.40</b>        | <b>38,110.34</b> | <b>39,314.20</b> | <b>40,518.06</b> | <b>67,420.47</b> |



**Slika 3.** Grafički prikaz akumulacije – neto dobiti po godinama

### 3. Finansijski pokazatelji

**Diskontovana stopa dobiti** dobija se kao odnos između sume diskontovanih neto dobiti (po godinama) iz bilansa uspjeha i predračunske vrijednosti investicije. Obzirom na "vremensku vrijednost novca", (novčana jedinica ima veću vrijednost danas nego sutra), diskontovana stopa dobiti pokazuje koliko se jedinica (u procentima) neto dobiti u sadašnjem vremenu ostvari na svaku jedinicu investicija biznis plana (Tabela 23).

**Tabela 23.** Diskontovana stopa dobiti

| Godina | Neto dobit    | Diskontni faktor za<br>diskontnu stopu 7% | Sadašnja vrijednost<br>neto dobiti |
|--------|---------------|---|------------------------------------|
| 1      | 51,640.40     | 1.000000                                  | 51,640.40                          |
| 2      | 38,110.34     | 0.934579                                  | 35,617.14                          |
| 3      | 39,314.20     | 0.873439                                  | 34,338.54                          |
| 4      | 40,518.06     | 0.816298                                  | 33,074.80                          |
| 5      | 67,420.47     | 0.762895                                  | 51,434.75                          |
|        | <b>UKUPNO</b> |   | <b>206,105.64</b>                  |

*Diskontovana stopa dobiti iznosi 206,11 %.*

**Period povraćaja uložениh sredstava** pokazuje vremenski period za koji će biznis plan uspjeti da vrati uložena sredstva (Tabela 24). Realizacija biznis plana je opravdana ukoliko je rok vraćanja uložениh sredstava manji ili jednak vremenskom periodu utvrđenom od strane davaoca kredita. Ukoliko je period povraćaja uložениh sredstava veći od 4 godine (grejs period i rok otplate utvrđen kao najduže prihvatljiv rok povraćaja od strane davaoca kredita) projekat se smatra neprihvatljivim.

**Tabela 24.** Period povraćaja uložениh sredstava

| Godina | Ukupna investiciona ulaganja |             | Iznos akumulacije |              | RAZLIKA    |
|--------|------------------------------|-------------|-------------------|--------------|------------|
|        | Po<br>godinama               | Kumulativ I | Po<br>godinama    | Kumulativ II |            |
| 1      | 100,000.00                   | 100,000.00  | 51,640.40         | 51,640.40    | -48,359.60 |
| 2      |                              | 100,000.00  | 38,110.34         | 89,750.74    | -10,249.26 |
| 3      |                              | 100,000.00  | 39,314.20         | 129,064.94   | 29,064.94  |
| 4      |                              | 100,000.00  | 40,518.06         | 169,583.00   | 69,583.00  |
| 5      |                              | 100,000.00  | 67,420.47         | 237,003.46   | 137,003.46 |

*Sredstva se vraćaju u 3 godini.*

## ZAKLJUČAK

U poslednjoj fazi izrade biznis plana potrebno je dati zaključna mišljenja, preporuke i razloge zbog kojih treba podržati realizaciju odnosno projekta.

Preporučuje se da na ovom mjestu budu navede ključni afirmativni argumenti iz dijela biznis plana koji se odnose na:

- Proizvod
- Tržište
- Menadžment
- Ocjenu biznis plana

## PRILOZI

Potencijalnim kreditorima neophodnu je uz biznis plan priložiti prateću dokumentaciju. Na osnovu već potenciranih zahtjeva u obrađenim poglavljima poželjno je priložiti:

- Posjedovni list i kopiju plana;
- Izvod sa Zavoda za zapošljavanje kojim se potvrđuje da je nosilac biznis plana nezaposleno lice;
- Rješenje nadležnog opštinskog organa o upisu u registar preduzetnika (ukoliko konkuriše preduzetnik, a ne fizičko lice);
- Izjavu investitora (preduzetnika, odnosno fizičkog lica) o sopstvenom učešću;

- Izjavu investitora (preduzetnika, odnosno fizičkog lica) o broju radnika koji će se zaposliti realizacijom projekta i dinamiku njihovog zapošljavanja;
- Predugovore o saradnji sa potencijalnim kupcima;
- Ponude za opremu (minimalno tri);
- Skicu građevinskog dijela biznis plana ukoliko se radi o značajnijim ulaganjima u građevinski objekat.

**NAPOMENA**

Potencijalnim preduzetnicima treba naglasiti da **ulazak u biznis zahtijeva odgovarajuće lične karakteristike**. Njih treba procijeniti objektivno jer se radi o vlastitoj budućnosti. Naime, uspješan preduzetnik treba da bude lider, koji voli sam da odlučuje, uživa u konkurenciji, posjeduje snažnu volju i samodisciplinu, voli ljude i zna maksimalno da iskoristi njihovu kreativnost.

Osim ovih ličnih karakteristika sposobnosti i iskustva neophodna je spremnost za značajne fizičke, emotivne i finansijske napore. Sopstveno vođenje biznisa zahtijeva produženo radno vrijeme, dužu radnu nedjelju, drugačiji odnos prema ličnim stvarima. Kada je neophodno učvrstiti biznis često se mora uložiti kompletna ušteđevina, založiti imovina pod hipoteku, sniziti životni standard i sl. Veoma je važno iskoristiti sve povoljnosti za finansiranje (državne i privatne izvore) zakonske olakšice koje stoje na raspolaganju, uspostavljene prijateljske i rodbinske veze.

**POSTUPAK REGISTRACIJA PREDUZEĆA U CRNOJ GORI<sup>6</sup>**

**Uslov:**

- **Potreban je pasoš, jedan EURO osnivačkog uloga i jedan dan boravka u Crnoj Gori!**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>1</b>                             | <p><b>Odabere se i provjeri naziv preduzeća.</b><br/>                 Predloži se naziv za firmu. U Centralnom registru Privrednog suda provjeri se da li je naziv slobodan.<br/>                 Provjeru naziva može da završi i odabrana agencija za registraciju firme.</p>   |
| <b>2</b>                             | <p><b>Priprema potrebnih podataka.</b><br/>                 Nakon provjere da li je naziv slobodan pripremi se:<br/>                 – Izabrani naziv firme;<br/>                 – Lični podaci za osnivača i direktora:<br/>                     Ime i prezime, adresa stanovanja, JMB, broj pasoša;<br/>                 – Sjedište firme – ukoliko firma nema adresu, može se registrovati na adresu agencije koja vrši registraciju;<br/>                 – Djelatnosti kojima će se firma baviti.<br/>                 Podaci se mogu poslati na e-mail odabrane agencije za registraciju firme.</p>  |
| <b>3</b>                             | <p><b>Priprema dokumentacije</b><br/>                 Na osnovu dostavljenih podataka, agencija pripremi potrebna dokumenta za registraciju: Odluku (Ugovor) o osnivanju, Statut, obrasce za registraciju, obrasce za deponovanje potpisa i dogovori se termin za potpisivanje i ovjeru ovih dokumentacija u sudu.</p>  |
| <b>4</b><br><br><b>i</b><br><b>5</b> | <p><b>Ovjere dokumentacije</b><br/>                 Za ovjeru moraju se posjedovati sledeća dokumenta:<br/>                 ✓ Lična dokumenta (lična karta, pasoš),<br/>                 ✓ Ukoliko je osnivač pravno lice: Izvod iz registra ne stariji od 6 mjeseci,<br/>                 ✓ Statut.</p> <p>Neophodno je lično prisustvo osnivača i direktora da potpišu i ovjere sljedeća dokumenta u sudu:<br/>                 ✓ Odluku (Ugovor) o osnivanju preduzeća,<br/>                 ✓ Ovlašćenje,<br/>                 ✓ Deponovane potpise za banku,<br/>                 (Ovjeru dokumenata u sudu može da se obavi za jedan sat)</p> |

<sup>6</sup> <http://selecta-me.blogspot.com/search/label/radna%20dozvola>

|   |   |   |
|---|---|---|
| 6   | <p><b>Registracija preduzeća u Centralnom registru</b></p> <p>Kompletiranje i predaja dokumenata za registraciju firme u Privrednom sudu, registraciju PIB-a, PDV-a, carinskog broja i otvaranje računa kod banke. Agencije mogu da završe i ovaj dio.</p>  |   |
| 7   | <p><b>Kompletnu dokumentaciju agencije završe u roku od 7-10 dana</b></p>   |   |
| <p><u>Šta se dobije registracijom</u></p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Osnivački akta (Odluka-Ugovor o osnivanju, Statut)</li> <li>2. Rešenje o registraciji firme</li> <li>3. Matični broj</li> <li>4. PIB</li> <li>5. PDV</li> <li>6. Carinski broj</li> <li>7. Pečat firme</li> </ol> | <p>Angažovanje agencije obezbeđuje:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registraciju firme na adresi agencija, ako se ne posjeduje svoj prostor (bez nadoknade)</li> <li>2. Besplatne sve konsultantske usluge</li> </ol> |
| <p><u>Ukupni troškovi registracije posredstvom agencija</u></p>   |   | <p><u>Cijena je 300€</u><br/><u>(u cijenu su uračunate sve takse)</u></p>   |
| <p><b>Šta je sledeće:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Odobrenje za rad i za poslovni prostor</u> - ukoliko je to za djelatnost neophodno.</li> <li>2. <u>Izbor knjigovodstvene agencije</u> - (agencija koja vrši registraciju može preporučiti knjigovodstvenu agenciju).</li> <li>3. <u>Donošenja pravnih akata</u>: Društvo mora imati svoje normativne akte (obavezno: Statut, Pravilnik o sistematizaciji radnih mjesta, Pravilnik o zaradama, Ugovor o radu sa zaposlenim i odgovorajuće odluke).</li> <li>4. <u>Prijem i prijavljivanje zaposlenih</u>: Potrebno je provesti postupak prijema zaposlenih, shodno Zakonu o radu Crne Gore i opštem aktu društva (obavezno: Ugovor o radu), evidentirati i prijaviti zaposlene na nadležno penzijsko i zdravstveno osiguranje, izvršiti obuku zaposlenih iz oblasti zaštite na radu, protivpožarne zaštite,...</li> </ol> |   |   |

## OBLICI OBAVLJANJA PRIVREDNIH DJELATNOSTI<sup>7</sup>

Oblici obavljanja privrednih djelatnosti u Crnoj Gori su:

- 1) preduzetnik;
- 2) ortačko društvo (ortakluk)- "OD";
- 3) komanditno društvo - "KD";
- 4) akcionarsko društvo - "AD";
- 5) društvo sa ograničenom odgovornošću - "DOO";
- 6) djelovi stranih društava.

### Preduzetnik

Preduzetnik je fizičko lice koje se bavi privrednom djelatnošću radi sticanja profita, a tu djelatnost ne obavlja za račun drugoga. Preduzetnik je odgovoran za sve obaveze u vezi sa privrednom djelatnošću koju obavlja cjelokupnom svojom imovinom.

Preduzetnik se registruje za potrebe statistike u CRPS-a dostavljanjem registracione izjave.

### Ortačko društvo (ortakluk)

Ortakluk je odnos između lica koja obavljaju djelatnost u cilju sticanja profita. Sva društva čiji

<sup>7</sup> Zakon o privrednim društvima ("Službeni list RCG", br. 6/02 i "Službeni list CG", br. 17/07, 80/08 i 40/10)

članovi nemaju ograničenu odgovornost su ortakluci. Lica koja su stupila u ortački odnos zovu se ortaci i kolektivno se nazivaju: firma. Ortak može biti fizičko ili pravno lice. Ortak ima neograničenu solidarnu odgovornost.

Ortakluk se registruje za potrebe statistike u CRPS-a podnošenjem registracione prijave, ali postojanje ortakluka nije uslovljeno njegovom registracijom. Registraciona prijava sadrži naziv ortakluka, imena ortaka, njihove adrese i matične brojeve.

### **Komanditno društvo**

Komanditno društvo je društvo jednog ili više lica koja se zovu komplementari i jednog ili više lica koja se zovu komanditori i kolektivno se nazivaju: firma. Komplementari su neograničeno solidarno odgovorni za sve obaveze društva. Komanditori odgovaraju za obaveze društva do visine svojih uloga. Ulozi komanditora mogu biti u novcu ili u stvarima i pravima koja se procjenjuju.

Tokom trajanja društva komanditor ne može, posredno ili neposredno, povlačiti ili primati natrag bilo koji dio svog uloga, u protivnom odgovoran je za obaveze firme do visine uloga koji je povukao ili primio natrag. Komplementar i komanditor može biti fizičko ili pravno lice.

### **Akcionarsko društvo**

Akcionarsko društvo je društvo fizičkih ili pravnih lica koje se osniva u cilju obavljanja privredne djelatnosti, a čiji je kapital podijeljen na akcije. Društvo je svojom imovinom i obavezama potpuno odvojeno od akcionara. Akcionarsko društvo odgovara za svoje obaveze cjelokupnom svojom imovinom. Minimalni osnovni kapital akcionarskog društva je 25.000€. Osnivači su dužni da osnivački kapital uplate u iznosu od najmanje 25.000€, u novcu.

Osnivači akcionarskog društva zaključuju ugovor o osnivanju društva. Zaključenjem ugovora osnivači postaju akcionari. Akcionarsko društvo mogu osnovati najmanje dva osnivača.

*Akcija* predstavlja interes u društvu koji se sastoji od prava učešća u raspodjeli profita i drugih prava utvrđenih zakonom i statutom društva. Akcije se u emituju, prenose i čuvaju u dematerijalizovanom obliku i postoje u elektronskoj formi u informacionom sistemu Centralne Depozitarne Agencije (CDA).

*Obveznica* akcionarskog društva je hartija od vrijednosti sa fiksnim prihodom, koja daje pravo njenom vlasniku na kamatu i ostala prava utvrđena prilikom emisije obveznice ili u ugovoru o otkupu obveznice. Nakon dospjeća, vlasniku obveznice se isplaćuje iznos glavnice.

### **Društvo sa ograničenom odgovornošću**

Društvo sa ograničenom odgovornošću mogu osnovati fizička ili pravna lica, ulaganjem novčanih ili nenovčanih sredstava u društvo radi ostvarivanja profita, a njegovi osnivači odgovaraju za obaveze društva do iznosa svojih uloga. Osnivač može osnovati jedno ili više lica. Društvo može imati najviše 30 članova. Ulozi osnivača čine početni kapital društva.

Društvo obavezno sadrži naznaku "DOO". Uplatom početnog uloga stiče se udio u društvu, srazmjerno vrijednosti uloga i postaje član društva. Član društva posjeduje udio koji predstavlja njegov procenat u vlasništvu kapitala. Udio u društvu može dati pravo članu društva da ima više od jednog glasa.