

**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Tehnologija materijala u prometu roba

dr. Nada Štrumberger

**TEHNOLOGIJA**

**MATERIJALA**

*U PROMETU ROBA*

*dr. Nada Štrumberger*

Znanost o materijalima proučava prirodne materijale koje čovjek nalazi u prirodi i ti materijali nazivaju se primarni materijali, a preradom primarnih materijala dobivamo sekundarne proizvode koji dolaze na tržište.

Putevi razvoja roba na tržištu mogu biti tehničko-proizvodni i komercijalno ekonomski. U tehničko-proizvodni ubrajaju se sljedeće djelatnosti:

- ideja pojedinca ili timski rad
- uočavanje potreba tržišta
- raznovrsna dokumentacija
- sama proizvodnja
- manipulacija (ambalažiranje, pakiranje, skladištenje, transport)

U razvoju novih materijala danas su prisutni elektronika i informatika, biotehnologija i ekologija na području keramičkih, metalnih, plastičnih i kompozitnih materijala.

Kompozitni materijali su izrađeni od polimernih materijala sa dodatkom staklenih ili karbitnih vlakana. Naročito se koriste u zrakoplovstvu jer su 4 puta čvršći nego bilo koji metalni materijali.

Promet materijala je dio znanosti koji obuhvaća ponašanje materijala, njegova svojstva, kvalitetu i promjenu kvalitete u toku prometa. Preko 90% materijala koji se nalaze u prometu podliježu promjeni kvalitete, najčešće usred kvarenja te, nepravilnog manipuliranja. U prometu razlikujemo vanjski i unutarnji transport robe.

### **Značenje poznavanja materijala**

Vrijednost materijala temelji se na vrijednostima upotrebljenih izvornih sirovina i na korištenju raznovrsnih tehnoloških procesa. Materijali mogu biti osjetljivi na mehaničke sile, vlagu, kisik koji dovodi do korozije, te razna onečišćenja koja se odražavaju na promjenu mirisa, okusa te izgleda.

Poznavanje prirode materijala u proizvodnji mora biti integrirano sa zahtjevima prometa u sljedećim fazama:

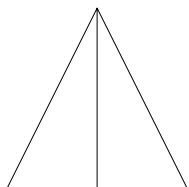
- uskladištenje sirovina
- priprema sirovina
- operacija obrade
- završne operacije
- ambalažiranje i pakiranje
- uskladištenje gotovih proizvoda

Priroda materijala u prometu znatno utječe na transportnu tehnologiju i odabiranjem iste uvjetovano je oblikom materijala. Prema obliku razlikujemo nekoliko vrsta i to:

- materijali bez oblika
- sipki materijali
- pastozni
- materijali stabilnog oblika

**Materijali bez oblika** su plinovi pod normalnim tlakom, komprimirani ili ukapljeni plinovi, tekućine i neki dvofazni sistemi. Kod tih materijala važna je plinska konstanta  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ .

Sipki materijali su prašci, granule, zrnasti materijali. Ti materijali poprimaju oblik posude u kojima se nalaze i prema horizontali poprimaju određeni kut koji se naziva nasipni kut. Rezultat sipkosti izražava se kao kotanges kuta što zatvaraju horizontalu sa stranicama stožca. Što je kotanges kuta veći bolja je sipkost i obrnuto.



Mjerenja se izvode pri normalnim uvjetima, a to su 20°C i vlaga od 65%.

Nasipna ili zapremninska težina je odnos mase i volumena, a ovisi o obliku čestica i razmaku među česticama. U toku transporta vibracijama se smanjuje prostor između čestica, te nasipna težina raste, a volumen se smanjuje.

**Pastozni materijali** su razne paste, kreme, razne pjene koje imaju svojstva paste. Mogu teći pod silom koja je veća od sile teže. Postojanost oblika je veća u odnosu na tekuće i sipke materijale. Tu se javlja važno svojstvo unutrašnjeg trenja između čestica koje se zove viskoznost, a može biti *dinamička* koja se mjeri u  $Pa \cdot s$  (paskalskundama), *kinematička* ( $m^2/s$ ) i *relativna* koja se mjeri u stupnjevima englera, Reedwood sekundama i Scibdi sekundama.

Tečenje idealnih tekućina izražava se jednadžbom kao napon smicanja i to je odnos sile smicanja kroz površinu smicanja. Inače je napon smicanja koeficijent proporcionalnosti. Brzina smicanja prikazana je modelom dviju ploča pri čemu se gornja ploča pomiče u smjeru napona, a donja ploča je fiksna te se brzina definira  $D = dv/dy$  gdje nam je  $v$  brzina gornje ploče, a  $y$  je razmak između ploča u cm. Prema njtenu koeficijent proporcionalnosti između napona i brzine smicanja treba biti konstantan za sve vrste tekućina, ali u praksi to vrijedi samo za vodu i mineralna ulja te se oni nazivaju idealnim tekućinama.

Veliko značenje kod pretakanja tekućina ima priroda tekućine, godišnje doba te vrsta i kvaliteta crpki. Važno svojstva pastoznih materijala je točka kapanja, a to je postojanost plastičnih tvari na povišene temperature. Plastičnost se ispituje kao sila smicanja na aparatu koji se naziva plastometar.

Penetracija - pokazuje nam čvrstoću, a mjeri se na standardiziranom penantrometru. Pri 25°C u vremenu od 5s pušta se konus u pastu i prodiranje se očita na instrumentu.

**Materijali stabilnog oblika** su oni koji imaju veliku postojanost volumena i oblika prema bilo kakvim promjenama. To su najčešće trodimenzionalni, dvodimenzionalni i linearni materijali.

### **Značenje fizikalno-kemijske prirode materijala**

<u>Kondenzacija</u>	- važno svojstvo kod plinova ako se mijenja tlak i temperatura i to naročito ako su nam niske temperature, a visoki tlakovi
<u>Isparavanje</u>	- suprotno od kondenzacije
<u>Napon pare</u>	- to je tlak kod kojeg se pare tekućine nalaze u termodinamičkoj ravnoteži sa tekućinama od koje su nastale. Mjeri se na REID aparatu pri 38°C.
<u>Hidroskopnost</u>	- povećanjem higroskopnosti povećava se i napon pare. To je svojstvo upijanja vlage.
<u>Topljivost</u>	- vezana je sa temperaturom

## 1. MATERIJALI U PROMETU

Materijale u prometu možemo podijeliti:

- 1 - s obzirom na rukovanje
- 2 - prema stupnju obrade
- 3 - po svojstvima
- 4 - s obzirom na vrijednosti
- 5 - kvaliteti

Kod rukovanja moramo voditi računa o kakvim se materijalima radi - da li su rasuti, komadni, zapakirani, a to znači da uz sve materijale u prometu mora postojati prateća dokumentacija.

Rasuti materijali su oni koji nemaju ambalažu. Komadni materijali nemaju ambalažu, ali su pravilnog oblika i uvijek se nalaze zasebno.

Prema stupnju obrade mogu se podijeliti na sirovine, poluproizvode i gotove proizvode. U sirovine spadaju i neki tkz. poluproizvodi, jer nekoj industriji neki proizvod može biti poluproizvod, a drugoj industriji to može biti sirovina u tehnološkom procesu. U sirovine ne spadaju samo materijali koje dobijemo iz prirode, već i kemijski proizvodi koji se dobivaju "umjetnim" putem, to su kemijske sirovine. Primjer su sintetička vlakna koja se dobivaju kemijskim putem, a u daljnoj industriji služe kao sirovine.

Kod svojstva materijala mora se voditi računa o agregatnom stanju, o fizičkim utjecajima (utjecaj atmosfere, vlaga, kisik, razni štetni plinovi), o mehaničkim svojstvima materijala pa mogu biti: rasuti, mekani, tvrdi, žilavi, kruti.

Podjela prema vrijednosti - dijele se na visoko vrijedne, srednje vrijedne i nisko vrijedne. Visoko vrijedni materijali zahtijevaju brz i siguran prijevoz. Takvi materijali prevoze se najčešće avionom. Srednje vrijedni proizvodi su oni koji imaju određenu ambalažu i pakovanje (ambalaža je zasebno pakovanje svakog proizvoda, a pakovanje je transportno pakovanje), a to su najčešće proizvodi široke potrošnje. Niskovrijedni proizvodi mogu imati, ali nemoraju imati ambalažu i prevoze se najčešće u rifuzi.

Kvaliteta - sva svojstva neke robe čine kvalitetu robe i ona daju robi upotrebnu vrijednost. Ukupnu kvalitetu neke robe označavamo sa Q, a tu se ubrajaju:

$Q_a$  - tehničko-tehnološka svojstva

$Q_f$  - estetsko-komercijalna svojstva

$Q_e$  - ekonomska svojstva (cijena)



### **Klasifikacija robe u prometu**

Svrstavaju se u grupe koje se sastoje iz kolekcija što predstavlja skup istovrsnih materijala i ona može biti proizvodna kolekcija i tržna kolekcija. U kolekciju se ubrajaju razni sortimenti roba, a to je dio kolekcije jedne proizvodne grupe. Materijali kod kojih se važna svojstva podudaraju pripadaju jednoj vrsti. U jednoj određenoj vrsti materijala sistematizacijom izdvajaju se podvrste, a u podvrstama sorte, u sortama rodovi, u rodovima razredi, u razredima grupe i u grupama klase.

- *vrste* → *podvrste* → *sorte* → *rodovi* → *razredi* → *grupe* → *klase*

Sorte materijala sadrže više rodova tj. određenih trgovačkih klasa materijala.

Rod obuhvaća više vrsta materijala istih ili sličnih svojstava.

Razred obuhvaća više rodova materijala među kojima postoji međusobna razlika.

Grupe obuhvaćaju više razreda obzirom na primjenu.

### **1. UDK - Unificirana Decimalna Klasifikacija**

Kod te klasifikacije razlikujemo dva osnovna sustava. Prvi je *hijerarhijski sustav* kojeg čine klase materijala koje se kao stablo granaju u podklase, pa dalje do najsitnijih dijelova. Drugi je *analitičko-sintetički sustav* koji ima specifičan pristup obzirom na svojstva materijala.

Klasifikacijski sustavi mogu biti opći i posebni.

Opći klasifikacijski sustav obuhvaća sva djelatnost i djeli se na deset oblasti:

- industrija i rudarstvo, poljoprivreda i ribarstvo, šumarstvo, građevinarstvo, promet i veze, trgovina i ugostiteljstvo, obrtništvo, stambena i komunalna djelatnost, kultura i socijalna djelatnost i djelatnost društvenih organa i službi.

Te oblasti dijele se u grupe i taj sustav je prihvatila međunarodna federacija za dokumentaciju i tako je nastala unificirana decimalna klasifikacija.

Posebni klasifikacijski sustav namjenjen je za samo jedno, vrsti proizvoda ili materijala te kod toga postoji veliki broj UDK-propisa.

Prvu klasifikaciju proveo je u SAD-u Melvin Deway na primjeni knjiga i časopisa. Prema UDK-u promet se ubraja u 656-u granu koja je podjeljena prema vrstama prometa.

## **2. Standardna međunarodna trgovinska klasifikacija CTCI**

Pojavljuje se prvi puta 1938.g. kada je društvo naroda naroda donijelo listu pod nazivom *minimalna robna lista statistike vanjske trgovine*. Nju je sekretarijat UN-a donio, a konačno je objavljena 1960. i od tada je na snazi.

Svi proizvodi podjeljeni su u 10 sektora, pa dalje u 56 grana, zatim se grane dijele na grupe, a grupe u podgrupe i pozicije.

Princip pisanja brojeva je sljedeći: prvi broj označuje sektor, prva dva označuju granu, prva tri označavaju grupu, prva četiri podgrupu, a svih pet mjesta označuju poziciju.

## **3. Međunarodna Briselska nomenklatura - SMTK**

To je nomenklatura (konvencija) koja se temelji na međunarodnom sporazumu gdje su proizvodi svrstani prema prirodi materijala od kojeg su napravljeni i to je važno kod određivanja carinskih tarifa. Donešena je 1955. g.

## **4. EAN - Europska Numeracija Artikala**

Javlja se 70-ih godina, a pomaže pri klasifikaciji i indentifikaciji roba, te u prometu roba. Slična takva numeracija osnovana je 1966.g. u SAD i zove se UPC.

Prva tri broja uvijek označuju zemlju iz koje dolazi roba. Sljedeća četiri simbola označuju granu proizvodnje, zatim šifru proizvoda, a zadnja šifra je kontrolni broj proizvoda.

## **2. OČUVANJE KVALITETE U PROMETU**

Oštećenja mogu biti: - mehanička  
- fizička  
- kemijsko-biološka

**Mehanička oštećenja** su uvjetovana veličinom sile koja djeluje i prirodom materijala na koju sila djeluje. Ovisno o vrsti sile i intenzitetu, oštećenja mogu biti trajna i prolazna.

**Fizička oštećenja** uvjetovana su djelovanjem okoline, a to znači kisikom i vlagom iz zraka. Nastaju uz povećanje temperature. Cisterna ne smije biti puna jer prilikom prijevoza zbog temp. razlika dolazi do povećanja volumena. Posljedica može biti moguća eksplozija.

**Kemijsko-biološka oštećenja.** Vlažnost je bitna kod proizvoda da bi se očuvala kvaliteta, jer posljedica djelovanja vlage može dovesti do biokemijskih promjena tj. do razvoja mikroorganizama. Biološki osjetljivi materijali su organskog porijekla, a to su mikroorganizmi, encimi i biološko aktivne tvari. Uzročnici

biološkog kvarenja mogu biti bakterije, gljivice, kvasci, plijesni, protozoje, virusi, rikecije, insekti i glodavci.

Bakterije mogu biti patogene i nepatogene, a prema izgledu mogu biti koke, bacili i spirale. One su uzročnici kvarenja hrane, a posljedica su razne zarazne bolesti.

Gljivice su mikroorganizmi koji se dijele na kvasce i plijesni.

Protozoje su mikroorganizmi koji imaju svojstva životinja (npr. amebe). Najrasprostranjeniji mikroorganizmi su virusi.

Rikecije su prijelazni oblici između bakterija i virusa.

Encini i fermenti su biološki katalizatori.

Glodavci i insekti su vidljivi nosioci fizičkih oštećenja. Sredstva za zaštitu od glodavaca su *rodenticidi*, a od insekta *insekticidi*.

Promjene koje nastaju pod djelovanjem svjetla, također spadaju u fizičko oštećenje. Kemijska osjetljivost materijala očituje se u osjetljivosti prema kisiku, prisutnosti vlage, povećanju temperature, vibracija u prometu itd.

### 3. UTVRĐIVANJE KVALITETE PROIZVODA

Prema načinu ispitivanja materijala možemo govoriti objektivnim i subjektivnim metodama. Utvrđivanje kvalitete materijala može biti organoleptičko, mehaničko, fizičko, kemijsko, tehnološko, eksploatacijsko i biološko-fiziološko ispitivanje.

Organoleptička ispitivanja su ispitivanja pomoću naših čula (izgled, miris, boja opip). Analiza se vrši pregledom izgleda proizvoda, okusa, mirisa i arome.

**Okus** proizvoda je važno svojstvo kod prehrambenih proizvoda, jer se njime definira upotrebna vrijednost proizvoda. Ocjenu prihvatljivosti prehrambenog proizvoda određuje više ispitivača, te se okus uspoređuje sa normom, te rezultate određujemo po *hedonističkoj* ljestvici sa ocjenama od 9 do 1. Ocjena 9 je naročito prihvatljiv okus, 8 vrlo prihvatljiv okus, 7 srednje prihvatljiv okus, 6 neznatno, 5 neutralan, 4 neznatno neprihvatljivo, 3 srednje neprihvatljiv, 2 vrlo neprihvatljiv i 1 naročito neprihvatljiv. Granična vrijednost je 6.5.

**Miris** predstavlja vodeće svojstvo kod raznih kozmetičko-farmaceutskih i prehrambenih artikala.

**Aroma** proizvoda ovisna je o vremenu, a ocjenjuje se ocjenama od 0 do 3.

0 - bez arome

1 - slaba aroma

2 - srednja aroma

3 - jaka aroma

Metode organoleptičke analize mogu biti testovi razlikovanja, bodovanje, sustavi i klasifikacija. Testovi mogu biti: parni, test sa više proba i trajna proba.

Parni test se koristi za odabiranje uzoraka koji je bolji na temelju unaprijed određenog kriterija, nema normiranog uzorka. Trajna proba su po vanjskom izgledu jednaki i međusobno se razlikuju simbolima.

Bodovanje:

- max. broj bodova kod kave je 150, kod voćnih sokova 20, a kod kruha 30.

Sustavi i klasifikacije → *klasifikacija* - podjela u klasi prema svojstvima.

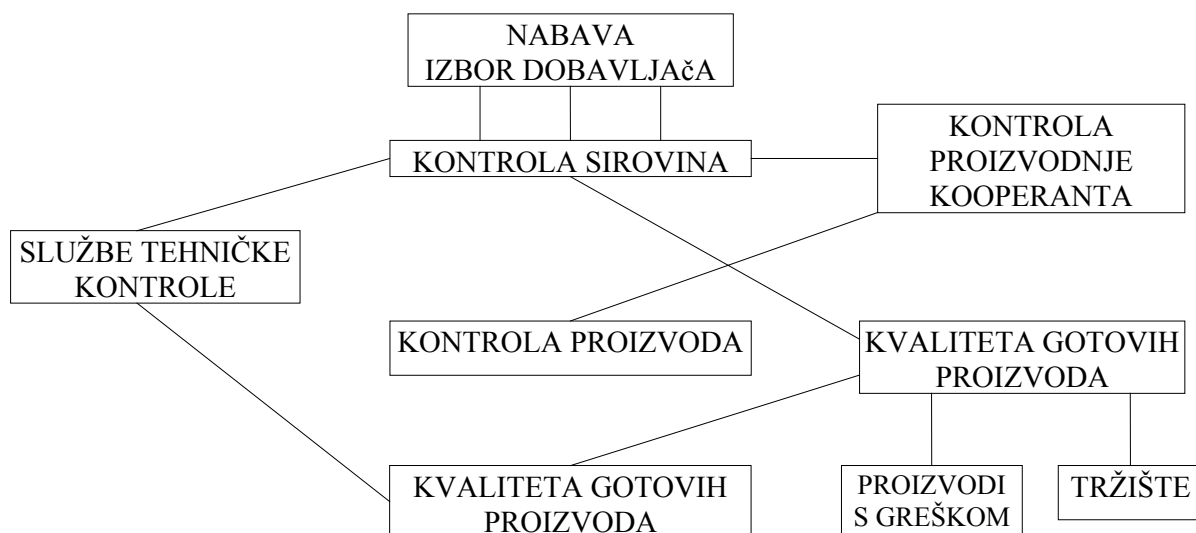
#### 4. KVALITETA MATERIJALA U PROMETU

Kvalitetu materijala čine sva svojstva koja daju robi upotrebnu vrijednost.

U praksi razlikujemo kvalitetu materijala u dvije kategorije:

1. Kvaliteta tvorničke izrade
2. Kvaliteta koncepcije proizvoda

Kod (1) vodi se računa o kvaliteti ulaznih sirovina, kontroli izrade tj. praćenje tehnološkog procesa i kontrola finalnih (gotovih) proizvoda. Kod kvalitete gotovih proizvoda vodi se računa o kvaliteti samog proizvoda i o kvaliteti same izrade. Kvaliteta koncepcije proizvoda prati se sa nekoliko aspekata i to tehničko-tehnološki, eksploatacijsko-funkcionalni i dizajn... Kvaliteta proizvodnje važna je kod izrade gotovih proizvoda i to od ulaznih sirovina, poluproizvoda, do gotovih proizvoda.



Tehnička kontrola gotovih proizvoda.

## 5. MEHANIČKA SVOJSTVA MATERIJALA

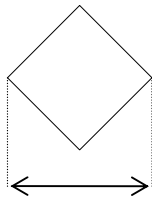
- djelovanje vanjske sile na materijal

- **Čvrstoća** je svojstvo materijala da se odupire kidanju. Aparati kojima se čvrstoća mjeri su kidalice ili dinamometri. Materijal se ispituje u što više uzoraka (minimum 5).
- **Tvrdoća** je svojstvo da se materijal opire prodiranju tvrdog materijala. Tu razlikujemo statičke i dinamičke metode. Dinamičke metode se najčešće upotrebljavaju za polimerne materijale, a statičke metode za metalne legure.

Statičke metode su: BRINEL, WICKERS, ROCKWEL.

*Brinelova metoda* koristi čeličnu kuglicu promjera 2.5, 5 i 10 mm koja se utiskuje u uzorak u vremenu od 15 - 20s. Promjer otiska uspoređuje se sa Brinelovom skalom.

*Wickers metoda* - uzorak se mora pripremiti, a otisak se vrši dijamanтном piramidom u vremenu 15 - 20s. Uzorak se mora odmastiti i ispolirati.



Ta metoda je dosta točna.

Promjer  $a$  se mjeri nakon utiskivanja.

$$a = 13 \text{ mm} = 900 \text{ Hw}$$

*Rockwel* je kombinacija Brinela i Wickersa jer za meke materijale koristi se čelična kuglica, a za tvrde dijamanтна piramida. Sprava za mjerenje zove se durometar.

Dinamičke metode su: SHORE, POLDI, BAUMAN.

*Shore* - aparat na kojem se vrši ispitivanje zove se skleroskop. Bat se spušta na uzorak i mjeri se veličina otiska.

*Poldi* - batom se vrši otiskivanje, ali uz usporedni uzorak.

- **Udarna žilavost** - žilavost je otpor materijala prema udarnim opterećenjima. Jedinica je  $\text{J/m}^2$  - utrošeni rad po jedinici presjeka. Aparat za ispitivanje je *Šarpijev bat*. Žilavost je najvažnije svojstvo materijala.
- **Zamor materijala** - je djelovanje sile do razaranja materijala. Granica zamora je najveća sila kojom možemo opteretiti materijal da ne dođe do njegovog razaranja i uvijek se nalazi u pripadnim tabelama. Granica zamora kod polimernih materijala (npr. guma) predstavlja elastičnost odnosno plastičnost.

## 6. FIZIČKA SVOJSTVA MATERIJALA

- su boja, gustoća, temperature točke...

**Boja** karakterizira kvalitetu proizvoda (uslijed kvarenja ili nekih promjena dolazi do promjena boje).

**Gustoća** je težina kubne jedinice tvari. Bez obzira na agregatno stanje, svaka tvar ima gustoću. Osnovica ili baza za određivanje gustoće je 1 litra destilirane vode pri 4°C čija je gustoća 1g/cm<sup>3</sup>.

Kod metala granica za određivanje težine je 3.5 g/cm<sup>3</sup>, tj. metali sa gustoćom manjom od 3.5 g/cm<sup>3</sup> su laki metali, a sa većom gustoćom teški metali. Od metala najlakši je litij, a najteži je osmij.

Sve kiseline su teže od vode (sulfatna kiselina  $\rho = 1.8 \text{ g/cm}^3$  - najača kiselina, a njaslabija je solna kiselina koja ima i najmanju gustoću od kiselina). Kiseline se miješaju s vodom (tvari teže od vode miješaju se sa vodom, a lakše tvari se ne miješaju. Organske kiseline nisu opasne (octena).

Gustoća se kod tekućina mjeri aerometrom kojim se mjeri na temperaturama od 15°C i 20°C. Za mjerenje gustoće mlijeka upotrebljava se laktodenzimetar. Za tekućine služi još i Mohr-Westfalova vaga koja se koristi u laboratorijima.

Za ispitivanje gustoće ulja, maziva, kašastih materijala služi piknometar koji se koristi samo u laboratorijima. Za sulfatnu akumulatorsku kiselinu koristi se homeometar i njezina gustoća je 28-32° Be.

Nasipna težina važna je kod transporta i skladištenja jer je uvijek upola manja od gustoće. To svojstvo važno je kod plastičnih masa i kod robe u rasutom stanju.

**Temperatura topljenja** je temperatura u kojoj čvrsti materijali prelaze u tekuće stanje. Što je veća energija veze između atoma u molekuli, to je viša temperatura topljenja.

Koeficijent toplinskog širenja materijala su promjene koje nastaju ako se materijal zagrije za 1°C.

- kod tekućina to je zapreminski koeficijent širenja  $\rightarrow \beta$

Općenito promjene zapreminne kod zagrijavanja nazivaju se diletacija.

- kod čvrstih materijala moguće je linearno širenje materijala - koeficijent  $\alpha$

**Toplinska vodljivost materijala** je sposobnost provođenja topline koja prođe između dvije kocke od 1 cm<sup>3</sup>/s. Jedinica je W/mK.

Materijali sa slobodnim elektronima u zadnjoj ljusci su bolji vodiči topline, a oni koji su vezani kovalentnom vezom razlikuju se na sobnoj temperaturi.

npr.	srebro	420 W/mK
	željezo	84 W/mK
	čelik	8-16 W/mK
	staklo	0.4-1.2 W/mK
	zrak	0.25 W/mK

Malu toplinsku vodljivost ima titan i njegove legure pa se zato koriste u raketnoj i svemirskoj tehnici. Materijali sa niskom vodljivošću upotrebljavaju se u prometnoj tehnici i u građevinarstvu kao toplinski izolacioni materijali.

Toplinska podjela izolatora dijeli se na klase.

klasa Y	- dopuštena temperatura	90°C
klasa A	- dopuštena temperatura	105°C
klasa E	- dopuštena temperatura	120°C
klasa B	- dopuštena temperatura	130°C
klasa F	- dopuštena temperatura	155°C
klasa H	- dopuštena temperatura	180°C
klasa C	- dopuštena temperatura	veća od 180°C

## 7. ELEKTRIČNA SVOJSTVA MATERIJALA

Električno svojsvo materijala je ponašanje materijala pri propuštanju el. struje i materijali se dijele na vodljive, poluvodljive, magnetske i nevodljive materijale.

Prilikom električnih vodljivosti javlja se električni otpor, a to je suprotstavljanje protjecanju električne energije. Specifični otpor je otpor materijala presjeka  $1\text{mm}^2$  na duljini 1m, a ovisi o kemijskom sastavu i fizičko-tehnološkim svojstvima. Povećanjem temp. raste i el. otpor. Snižanjem temperature do apsolutne nule materijali praktički nemaju električni otpor pa se tada govori o supravodljivosti.

Električna vodljivost je recipročna vrijednost otpora. Dovođenjem energije iz valentne ljuske u viši energetske nivo omogućuje se veća vodljivost. Čisti metali imaju pravilnu i jednoličnu kristalnu rešetku te im je vodljivost velika.

Kao *vodiči* u prometnoj tehnici koriste se srebro i aluminijske legure, a kao *poluvodiči* ugljen, oksidi bakra, nikla, titana, cinka te sulfidi srebra. Kao *izolatori* koriste se organski i anorganski materijali.

Prema magnetskim svojstvima materijali mogu biti paramagnetični, feromagnetični i dijamagnetični.

## 8. KEMIJSKA SVOJSTVA MATERIJALA

- kemijski sastav
- kemijska otpornost na koroziju
- otpornost na vatru
- toplinska otpornost
- kristalografska svojstva

Sva svojstva materijala koja utječu na kem. sastav imaju atome koji čine molekule. Atom se sastoji od protona, neutrona i elektrona.

Kemijski sastav materijala određuje se kemijskom analizom i to volumetrijski, gravimetrijski i elektrogravimetrijskim metodama. Za utvrđivanje kem. sastava koriste se fizikalno-kemijske analize, spektralne i termoanalize. Najveću primjenu imaju metode otkrivanja mikroskopskih oštećenja pomoću ultrazvuka, rendgenske i magnetske metode. Kemijski sastav materijala određuje se kao elementarna analiza, kao tehnička i kao spektroskopska analiza.

Kod tehničke analize vrši se ispitivanje npr. pepela ili vlage ako su od tehničkog značenja za neki materijal.

Spektrografija - najčešće se upotrebljava infracrveni spektar i on predstavlja intenzitet svjetla u infracrvenom području što je karakteristično za svaki materijal posebno, pa se govori o osobnoj karti tog materijala.

Osim spektrografije koristi se i plinska kromatografija i služi za određivanje komponenata u smjesi. Bazira se na selektivnoj apsorpciji različitih tvari na nosiocu koji je izrađen od površinski aktivnih materijala npr. silikagel, kreda, aktivni ugljik. Kromatografija se dijeli prema nosiocu na papirnu i na kromatografiju gdje se kao gorivo koristi plin dušik koji prolazi kroz kolonu napunjenu površinskom aktivnom tvari. Pojedini segmenti nalaze se u koloni gdje je nosač plin i mjeri se također toplinska provodljivost utvrđivanjem količine zraka u smjesi našeg uzorka.

Kontrolu kvalitete u kemijskom sastavu u prometu ne obavlja prijevoznik nego vlasnik robe.

Osim o kemijskom sastavu važno je voditi računa o vlazi u materijalima koja može biti gruba, vezana i kristalna vlaga. Gruba vlaga je sadržaj vode apsorbirane u obliku sitnih kapljica na površini. Vezana vlaga je postotak vodene pare ili vode u materijalima - relativna vlaga. Kristalna vlaga - vezana je u strukturi samih materijala i uključena je u molekularnu težinu materijala.

Ukupna vlažnost tekućine i plinova te materijala osjetljivih na povišene temperature ispituje se metodom destilacije po *Thiel-u*, *Karl-Fisherovom* metodom te infracrvenim spektrometrom. Metodom po Thielu ispituju se materijali koji su lako isparljivi i kao tekućina za destilaciju koriste se organski spojevi, a izdvojena voda izdvaja se u posebnom nastavku aparata gdje se očita njena količina. Karl-Fisherova metoda koristi se za materijale koji su na povišenim temperaturama pod utjecajem vlage razgrađuju. Infracrvena spektrometrija koristi se najviše za rifuznu robu.

Kiselost materijala utječe bitno na kvalitetu, a ispituje se pomoću ph-metra.

## KEMIJSKA OTPORNOST MATERIJALA NA KOROZIJU

Otpornost materijala na koroziju utvrđuje se galvanskim člankom. Što je metal plemenitiji, to je otporniji na utjecaj atmosfere i korozije.

Uzročnici korozije dijele se prema *Kirchner*-u na:

1. Atmosferske uzročnike (vlaga, magla itd.)
2. Ispušni plinovi (iz motora, iz dimnjaka)
3. Nepravilna termička obrada metala ili legura
4. Nepravilna zaštita protiv korozije
5. Nepravilna obrada prije nanošenja zaštite
6. Nepravilna izvedba kanalizacije tj. otpadnih voda

Prema materijalu na kojem se očituje korozija, uzročnici mogu biti: fizikalni, kemijski, elektrokemijski i kompleksni.

Prema načinu djelovanja korozija može biti: površinska, lokalna, točkasta i interkristalna. Površinska je najmanje opasna, jer se lako odstranjuje. Najopasnija je točkasta jer nije uočljiva, stvaraju se potencijalni uzročnici za otpadanje laka, boja. Interkristalna se javlja kada neki element npr. klor ulazi u kristalnu strukturu osnovnog materijala.

Najbolja zaštita od korozije postiže se galvanizacijom i legiranjem materijala. Zaštita se vrši i pomoću nemetalnih prevlaka kao što su emajliranje, boja, ulja...

Korozija se mjeri u *mm* na godinu.

Ultrazvučna defektoskopija materijala primjenjuje se kod kontrole pojedinih ugrađenih elemenata i kod kontrole spojeva. Metoda se temelji na odbijanju zvuka na granicama gušćih i rjeđih materijala sa različitim ultrazvučnim otporom (impedancija). Infrazvuk ima manje od 16 Hz frekvenciju, sam zvuk ima od 16 - 20000 Hz, a ultrazvuk ima od 20 kHz do  $10^9$  Hz. Sve ultrazvučne metode ispitivanja nehomogenosti u materijalima baziraju se na refleksiji ultrazvučnih valova sa greškama. Ako se za identifikaciju greške koriste valovi koji su prošli kroz ispitivani materijal i ako se valovi reflektiraju od greške, razlikujemo refleksnu i ehometodu, koje se koriste za otkrivanje greške, određivanje veličine greške kao i za određivanje dubine greške.

Utvrđivanje materijala radijacijom vrši se pomoću rengenskih i gama zraka.

Osim ultrazvučne imamo i magnetsku defektoskopiju, gdje se otkrivaju promjenu u materijalu pobuđivanjem magnetskog polja. Na taj način mogu se ispitati samo feromagnetični materijali.

## KRISTALOGRAFSKA SVOJSTVA MATERIJALA

Kristali mogu biti kristalični i amorfni.

Amorfni nemaju nikakvu strukturu (kocka, kvadar, itd.).

razlikujemo nekoliko vrsta kristala i to:

- 1) *mehaničke mješavine* javljaju se kod legura ako je veličina legirajućeg atoma jako velika u odnosu na osnovni materijal
- 2) *kristali mješanci* - nastalu kada je razmak među atomima u kristalu tako velik da dolazi do kemijskog spajanja i nastajanja nove tvari i javlja se nova vrsta kristalne rešetke.

## 9. TEHNOLOŠKA SVOJSTVA MATERIJALA

U TSM ubraja se način obrade i oblikovanje na različitim temperaturama. Imamo obradu bez skidanja strugotina gdje se ubraja ljevanje, gnječenje (prešanje, kovanje, izvlačenje, valjanje) i sintrovanje (provodi se kod teško topljivih materijala, a to je sposobnost da se ispod temp. topljenja međusobno povezuju kovine, nakon toga se melju u prah i prešaju pod visokim pritiskom).

Druga vrsta obrade je sa skidanjem strugotine (glodanje, piljenje, bušenje).

## 10. TRANSPORTNA SVOJSTVA MATERIJALA

Kod transportnih svojstva materijala javljaju se različita oštećenja koja prema uzroku mogu biti:

a) *mehanička naprezanja* koja su uvjetovana vertikalnim dinamičkim silama, klizanjem, vibracijama i trenjem.

b) *klima*

c) *mikroorganizmi*

d) *insekti i glodavci*

e) *opasni materijali*

Vertikalne dinamičke sile nastaju kao posljedica pada koji se javlja u toku transporta, prilikom toga mogu nastati razne deformacije paketa. Omjer između visine pada i puta kočenja  $h/s$  pokazuje koliko je puta akceleracija kočenja veća od slobodnog pada i naziva se  $g$ -vrijednost. Također nam pokazuje koliko je puta sila udara veća od težine materijala. Ako je sila udara dostigla dopušteno opterećenje nastat će trajne deformacije.

Naprezanje uvjetovano horizontalnim dinamičkim silama nastaje pri naglom pokretanju, zaustavljanju tj. kod nagle promjene pravca kretanja. Može se izraziti  $g$ -vrijednostima koje nam pokazuju koliko je puta negativna akceleracija kočenja veća od akceleracije sile teže. Javljaju se i sekundarne dinamičke sile koje mogu izazvati velika oštećenja. Zbog promjene brzine kretanja vozila, materijal može kliziti i to kad su horizontalne sile veće od sile trenja. Kada je otpor trenja toliko velik da ne može doći do klizanja, onda dolazi do prevrtanja.

*Međunarodni propisi - ISO standardi - najviše se pojavljuje u elektrotehničkoj industriji.*

## 11. AMBALAŽA

Na prvom je mjestu papir za ambalažu, na drugom su umjetne mase, na trećem je metal.

Funkcija ambalaže je zaštitna, skladišno-transportna, prodajna i upotrebna.

Razlikujemo komercijalnu (malu) i transportnu (veliku) ambalažu.

Komercijalna se dijeli na:

1) povratnu i nepovratnu

2) odvojivu i neodvojivu

Danas se transportna ambalaža ne vraća (izbjegava se).  
Skladišno-transportna funkcija uvjetovana ja oblikom transportne ambalaže.  
Prodajna funkcija je važna za komercijalnu ambalažu.  
Upotrebna funkcija važna je kod komercijalne ambalaže, jer upotrebom ambalaže dolazimo do robe.

## AMBALAŽNI MATERIJAL

### Papir

Ako je težina  $150 \text{ g/m}^2$  onda je to papir, a iznad te težine smatramo da je karton. Napravljen je iz celuloznih vlakana, koje mogu biti iz drveta, pamuka, slame i drugih biljnih vlakana.

Prema vlaknima razlikujemo vlakna iz sjemena, stabla i iz drveta.

U tehnološkom smislu u industriji papira vlakna mogu biti:

- a) vlakna od krpa
- b) celulozna vlakna
- c) drvenjača
- d) sintetička vlakna

Obzirom na sirovine razlikujemo:

- a) papir od krpa, to su vlakna koja su otporna na habanje, trošenje
- b) bezdrveni papir - koristi se sve vrste celuloze
- c) papir sa drvenjačom, najviše se koristi za izradu papira (tiskarama, novine)

Drvenjaču dobijemo ako se usitnjeno drvo ili slama melje u posebnim mlinovima, sa puno dodatka vode. Ovisno o vrsti drveta razlikujemo bijelu i crnu drvenjaču. Bukovo drvo daje crnu drvenjaču.

Dva osnovna postupka pomoću kojih dobijemo celulozu su *natronski i bisulfatni* postupak.

Kod natronskog postupka dodaje se 10 - 50 % otopina natrijeva hidroksida NaOH, to se kuha na temp.  $150^\circ\text{C}$ , pritisak 10 bara, u trajanju od 1.5 - 5 sati. Što duže kuhamo dobijemo kvalitetniju celulozu. Nakon toga se pere vrućom vodom te se balira u bale  $\approx 200 \text{ kg}$ .

Kod bisulfitnog postupka moramo prvo pripremiti bisulfitni lug (lužinu), a to dobijemo ako na kalcij-karbonat djelujemo sa sumporastom kiselinom ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ). Tada stavljamo drvo u autoklave. Kuha sa na temp.  $110^\circ\text{-}130^\circ\text{C}$ , pritisak 2-6 bara u trajanju od 5 do 25 sati. Nakon kuhanja celuloza se pere, suši i balira. Lug se može regenerirati i ponovo upotrijebiti, dok kod natronskog postupka to nije slučaj.

Ako se želi dobiti celuloza iz slame, natrijevoj lužini dodaje se kalcijeva lužina i vrši se kuhanje na temp.  $160^\circ\text{-}190^\circ\text{C}$ , pritisak 6-12 bara u vremenu od 5 do 10 sati.

Za dobivanje celuloze postoje 3 osnovne metode:

1. Indirektna metoda - kuhanje na temp.  $120^\circ\text{-}135^\circ\text{C}$ , tlak 2.5-4 bara, 30 sati i koristi se indirektno grijanje vodenom parom.

2. Direktna metoda - direktno grijanje vodenom parom, temp. 140°-160°C, tlak 4-6 bara, vrijeme 7-15 sati.
3. Metoda primarne cirkulacije - cirkuliranje luga

Dobivena celuloza odvodi se u tvornice papira gdje razlikujemo nekoliko tehnoloških faza:

- 1) Priprema sirovina - dodavanje dodataka celulozi, npr. reciklirani papir, punila koja mogu biti silikati (koalin, talk i azbest). Koalin povećava gustoću papira. Talk daje glatkoću i sjaj. Takav papir povoljan je za razna štampanja. Azbest daje izolacijsko svojstvo papira. Drugo punilo su sulfati koji služe za izradu finih vrsta papira. Najčešće se dodaje barijev sulfat. Karbonati, razni oksidi i sulfidi su isto punila. Papir po kojem se razljeva tinta nema tutkala kao punila. Tutkalo je organsko punilo, a gore navedena punila su anorganska.
- 2) Priprema papirnatih masa vrši se uz dodatak vode u hidropulverima.
- 3) Oblikovanje papirnatih masa.
- 4) Dorada papira.

Kod oblikovanja papirnatih masa prolazi kroz sistem valjaka, dobijemo trake širine 2m, suši se i na kraju dobijemo ogromnu balu. Ta bala odlazi na doradu.

Komercijalna ambalaža je isključivo napravljena od papira.

Na ambalaži mora biti deklaracija (što je unutra, tko je proizvođač, itd.).

Kao transportna ambalaža koristi se ljepenka i valoviti karton.

Proizvodnja ljepenke sastoji se u ljepljenju više papirnatih slojeva. Kao ljepilo koristi se škrobovo ljepilo na 80°C i postiže se velika žilavost ljepenke, vodeno staklo koje daje otpornost prema zapaljenju, sintetičko ljepilo se najčešće koristi za izradu voodootpornih ljepenki, a to su razni fenoplasti.

Valoviti karton sastoji se iz više slojeva papira gdje se između papira nalaze ulošci u obliku valova. Prema broju valova razlikujemo 3, 5 i 7 valoviti karton. Kod valovitih kartona prema širini i visini valova dijele se u 4 grupe i to u A, B, C i E. Osim toga veoma važno svojstvo je otpornost na pritisak (N/cm<sup>2</sup>).

Celofan spada u papirnatu ambalažu. On je kemijski proizvod celuloze debljine 0.0022 - 0.45 mm, širina folije max do 1300 mm, težina od 15 - 45 g/m<sup>2</sup>. Celofan dolazi u promet kao čisti celofan ili lakirani kod kojeg se vrši lakiranje pomoću nitroceluloznih lakova. Na tržištu pojavljuje se celofan označen troznamenastim brojem, te slovom pa još 2 znamenke. Troznamenasti broj označava težinu celofana, slovo označuje vrstu celofana, a zadnje 2 znamenke označavaju primjenu celofana (npr. 12 - za pakiranje cigareta).

### **Umjetne mase**

koriste se kao glavni ambalažni materijal i veliku primjenu imaju kao pomoćni ambalažni materijal.

Prema temperaturi dijele se na:

- 1 termoplastične - postoje na temp. do 100°C
- 2 termostabilne - postoje na temp. iznad 100°C

Kod polikondenzacije imamo dva različita monomera koji se spajaju u jedan polimer.

Polietileni dobiju se polimerizacijom plina etilena visokotlačnim i niskotlačnim postupkom. Uvijek je prisutan katalizator. Polietileni ubrajaju se u termoplastične umjetne mase radne temperature do 70°C. Gustoća kreće se od 0.92 do 0.96 g/cm<sup>3</sup>. Čvrstoća je oko 1000 N/mm<sup>2</sup>. Rastezljivost je oko 200%. Dolaze u promet u obliku folija raznih oblika komercijalne i transportne ambalaže, a može se koristiti i kao izolacijski materijal u građevinarstvu.

PVC (polivinilklorid) - osnovna sirovina je kuhinjska sol, kalcijev karbid i voda. Elektrolizom vodene otopine NaCl dobijemo Cl<sub>2</sub>↑ (klor, ↑ - radi se o plinovima). Kada kalcijev karbid prelijemo vodom dobijemo plin acetilen, koji se zajedno sa klorom uvodi u autoklav, katalizator HgCl<sub>2</sub>. Polimerizacijom dobijemo vinilklorid. Plastičan je, gustoća od 1.2 do 1.6 g/cm<sup>3</sup>, a čvrstoća od 6000 - 6500 N/mm<sup>2</sup>, rastezljivost je 5 puta veća nego kod polietilena (1000%). U promet dolazi u obliku folija različitih debljina. Može se na temperaturi oko 150°C spajati zavarivanjem. Određeni prehrambeni proizvodi u PVC-u imaju ograničenu upotrebu.

Polipropileni dobiju se niskotlačnim postupkom plina propilena. Gustoća im je 0.9 - 0.92 g/cm<sup>3</sup>, postojani su do 170°C i pogodni su za ambalažu za prehrambene proizvode.

Polistiren dobije se polimerizacijom tekućine stirena, gustoća mu je od 1.05 do 1.07 g/cm<sup>3</sup>, ima čvrstoću od 2000 - 7600 N/mm<sup>2</sup>. Radna temperatura je oko 110°C. Koristi se kao glavni i pomoćni ambalažni materijal.

Poliamidi se dobiju polikondenzacijom heksametildiamina i adipinske kiseline uz izdvajanje amonijaka. Koriste se za izradu transportne ambalaže jer su veoma žilavi i čvrsti, a mogu se oblikovati različitim načinima. Od njih se izrađuju plastični brojčanici i sl.

Poliesteri (PES) se dobiju polikondenzacijom dvovalentnih alkohola i dvobazne organske kiseline, uz izdvajanje vode. Koristi se za komercijalnu ambalažu.

Fenoplasti se dobiju polikondenzacijom fenola i formaldehida uz izdvajanje vode. Kutija od TV izrađena je od fenoplasta. Formaldehidne plastične mase prema monomerima mogu biti: fenolne

karbomidne

melaminske umjetne mase

Epoksilne plastične mase koriste se u vidu raznih smola za izradu komercijalne ambalaže ili za dijelove pojedinih aparata.

Oblikovanje ambalaže od umjetnih masa vrši se:

1. Valjanjem gdje se dobiju folije, trake i ploče.
2. Prešanjem se dobiju ploče većih debljina
3. Izvlačenjem se dobiju folije, razne cijevi i profili.

Ekstrudiranje je način izrade cilindrične ambalaže.

**KOMPLEKSNA AMBALAŽA**

Laminati se dobiju ljepljenjem dva različita materijala, a koriste se kao ambalaža za tekućine, granulate i razne praškove. Najviše korišten je natrion papir. Iz tog laminata izrađuju se raznovrsne kutije koje imaju dobra mehanička svojstva, vodootporne su i zaštićuju proizvod od vanjskih utjecaja.

Celofan - celofan - za pakovanja čipsa.

Celofan - polietilen - za vakuum pakovanja.

Celofan - alu folija - polietilen - za kavu, juhe.

Blister - oblik ambalaže gdje je gornji dio proziran, a donji dio je od kartona.

Skin ambalaža - gornji dio je proziran, donji dio je karton, a folija nam je zavarena na podlogu.

Strech ambalaža je od umjetnih masa gdje se roba vidi sa svih strana.

### **Metalna ambalaža**

Najčešće se koristi kao lim i to čelični lim debljine 0.2 mm koji ima prevlaku od kositra ili cinka, a mogu se premazivati raznim bojama i lakovima.

Kao ambalaža koristi se i aluminij. Ima široku primjenu, relativno je mekan (od njega se izrađuju tube za senf, majonezu i čašice za paštetu). Prednost mu je što se može bojati i moguće je štampanje po njemu (otiskivanje podataka, datum, rok trajanja).

### **Staklena ambalaža**

- kremen, pijesak, voda i vapnenac su sirovine za izradu stakla

Prema odnosu količina tih sirovina ovisi kakva će se vrsta stakla dobiti.

Pri preradi stakla dodaje se oko 50% novih sirovina i 50% mljevenog starog stakla. Ako sirovina-talina nije homogena može doći do pucanja stakla.

- Vino se mora držati u staklenoj ambalaži, jer u plastičnoj ambalaži dolazi do kemijske reakcije (opasne).

### **Tekstil-ambalaža**

Za izradu tekstilne ambalaže koristi se juta, konoplja, lan, pamuk i manila.

Tekstil se danas koristi kao transportna ambalaža ili kao tkanina za omatanje.

Tekstil je prirodnog porijekla i mora imati mogućnost "disanja".

Pamuk je isto prirodnog porijekla i pri prijevozu u balama mora biti pakiran (omotan) u tekstilnu ambalažu.

### **Drvena ambalaža**

Drvo mora biti zdravo i ne smije imati kvrga.

Dolazi u promet u obliku - letvarica (male, srednje, velike, otvorene i zatvorene)

- sanduka

- kolutova za dugačke kablove

Uglavnom se koristi kao transportna nepovratna ambalaža.

## Uz glavne ambalažne materijale koriste se i POMOĆNI AMBALAŽNI MATERIJALI

- u njih ubrajamo:

- Materijali za omatanje - čuvaju proizvod od utjecaja osnovne ambalaže.
- Sredstva za označavanje - razne etikete, naljepnice, razni pečati.
- Sredstva za jastučenje - najčešće se izrađuju od umjetnih masa u vidu papira, a služe za ispunjenje transportne ambalaže da se proizvod sačuva u toku transporta.
- Sredstva za otvaranje i zatvaranje - su čepovi od pluta, plastičnih materijala, metalnih materijala - bijeli lim, termoplastične folije i ljepljive trake.

### TRANSPORTNA AMBALAŽA

Koristi se kao vanjska ili sekundarna ambalaža, a vrsta i tip uvjetovani su transportnim uvjetima i svrstani su transportnim uvjetima i svrstani su transportne razrede:

1. razred - podrazumjeva se prijevoz na kraćim relacijama
2. razred - prijevoz unutar države gdje se koriste sve vrste prijevoza
3. razred - samo zračni prijevoz (IATA - prijevoz roba)
4. razred - vodeni prijevoz

Koriste se kontejneri i palete za lakši transport roba, gdje su točno određene dimenzije i volumen prema ISO-normama.

Paleta je drvena podloga koja je prva primjenjena '59 godine u željezničkom prometu i nazvana je europaleta. Danas se palete izrađuju od aluminija da bi bile lagane. Kada kažemo da je paleta ambalaža? Kada materijal na paleti omotamo plastičnom folijom.

Prema transportnoj ambalaži i transportnim uvjetima svrstava se ambalaža u transportne klase i tu razlikujemo rasutu robu koja se prevozi otvorenim (ugljen, rude) ili zatvorenim (razna umjetna gnojiva i proizvodi biljnog porijekla) transportnim sredstvima.

U drugu transportnu klasu ubraja se komadna roba gdje se također vrši prijevoz u otvorenim i zatvorenim transportnim sredstvima.

Treća klasa je tekuća roba - nafta i derivati, te svi proizvodi u tekućem stanju.

Četvrta klasa su sve ostale vrste roba.

Transportna klasa ima dvije znamenke.

- prva označava vrstu transporta

1 - vodeni promet

2 - željeznički promet

3 - cestovni promet

4 - zračni promet

- druga znamenka označava vrstu roba
- 1 - komadna roba
- 2 - pojedinačna roba
- 3 - limeni kontejneri
- 4 - ISO kontejneri
- 5 - oznaka za poštanski promet

Također su utvrđene i klase pakiranja koje se sastoje iz dvije znamenke.

Prva znamenka označuje glavnu grupu.

Npr. 1 - sanduk

10 - drveni sanduk

12 - kartonska kutija

Ako je prva znamenka 2 to znači da je ambalaža povratna. Oznaka 3 - paleta.

Oznaka 4 - poštanski promet.

Druga znamenka kazuje o kojoj se vrsti materijala radi i je li povratna ili nepovratna.

Svaku pošiljku mora pratiti popratni list.

## SKLADIŠTENJE

Skladištenje materijala ima funkciju prikupljanja, čuvanja i izdavanja u proizvodnji i prometu. To je tehnološki proces u kojem su materijali u stanju fizičkog mirovanja i čekaju vrijeme da uđu u proizvodnju, pakovanje i pštrošnju.

### Vrste skladišta:

- *prema namjeni:*
  - skladišta sirovina
  - skladišta poluproizvoda
  - skladišta gotovih proizvoda
  - distributivna skladišta
  - skladišta posebne namjene
- *prema načinu odlaganja materijala:*
  - podna skladišta
  - regalna skladišta
  - posebna (cisterne i silosi)
- *prema vrsti robe:*
  - za komadnu robu
  - za rasutu robu
  - za tekućine plinove gdje razlikujemo podzemna i nadzemna

Nadzemna skladišta su veličine 0.5-3000 m<sup>3</sup>, po obliku mogu biti valjkasta i okrugla, te stabilna i prijenosna.

Regalna skladišta mogu biti normalna (visina 2.5-3m) i visokoregalna (oko 10m). Najčešće se koriste metalni regali koji mogu biti stabilni i pokretni.

Danas veće značenje imaju visokoregalna skladišta, koja su metalne konstrukcije, gdje se regali nalaze od poda do stropa i roba mora biti paletizirana.

Skladišnu klimu sačinjava temperatura i vlaga u skladištu.

- postoje 3 vrste vlage:
  - apsolutna  $W_{aps}$
  - maksimalna  $W_{max}$
  - relativna

*Apsolutna vlaga* pokazuje koliko grama vodene pare može primiti jedan kubni metar zraka kod dane temperature. To je višak vlage koji se izlučuju na materijalima ili ambalaži. *Relativna vlaga* pokazuje postotak vodene pare u zraku. Relativna vlaga najčešće se mjeri pomoću higrometra gdje imamo konjsku strunu ili čovječju las vezanu na kazaljku aparata.

Za oduzimanje vlage koriste se desikatori (npr. Silikagel). Kod normalnih skladišta za povećanje vlage upotrebljavaju se ventilatori i klima uređaji.

Svako skladište mora uz regal, klimatizaciju, viljuškar imati i protupožarni aparat, te vage koje se moraju baždariti svakih 6 mjeseci.

U skladištu imamo prolaz kroz koji ide viljuškar i smještava paletu na slobodno paletno mjesto. Izvan prostora skladišta nalazi se komadni pult.

Princip skladištenja - roba koja prva uđe u skladište, mora prva i izaći.

### **Zaštita robe od kvarenja u toku skladištenja**

Jednom godišnje skladište se isprazni, oboji i pregleda. Da bi se sačuvala kvaliteta proizvoda vrši se konzerviranje hlađenjem i sušenjem. Roba se mora sačuvati od vidljivih i nevidljivih štetočina (mikroorganizama).

Temperatura pri kojima se vrši prijevoz robe koja kalira nazivaju se termičke zone, a najbolje razrađenu tablicu termičkih zona ima željeznica. Ako je transportni put veći od 200 km moramo imati rashladna sredstva sa vlastitom proizvodnjom hladnoće. Drugi način konzerviranja je sušenje gdje je isparena vlaga i ta roba je najčešće pakirana u staklenu, limenu ili kompleksnu ambalažu.

### **Dokumenti i evidencija u skladištu**

1. Dokumenti putem kartica - kartice u koje skladištar unosi sve podatke o dotičnij robi, a ta roba ima svoju šifru ili broj. Skladištar mora obavijestiti da je neka roba pri kraju tj. Da smo došli do zaliha.

*Zaliha* - količina robe koja nam je potrebna za jednomjesečnu upotrebu.

2. Elektronska obrada

kod rukovanja robom postoje određeni znakovi koji određuju tokove roba i način oblika ambalažiranja robe.

## OPASNI MATERIJALI U PROMETU

Pod opasnim materijalima podrazumijevamo materijale koji predstavljaju opasnost na život i zdravlje ljudi, životinju, okolinu i materijalna dobra.

Za opasne tvari postoji zakon o prijevozu opasnih tvari gdje se primjenjuju nekoliko vrsta propisa i to:

1. Europski sporazum o cestovnom prijevozu roba u međunar. prometu (ADR)
2. Međunarodni propisi o prijevozu opasnih roba željeznicom (RID)
3. Međunarodni sporazum o zaštiti ljudskih života na moru (SOLAS)
4. Kodeks opasnih tereta međunarodne pomorske organizacije (IMCO)
5. Europske odredbe o prijevozu opasnih tereta na unutarnjim plovnim putevima (rijeke) (AND).

*Prema zakonu opasne tvari se dijele u 8 klasa:*

Klasa 1: eksplozivne tvari i predmeti punjeni eksplozivom kao i tvari koje vanjskim djelovanjem oslobađaju toplinu i energiju.

Klasa 2: plinovi pod tlakom, tekući plinovi, plinovi kod kojih je kritična temperatura manja od 50°C, a tlak viši od 3 bara.

Klasa 3: zapaljive tekućine koje na temp. od 50°C imaju tlak manji od 3 bara, a plamište im je niže od 100°C.

Klasa 4: zapaljive krute tvari koje se mogu lako zapaliti u dodiru s plamenom, zatim u dodiru sa vodom ili zrakom.

Klasa 5: oksidirajuće tvari koje u dodiru sa tvarima se razlažu pri čemu se stvara plamen, također se tu ubrajaju razni organski peroksidi.

Klasa 6: otrovi sintetičkog, biološkog ili prirodnog porijekla te razni zagađujući i infektivni materijali koji izazivaju razne zarazne bolesti.

Klasa 7: radioaktivni materijali čija specifična aktivnost ne prelazi 74 bekerela po gramu.

Klasa 8: razne korozivne tvari, nagrizajuće tvari.

U tom zakonu točno je propisano pakiranje tj. ambalaža u kojoj se prevoze opasne tvari. Ambalaža mora osigurati zaštitu ljudi u toku prijevoza, biti dobro zatvorena i nepropusna i mora biti označena sa svim podacima o opasnoj robi. Najčešći oblisi su posude, boce, cisterne i kontejneri. Najveću pažnju treba pokloniti pri utovaru i istovaru opasnih tvari, jer nastaju ogromne štete.

*Za prijevoz opasnih tvari moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti:*

1. Opasna tvar ne smije se prevoziti kao prtljaga.
2. Mora se imati odobrenje od nadležnog ministarstva.
3. Potrebno je imati isprave o prijevozu i upute o toj opasnoj tvari.
4. Osoba koja vrši prijevoz, dužna je imati sve isprave o prijevozu, potvrdu o ispravnom vozilu, potvrdu o stručnoj osposobljenosti vozača.

### *Posebni propisi obzirom na klasu opasnih tvari:*

1. Eksplozivne tvari - potrebno je odobrenje za prijevoz. Eksplozivne tvari ne smiju se prevoziti zajedno sa sredstvima za iniciranje u istom prostoru prijevoznog sredstva, u vozačkoj kabini, niti u prostoru gdje su putnici.
2. Plinovi - posude u kojima se voze plinovi moraju biti zaštićene zaštitnom kapom i hermetički zatvorene. U principu prevoze se otvorenim prevoznim sredstvom, ali ako se boce prevoze zatvorenim prevoznim sredstvom mora biti ugrađena ventilacija.
3. Zapaljive tekućine - prevoze se najčešće u posudama koje moraju biti dobro zatvorene i po mogućnosti originalna pakovanja.
4. Otrovi - za prijevoz potrebno je odobrenje ministarstva zdravlja kao i odobrenje nadležnih organa. Prilikom prijevoza treba voditi računa da se otrovi ne prevoze u istim prevoznim sredstvima zajedno sa živežnim namirnicama, lijekovima i predmetima opće upotrebe.
5. Radioaktivne tvari - mogu se prevoziti samo u određenoj ambalaži za tu radioaktivnu tvar što ovisi o veličini i jakosti izvora, te agregatnom stanju. Prevoze se zasebno i za prijevoz treba odobrenje ministarstva zdravstva, te MUP-a ili MORH-a. Za potrebe pravnih osoba čija je djelatnost vezana za korištenje radioaktivnih tvari može se izdati odobrenje za višekratni prijevoz u roku od 6 mjeseci, a najduže godinu dana. U slučaju nezgode treba na vidljiv način obilježiti mjesto, pozvati policiju i sanitarnu inspekciju.

### **Posebne mjere sigurnosti za prijevoz opasnih tvari po granama prometa**

U vozilima koje prevoze opasne tvari smiju se nalaziti vozač, suvozač i pratilac. Vozilo mora imati centralni prekidač za isključivanje svih strujnih krugova. Vozilo treba imati dvije oznake koje označavaju pojedinu opasnu tvar te dodatne oznake po ADR-u gdje sus stupnjevi opasnosti i brojevi opasnosti.

Ako se vozilo vuče priključno vozilo mora imati zvučnu i svjetlosnu signalizaciju, razmak osovine mora biti veći od 2m, brzina kretanja max. 70 km/h. Motorno vozilo kojim se prevoze opasne tvari prema ADR propisu mora imati alat i dizalicu za za vozilo, odgovarajući protupožarni aparat, ručne svjetiljke, zastavice za označavanje vozila prilikom zaustavljanja na kolniku. Ako vozilo vrši prijevoz radioaktivne tvari mora imati uređaj za kontrolu zračenja i sredstva za zaštitu. Ako vozilo prolazi kroz tunel treba biti označen šifrom opasnosti po ADR, treba biti osvijetljeno sa trepetajućim svjetlom 50m prije tunela. Ako je tunel duži od 500m treba tražiti odobrenje od organizacije za održavanje tunela. Mora biti pod pratnjom.

### **Prijevoz željezničkim prometom**

Opasne tvari ne smiju se prevoziti željezničkim vozilima u kojem su putnici. Prilikom prijevoza primjenjuju se mjere sigurnosti prema zakonu RH i prema međunarodnim propisima. Željeznička vozila sa opasnim tvarima uvrštavaju se u kompoziciju vlaka na način i uvjete utvrđene od HŽ-a.

### **Prijevoz riječnim plovnim putevima**

Prilikom prijevoza opasnih tvari primjenjuju se propisi ADN kao i tehnička pravila hrvatskog registra brodova koji se odnose na prijevoz opasnih tvari na plovnim putevima.

### **Prijevoz u pomorskom prometu**

Primjenjuju se prema odredbama međunarodne konvencije za zaštitu ljudskih života na moru. Ako se opasne tvari prevoze putničkim brodovima moraju postojati odvojena mjesta.

### **Prijevoz u zračnom prometu**

Primjenjuje se ANEKS 13, to je siguran prijevoz opasnih tvari zračnim putem i konvencija o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu. Za prijevoz opasnih tvari postoje propisi JATA-RAR.

Opasne tvari (OT) u zračnim prometu prevoze se zrakoplovima koji su posebno namjenjeni za opasne tvari. Za vrijeme utovara i istovara OT, zrakoplov se ne smije puniti gorivom. Zrakoplov natovaren OT može preletjeti RH uz odobrenje ministarstva i treba obavjestiti kontrolu leta.

### **Prijevoz u poštanskom prometu**

U sve poštanske pošiljke mogu se primiti one koje su navedene u odredbama Svjetskog poštanskog saveza. Pošiljke s OT moraju se smjestiti odvojeno od drugih pošiljaka.

## **VRSTE I DJELOVANJE OPASNIH TVARI**

Razlikujemo direktno i indirektno djelovanje.

OT mogu se kemijski vezati na žive organizme i izazivaju funkcionalne promjene. Npr otrovi mogu djelovati oralno, udisanjem, putem hrane itd.

*Kod otrova razlikujemo kategorije toksičnosti (otrovnosti):*

- 0 - bezopasni
- 1 - slabo toksični
- 2 - umjereno toksični
- 3 - jako toksični
- 4 - ekstremni jako toksični
- 5 - super toksični

MDK - maksimalno dozvoljena koncentracija, postoji tablica za sve otreove

Kod otrova razlikujemo LD (letalna doza), maksimalna koncentracija koja u toku 24 sata ne šteti čovjeku.

Mnoge tvari u dodiru sa kisikom ili vodom kemijski reagiraju, te kem. Reakcijom dobivamo proizvode koji štetno utječu na čovjeka i okolinu.

*Zapaljive tvari su klasirane u 5 razreda:*

A - suhe zapaljive tvari

B - zapaljive tekućine

C - plinovite tvari

D - zapaljivi metali (Mg, Al, Na)

E - svi materijali od A do D koji se nalaze u blizini naprava koje su pod naponom bilo jake ili slabe struje

*Za procjenu opasnosti od požara kod plinova treba voditi računa o:*

1. Zapaljivost u zraku
2. Maksimalni pritisak kod eksplozije
3. Brzina porasta tlaka pri eksploziji
4. Temperatura samozapaljenja
5. Toplotna vrijednost
6. Minimalna temperatura paljenja
7. Brzina gorenja

Kod gorivih tekućina treba znati specifična svojstva jer mnoge tvari stajanjem mogu dovesti do samozapaljenja i pri tome je važno znati brzinu gorenja. Brzina gorenja se određuje u bačvama promjera 1.3 do 2m. Za benzin  $60-72 \cdot 10^6$  m/s.

*Ako se radi o eksplozivima treba znati sljedeće:*

1. Brzina detonacije u m/s
  2. Plinski volumen (m)
  3. Toplina eksplozije (kJ)
  4. Temperatura eksplozije
  5. Najveća temperatura pri eksploziji
  6. Specifični tlak - to je tlak koji nastaje od 1 kg eksploziva u jedinici volumena
  7. Brizantna vrijednost eksploziva (umnožak gustoće, sp. tlaka i brzine detonacije)
- Eksplozivi se dijele na eksplozivne tvari, eksplozivna tijela i sredstva za paljenje.

Gašenje požara je prekidanje kemijskog procesa (prekid dovoda kisika).

*Aparati za gašenje podjeljeni su na:*

- 1 - aparate za gašenje sa vodom
- 2 - aparate za gašenje sa kemijskim pjenama
- 3 - aparate za gašenje sa ugljik-dioksidom
- 4 - aparate za gašenje sa prahom

Aparati za gašenje vodom koriste se za gašenje požara organskog porijekla, a tu se koristi 700g sode bikarbone otopljene u vodi i dodana je ampula sulfatne kiseline.

Aparati za gašenje kemijskim pjenama koriste se za gašenje nafte, električnih instalacija i plinova.

Aparati za gašenje ugljik dioksidom koriste se u zrakoplovstvu.

Radioaktivni materijali mogu biti prirodni i umjetni.

Prirodni radioaktivni materijali emitiraju 3 vrste zračenja:

$\alpha$  zrake - jezgra atoma helija

$\beta$  zrake - elektroni

$\gamma$  zrake - elektromagnetsko zračenje

Raspadanjem jezgri dobiju se novi radioaktivni materijali. Aktivnost radioaktivnih izvora izražava se u bekerelima (Bq), a označuje jednu transformaciju elektrona u sekundi. Apsorbirana količina ioniziranog zračenja označava se kao doza koju 1kg materijala u ionizirajućem zračenju stalne gustoće energetskog toka daje masu energije od 1 Joula i tada je jedinica 1 grej (Gy).

### **Pakiranje, skladištenje i označavanje OT-i**

Pakiranje OT-i ovisi o agregatnom stanju i kategoriji u koju spada OT. Plinovi se nalaze komprimirani u čeličnim bocama, spremištima i cisternama koje se nalaze na vozilu. Zapaljive i opasne tekućine pakiraju se boce, karnistere, spremnike, bačve i cisterne. Otrovi zahtijevaju originalnu ambalažu.

Otrovne tvari obilježene su naljepnicama raznih boja gdje se raspoznaje skupina pripadajuće otrovne tvari. Imamo 4 skupine:

1 - osnovna boja je crna, a znakovi su bijeli

2 - osnovna boja je bijela, a znakovi su crveni

3 - osnovna boja je žuta, a znakovi su crni

4 - osnovna boja je bijela, a znakovi su plavi

Skladištenje OT dijeli se prema vrsti OT-i i to:

1) specijalna skladišta

2) skladišta za opasne tekućine

3) skladišta za kemikalije

4) skladišta za plinove

Za opasne plinove i tekućine postoje spremnici do 100,000 m<sup>3</sup>, koji mogu biti nadzemni, podzemni ili plivajući.

Za lako pokvarljivu robu koriste se rashladna prijevozna sredstva sa vlastitom proizvodnjom hladnoće ili bez vlastite proizvodnje hladnoće.

- K R A J -