



KATEDRA ZA MEHANIZACIJU
MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU
MODUL: TRANSPORTNO INŽENJERSTVO; KONSTRUKCIJE I LOGISTIKA

Transportne mašine (neprekidnog i prekidnog dejstva)

UVOD – PODELA
KARAKTERISTIKE MATERIJALA
REŽIMI RADA
ISTORIJAT I SAVREMENA REŠENJA

Profesor dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

Katedra: Katedra za mehanizaciju

Modul: Transportno inženjerstvo, konstrukcije i logistika (MSc studije)

Predmet: Transportne mašine, 8.3.5, ESPB bodovi - 6

Predmetni nastavnik: Profesor dr Nenad Zrnić, dipl.inž.

Asistent: Miloš Đorđević, dipl.inž.

Prijem studenata: Kabineti 408 (IV sprat), 510 (V sprat), posle predavanja i vežbi

Predispitne aktivnosti: ukupno 70 bodova

Redovnost pohađanja nastave: 10 bodova

Pregled, odbrana i ocena računskog zadatka: 3 zadatka \times 20 (10+10) bodova = 60 bodova

Uslov za polaganje završnog ispita: 35 bodova (50% ukupnih predispitnih obaveza)

Završni ispit: 30 bodova, polaže se pismeno/usmeno, tri pitanja sa predavanja

Osnovna literatura:

Nenad Zrnić: Izvodi sa predavanja u elektronskoj formi

Davor Ostrić i Slobodan Tošić: Dizalice, Mašinski fakultet Beograd, 2005

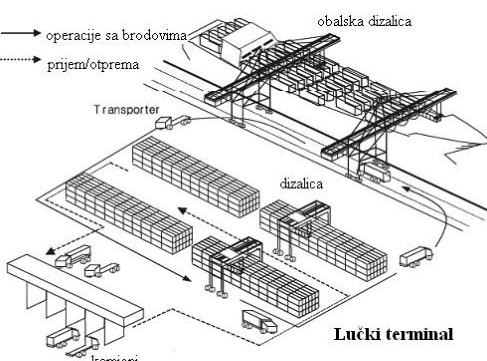
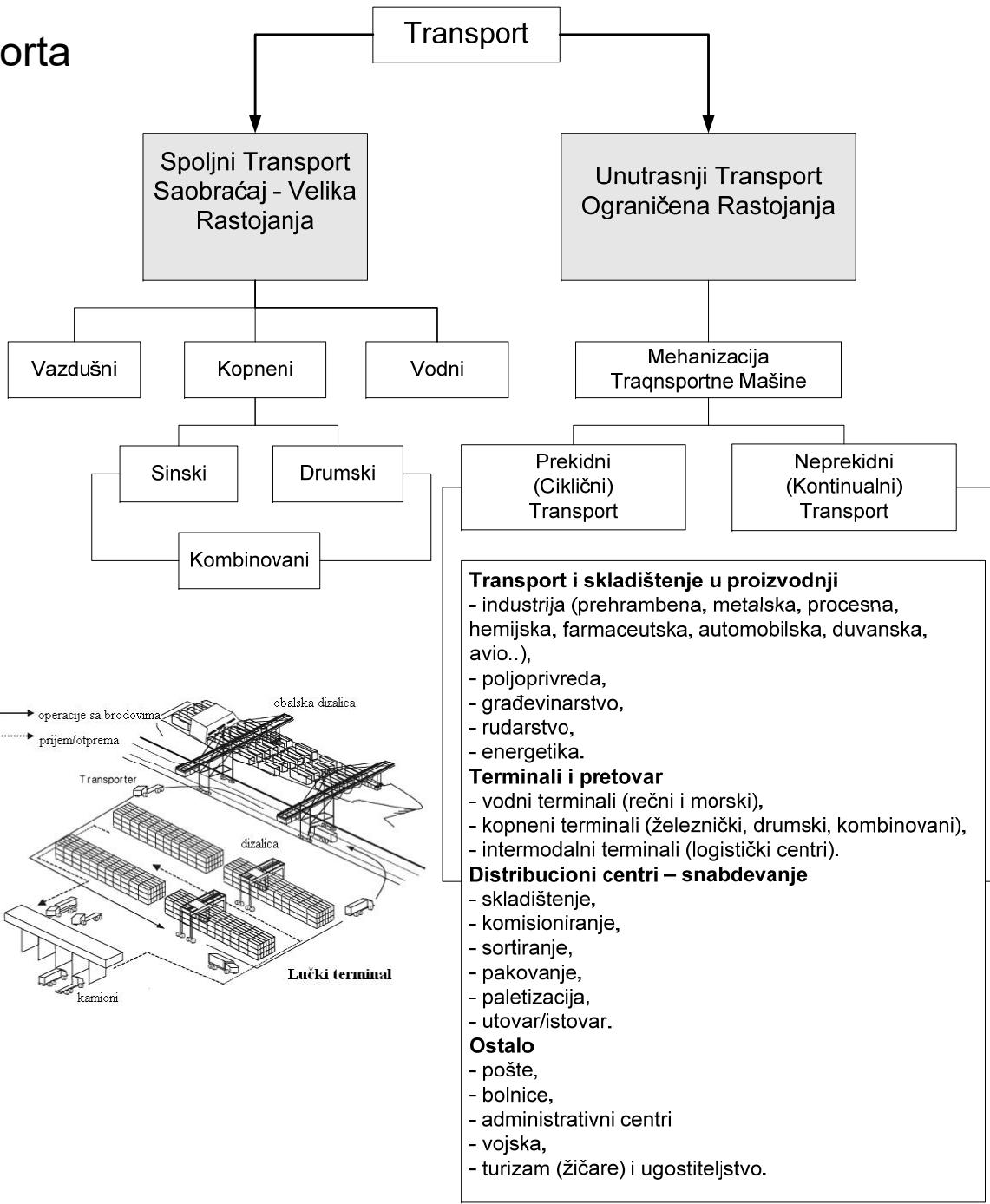
Milomir Gašić: Transportni uređaji – Neprekidni transport, PDF, 2002

Pomoćna literatura:

Slobodan Tošić, Transportni uređaji – Mehanizacija transporta, Mašinski fakultet Beograd, 1999.

Slobodan Tošić, Proračun mašina neprekidnog transporta i dizaličnih uređaja, Mašinski fakultet Beograd, 2001.

Podela transporta



Logistika

- o Tehnika tokova materijala
- o Detaljna obrada informacija

- Određeno upravljanje tokovima materijala i informacija

(Sistemi)

- o Transportna tehnika
- o Sredstva za prenos informacija
- o Tehnika upravljanja

- Planiranje
- Organizacija
- Ekonomicnost

Tehnika toka materijala

(Postrojenja)

- o Dizalice
- o Podna transportna sredstva
- o Sredstva sa neprekidnim dejstvom
- o Skladišna tehnika
- o Ostalo

Transportna tehnika

(Alati / sprave)

- Obrt
- Iskorišćenost

Tok informacija

Raznovrsni uređaji transportne tehnike čine sastavni deo proizvodnog ciklusa nekog tehnološkog procesa ili su glavne mašine nekog pretovarnog mesta velikog kapaciteta. Savremeni proizvodni pogoni, kombinati crne metalurgije, skladišta materijala, livnice, kovačnice, rudnici snabdeveni su **transportnim uređajima cikličnog ili neprekidnog dejstva. Izbor tipa transportnog uređaja zavisi od načina njegovog rada.**

Za prekidni transport se primenjuju dizalične mašine koje se odlikuju **cikličnošću rada**. One, dakle, premeštaju teret odvojenim kretanjima, odnosno, radni ciklus se sastoji iz više operacija – etapa (vešanje tereta, pomeranje dizalice, odnosno kolica sa teretom, ostavljanje tereta i vraćanje praznog transportnog sredstva u početni položaj novog ciklusa. Jedna od njih je i povratna (prazan hod) i vreme trajanja te etape direktno utiče na kapacitet transporta. **Drugim rečima, kapacitet dizaličnog postrojenja obrnuto je сразмеран visini dizanja tereta i dužini njegovog horizontalnog premeštanja. Ovo je jedna od osnovnih razlika između dizaličnih mašina i uređaja neprekidnog transporta.**

Uređaji neprekidnog transporta pri prenosu materijala nemaju praznih hodova, transport materijala je bez zaustavljanja radi prihvatanja i odlaganja tereta; tj. kapacitet im ne zavisi od dužine transporta. Nalaze primenu na svim mestima gde je potrebno premeštati velike količine komadnih, sitnokomadnih, zrnastih i praškastih materijala. Navedene činjenice omogućavaju ostvarivanje izuzetno velikih kapaciteta, koji dostižu vrednost i do 50,000 t/h.

Функција

ТРАНСПОРТ

ПРЕКИДНИ
ТРАНСПОРТ

НЕПРЕКИДНИ
ТРАНСПОРТ

Структурни носиоци
функција

МАШИНЕ
ПРЕКИДНОГ
ТРАНСПОРТА

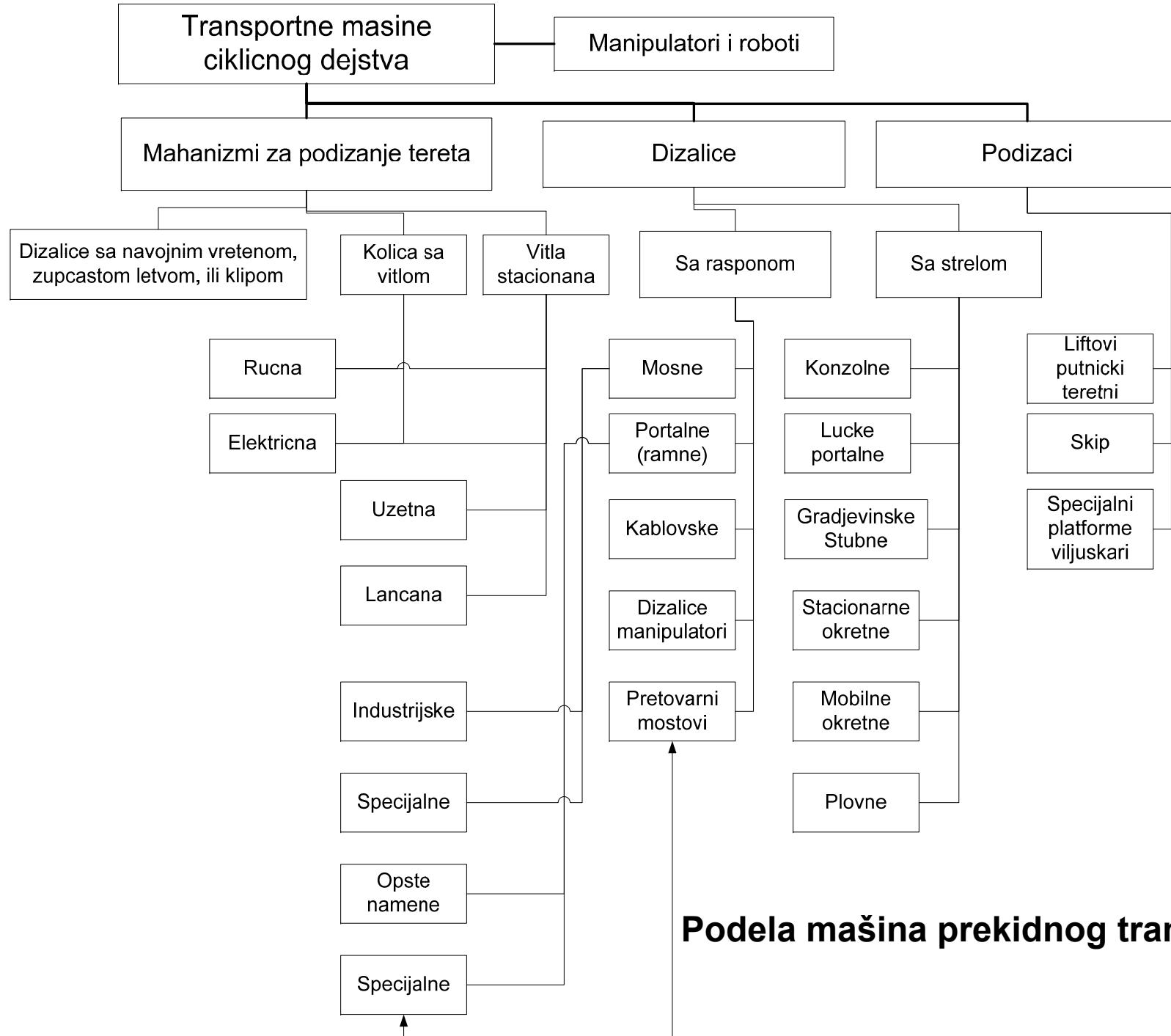
транспортне,
грађевинске,
рудаске,
пољопривредне,
комуналне,
шумске,
привредне

МАШИНЕ
НЕПРЕКИДНОГ
ТРАНСПОРТА

транспортне траке,
елеватори,
транспортери,
конвејери,
жичаре,
транспортни
системи



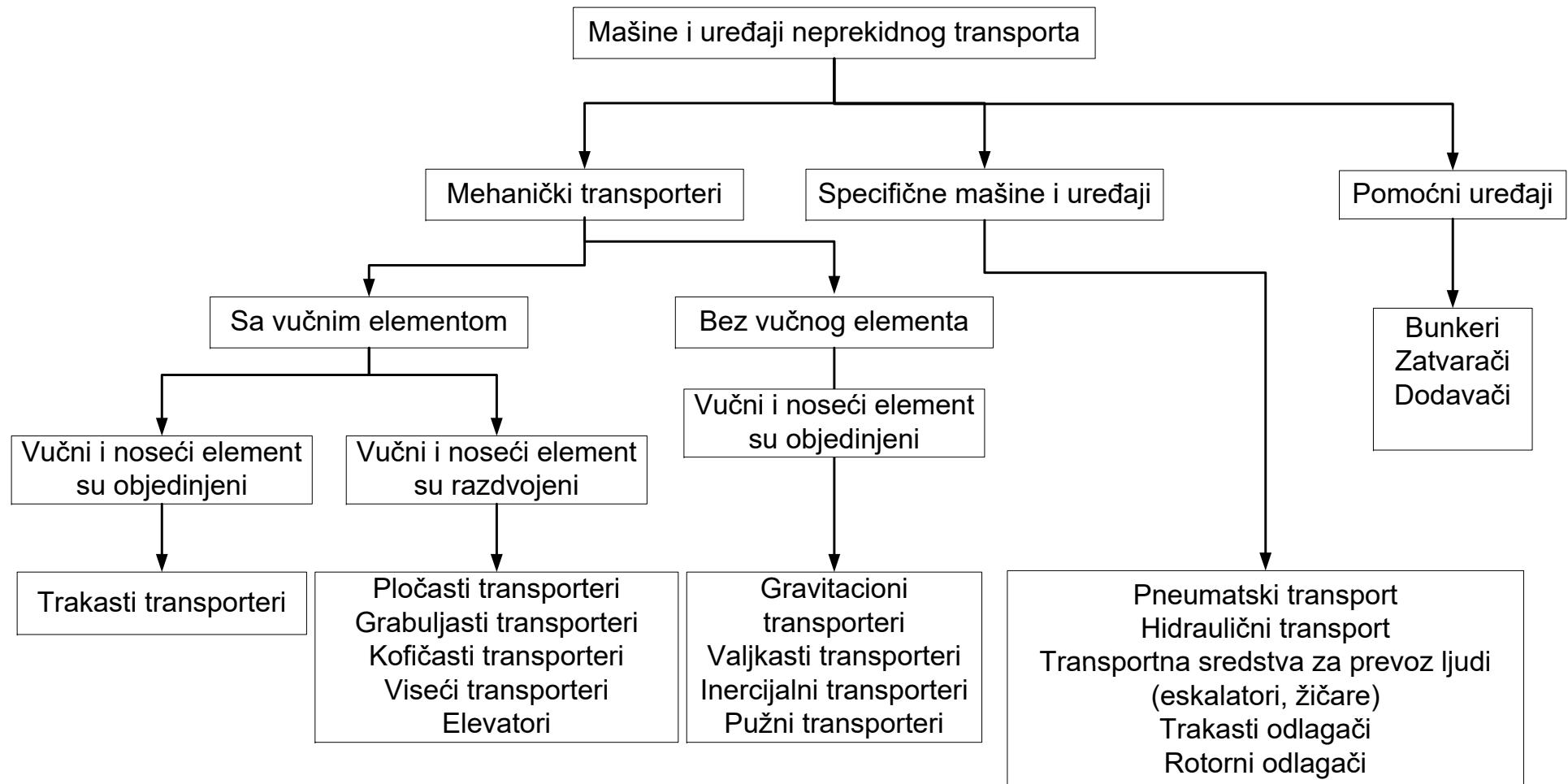
Mašine prekidnog (cikličnog) i neprekidnog (kontinualnog) dejstva



Podela mašina prekidnog transporta

Osnovni parametri transportnih mašina cikličnog dejstva su sledeći:

- Nosivost Q** u tonama (kN), od 0,01t do 1250 t (GOST), ili 0,25 do 500 t po Ostriću, itd.;
- Raspon dizalice L** u metrima, odnosno dohvati ili dužina strele L_s takođe u metrima;
- Visina dizanja tereta h** ili H u metrima;
- Brzina dizanja tereta** V_{diz} u m/min;
- Brzina kretanja kolica** V_{kol} u m/min;
- Brzina kretanja dizalice** V_{mo} u m/min;
- Ugaona brzina obrtanja dizalice** ω u s⁻¹ ;
- Ukupna masa dizalice** u tonama;
- Ukupna instalisana snaga** u kW;
- Proizvodnost** dizalice (**eksploatacioni kapacitet**) u t/h (komadni tereti) ili m³/h (rasuti tereti);



Podela mašina neprekidnog transporta

Принципи рада транспортера:

са вучним системом,

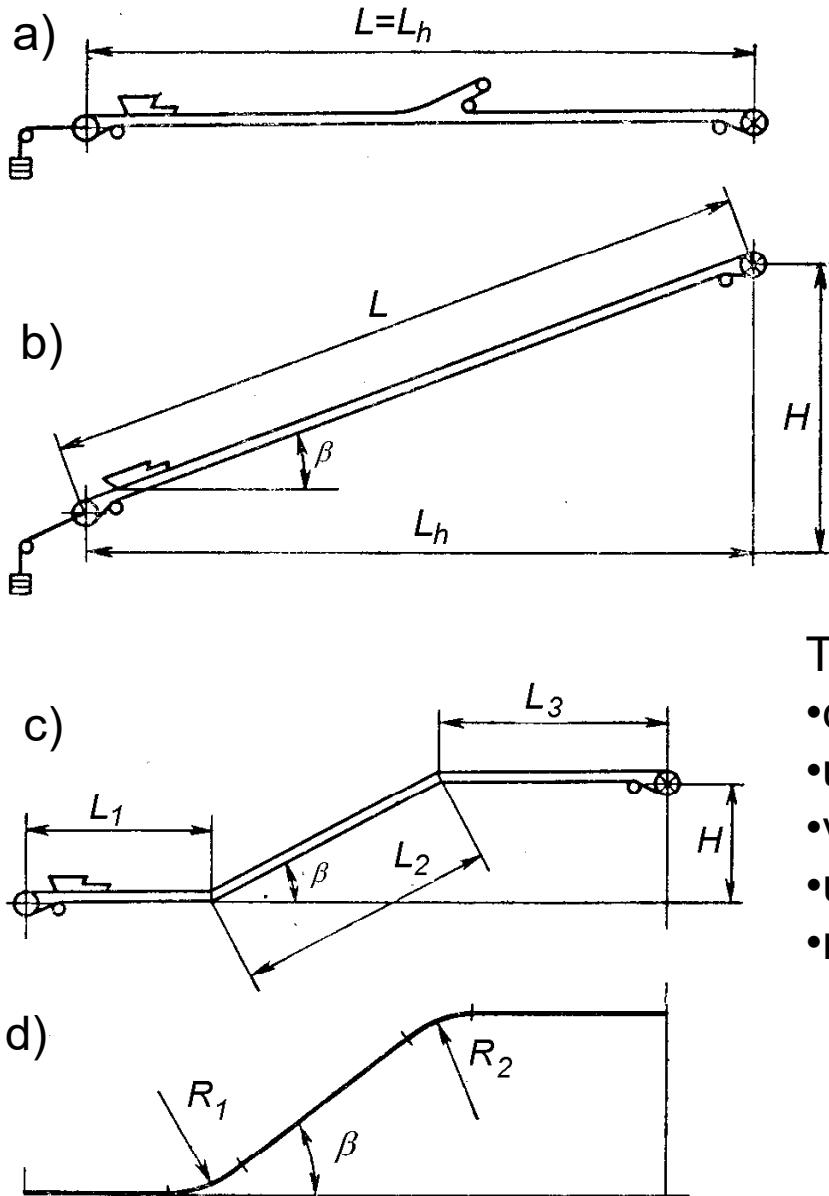


без вучног система и



Pored prethodne podele, машине за непрекидни транспорт могуће је поделити, нпр. према врсти терета коју преносе, на транспортере за комадни и расути терет, или према облику траје, на транспортере са праволинијском трајом и трајом у вертикалној или хоризонталној равни, односно косом трајом (или комбинованом са луčним деловима) и транспортере са просторним обликом траје. Такође, могуће је транспортере поделити према мобилности на стационарне и покретне (мобилне), а могуће су и друге врсте подела.

Šeme trasa



Uređaji neprekidnog transporta vrše transport materijala po trasama u jednoj ili više ravni.

Trase definišu osnovni parametri:

- dužina L
- ugao nagiba β
- visina dizanja H
- užina delova kombinovane trase (L_1, L_2, L_3, \dots)
- radijusi krivina

Šeme trasa mašina neprekidnog transporta
a - horizontalna; b - kosa; c - kombinovana
(pravolinijska-kosa-pravolinijska); d -
kombinovana sa lučnim delovima; e -
prostorna.

PODELA I OBLASTI PRIMENE UREĐAJA NEPREKIDNOG TRANSPORTA

Uređaji neprekidnog transporta se svrstavaju u tri osnovne grupe:

- Uređaji sa vučnim elementom,**
- Uređaji bez vučnog elementa i**
- Pomoćni uređaji**

U prvu grupu spadaju svi uređaji kod kojih se **premeštanje tereta ostvaruje kretanjem beskonačne trake, lanca ili užeta**. Karakteristični predstavnici ovih uređaja su:

- Transporteri (trakasti, pločasti, grabuljasti, ...),
- Konvejeri (viseći, podni, ...),
- Elevatori (kofičasti, sa konzolnim nosačima, ...).

U grupu uređaja neprekidnog transporta **bez vučnog elementa** spadaju:

- Pužni (zavojni) transporteri,
- Valjkasti transporteri (rolganzi),
- Inercijalni (oscilatorni) transporteri.

U grupu **pomoćnih uređaja** spadaju:

- Bunkeri,
- Dodavači (dozatori),
- Pretovarivači,
- Uređaji za odmeravanje (vaganje) i dr.

Mašine neprekidnog transporta mogu da rade nezavisno, kao zaseban segment unutrašnjeg transporta ili da predstavljaju delove mašina i postrojenja, pri čemu je moguće ostvariti visok stepen automatizacije autonomnih uređaja.

Osnove prednosti mašina i uređaja neprekidnog transporta su:

- Veliki i postojan kapacitet koji ne zavisi od dužine transportnog puta,
- Mali (manji) troškovi po toni transportovanog materijala,
- Ravnomeren tok transportovanog materijala,
- Pretežno stacionaran rad mašine, retko zaustavljanje i pokretanje,
- Relativno mali gabariti i jednostavna ugradnja,
- Velika pouzdanost u radu i lako održavanje,
- U toku transportovanja se mogu vršiti određene tehnološke operacije, npr. montaža, bojenje, pranje, itd.

Nedostaci mašina neprekidnog transporta su:

- Ograničena fleksibilnost,
- Uglavnom nisu pogodni za ostvarivanje prostorne trase,
- Mala im je rentabilnost ukoliko se tehnološki parametri ne koriste u potpunosti,
- Nisu pogodni za transport tereta većih masa i dimenzija.

Prema vrsti transportovanog materijala, mogu se transportovati:

Komadni materijal (generalni tereti – komadni tereti heterogenog sastava, pojedinačni tereti, mašine, uređaji i/ili njihovi delovi, polufabrikati metalurgije – gvožđe i čelični proizvodi, cigla, crep, roba, ili tereti nastali pakovanjem materijala u vreće, sanduke, kutije, posude, bale, bačve, palete, kontejnere); Osnovne karakteristike komadnih tereta su njihova masa koja određuje nosivost dizalice, i njihove dimenzije i geometrijski oblici koje određuju dimenzije elemenata transportera, npr. zahvatnih uređaja). Pored toga pri projektovanju neophodno je voditi računa i o drugim osobinama materijala kao što su npr. temperatura, zapaljivost, hidroskopnost, itd. Osnovno se transportuju mašinama prekidnog transporta, ali se mogu transportovati i mašinama neprekidnog transporta.

Rasuti materijal (komadasti, zrnasti, praškasti, može se sipati i grabiti, npr. ugalj, gvozdena ruda, boksit, cement, sumpor, fosfati, žitarice, itd., karakterišu se uglom slobodnog nasipanja materijala kao prirodnim svojstvom, krupnoćom granulacije, abrazivnošću, vlažnošću, lepljivošću, itd.); Po svojim osobinama su između čvrstih i tečnih materijala jer poseduju ograničenu pokretljivost čestica, što im omogućava transportovanje u slobodno nasutom stanju. Izbor pretvarne mehanizacije zavisi najčešće od krupnoće granulacije rasutog materijala. Standardni zahvatni uređaj za rasute terete u slučaju prekidnog transporta su grabilice, magneti, hidraulični i pneumatski sistemi, elevatori sa koficama, rotori sa koficama. Uglavnom se primenjuju mašine neprekidnog transporta.

Tečni i gasoviti tereti (sirova nafta, derivati, hemijski proizvodi, tečni gasovi, pretvaraju se bez ambalaže, osnovne karakteristike su gustina, viskozitet, zapaljivost, agresivnost, itd.);

Karakteristike materijala mašina neprekidnog transporta

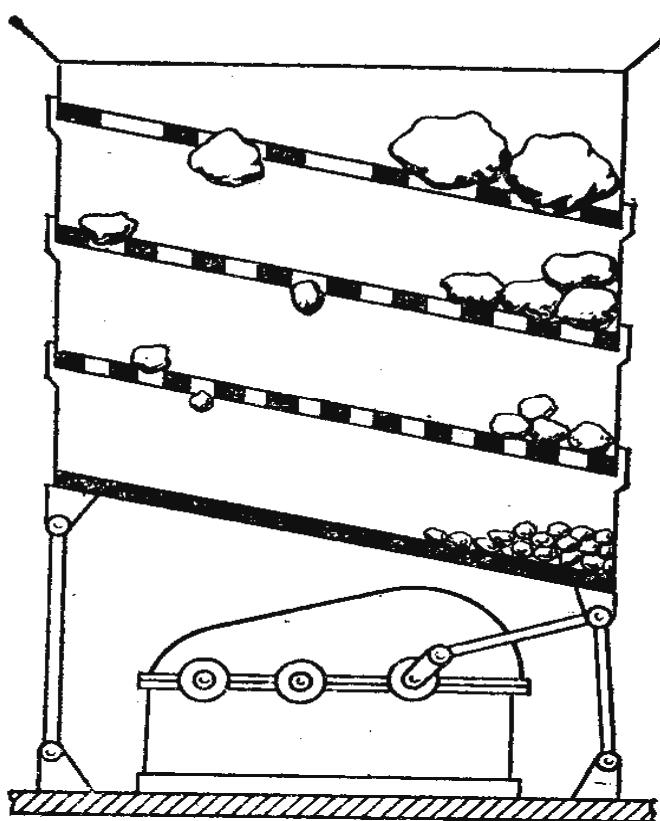
Materijali koji se transportuju uređajima neprekidnog transporta dele se na:

- Rasute - nasipne (bulk) i**
- Komadne.**

Kod nasipnih materijala čestice su ograničene pokretljivosti. Stepen pokretljivosti zavisi od unutrašnjih sila trenja kao i od međusobne povezanosti čestica i karakterišu ih sledeća svojstva:

- Granulometrijski sastav** (krupnoća materijala),
- Gustina** (zapreminska, nasipna – t/m³),
- Vlažnost i hidroskopnost** (sposobnost upijanja vlage),
- Ugao prirodnog pada** – koeficijent unutrašnjeg trenja,
- Abrazivnost** (habajuće dejstvo),
- Zapaljivost,**
- Hemijska agresivnost,**
- Eksplozivnost,**
- Lepljivost,**
- Osobina sleganja,**
- Ponašanje na niskim temperaturama,**
- Otpor trenja - Koeficijent trenja između materijala i transportnog sredstva, i drugo**

Granulometrijski sastav (krupnoća materijala)



Šema postrojenja
za prosejavanje

Granulometrijski sastav definiše krupnoću komada kao i njihovu količinu u transportovanom materijalu. **Predstavlja količinski ili procentualno izraženi sastav materijala prema veličini njegovih čestica.** Merodavna veličina čestica je njena najveća dimenzija. Određuje se metodom prosejavanja za materijale sa česticama većim od 0,1 mm, kroz sita sa različitom veličinom otvora – finoća sita. Broj sita određuju konkretni tehničko – tehnološki uslovi. Količina materijala koja ostane na svakom situ, izražena u procentima u odnosu na ukupnu količinu, predstavlja granulometrijski sastav rasutog tereta. Granulometrijski sastav **za čestice manje od 0,1 mm se određuje specijalnim postupcima, npr. ispitivanjem brzine taloženja čestica u struji vode ili vazduha.**

Na proces transportovanja nasipnih materijala veliki uticaj ima i sortiranost materijala. U zavisnosti od koeficijenta sortiranosti, razlikuju se nesortirani i sortirani materijali.

Ako su dimenzijske komade (izmerene u pravcu tri koordinatne ose) x , y i z to se srednja dimenzija određuje kao

$$a = \sqrt[3]{xyz}$$

Komadi sa srednjom dimenzijom od $0,8a_{\max}$ do a_{\max} obrazuju grupu najvećih komada. Ako je m_0 masa tih komada koja se nalazi u **probnom uzorku (količini) mase m** , onda se može definisati odnos $c=m_0/m$ koji je merodavan za utvrđivanje dimenzije karakterističnog predstavnika komada a' . Dimenzijske karakteristične predstavnike komada a' se određuju na sledeći način:

• kod nesortiranih materijala

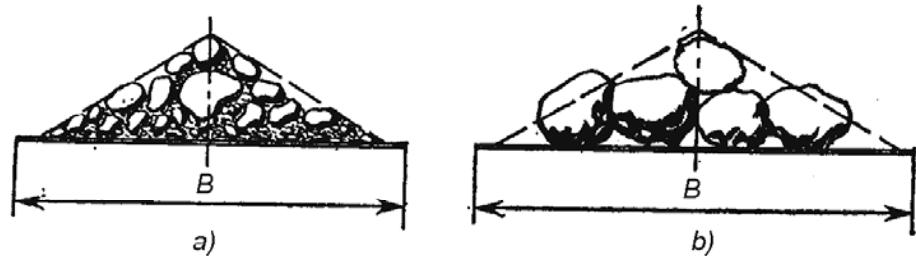
$$a' = a_{\max} \quad \text{ako je } c > 0,1 \quad a' = 0,8a_{\max} \quad \text{ako je } c < 0,1, \text{ manje od } 10\%$$

• kod sortiranih materijala $a' = \frac{a_{\max} + a_{\min}}{2}$

Koeficijent sortiranosti se definiše kao: $k_0 = \frac{a_{\max}}{a_{\min}}$ gde je a_{\max} - najveća dimenzija komada.

Ako je $k_0 > 2,5$ - materijal je nesortiran, a ako je $k_0 < 2,5$ - materijal je sortiran.

Koeficijent sortiranosti predstavlja **stepen ujednačenosti dimenzija čestica rasutog materijala**.



*Sortiranost materijala
a - nesortirani materijal, b - sortirani materijal*

Klasifikacija nasipnih materijala u zavisnosti od dimenzija komada prikazana je u tablici:
 Komadni materijali sa dimenzijama preko 500mm se smatraju negabaritnim i pre
 transporta se moraju usitniti drobljenjem.

Krupnoća	Dimenzijska karakteristika komada a'(mm)	Tipični predstavnici
Komadni	$a' > 320$	Kamen dobijen miniranjem
	$160 < a' \leq 320$	Ruda, ugalj
	$60 < a' \leq 160$	Kameni ugalj
	$10 < a' \leq 60$	Tucanik (šoder), Kamen, repa
Zrnasti	$2 < a' \leq 10$	Šljunak sitni, Žitarice
	$0,5 < a' \leq 2$	Pesak krupni
Praškasti	$0,05 < a' \leq 0,5$	Pesak sitni, so
	$a' \leq 0,05$	Cement, brašno

Gustina i vlažnost

Zapreminska (nasipna) gustina materijala ρ [t ili kg/m³] predstavlja masu jedinice zapremine slobodno rasutog materijala (odnos mase i zapremine koju ta masa zauzima). Zapreminska gustina se određuje nasipanjem materijala u posudu određene zapremine koja zavisi od granulometrijskog sastava materijala, tako da se za praškaste materijale najčešće koriste posude zapremine 1 l (1 dm³) a za krupno-komadne posude od 5 l.

Količnik izmerene mase materijala i zapremine posude predstavlja zapreminsku gustinu rasutog materijala. Kod rasutih materijala se definiše **nasipna gustina (ρ_m) koja zavisi od niza faktora**, i za razliku od specifične gustine homogenih tela, koja za većinu radnih uslova predstavlja konstantnu veličinu, ova zapreminska gustina zavisi i npr. Od **vlažnosti, stepena zbijenosti materijala, gustine komada, granulometrijskog sastava, i dr.**

Povećavanjem vlažnosti povećava se zapreminska gustina materijala jer voda zauzima prostor između čestica. Uticaj vlažnosti je mnogo veći kod praškastih i sitnozrnastih materijala, nego kod onih sa većom krupnoćom čestica. **Sabijanjem rasutog materijala (sleganjem, stresanjem, nabijanjem i vibriranjem) povećava se zapreminska gustina.** Kod vlažnih materijala nasipna gustina ($\rho_{m,v}$) se određuje kao:

$$\rho_{m,v} = \rho_{m,s} (1 + w) \quad (\text{kg/m}^3)$$
$$w = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2}$$

gde je $\rho_{m,s}$ (kg/m³) - *gustina suvog materijala*

w - vlažnost (određuje se eksperimentalnim putem)

m_1 i m_2 (kg) - mase uzorka pre i posle sušenja

Klasifikacija materijala u zavisnosti od gustine prikazana je u tablici

Opseg gustine materijala ρ_m (t/m ³)	Klasifikacija materijala
$\rho_m < 0,6$	laki
$0,6 \leq \rho_m < 1,1$	srednji
$1,1 \leq \rho_m < 2,0$	teški
$\rho_m > 2,0$	veoma teški

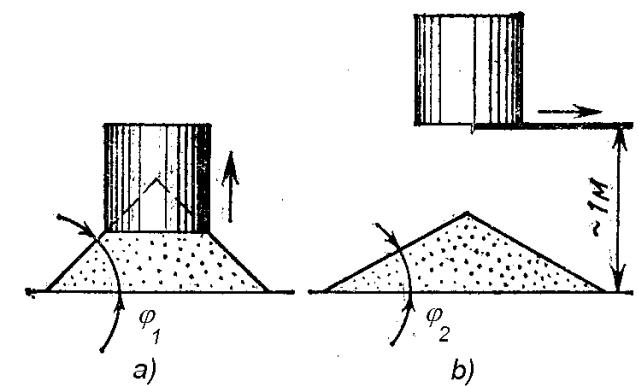
Ugao prirodnog pada - koeficijent unutrašnjeg trenja

Ova osobina rasutog materijala je sa stanovišta izbora i proračuna osnovnih parametara od izuzetno velike važnosti. Ugao prirodnog pada materijala (ϕ) se definiše kao najveći ugao nagiba konusa prema horizontali, koga obrazuje slobodna površina nasipnog materijala. Ako se rasuti materijal slobodno sipa na horizontalnu površinu zbog trenja između čestica, koje se naziva unutrašnjim trenjem, formiraće se zapremina oblika kupe sa bočnim izvodnicama pod uglom ϕ u odnosu na horizontalnu ravan. Ovaj ugao se naziva ugao prirodnog pada materijala, ili ugao unutrašnjeg trenja.

Njegova veličina zavisi od međusobne pokretljivosti čestica. Na ovaj parametar ne utiče samo vrsta materijala, već i njegovo stanje i granulometrijski sastav. Uglovi prirodnog pada se kreću u dosta širokom dijapazonu $\sim(20-60)^\circ$. Definiše se za slučaj kada je materijal u stanju mirovanja (ϕ_1), tzv. statički ugao prirodnog pada, i stanju kretanja (ϕ_2), tzv. dinamički ugao prirodnog pada materijala, odnosno unutrašnjeg trenja koji se formira ako se materijal izloži kretanju ($\mu = \tan \phi_2$), i na način koji je prikazan na sl. a i b. Eksperimentalnim putem je utvrđen odnos:

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} \approx 0,7$$

Vidi se da je ϕ_2 manji od ϕ_1 , što je rezultat transformacije potencijalne energije pri padanju materijala (sa visine od oko 1m) u kinetičku energiju koja izaziva dodatno kretanje materijala, odnosno dolazi do smanjenja ugla nagiba konusa slobodne površine materijala prema horizontali.



Određivanje ugla prirodnog pada
a - u miru, b - pri kretanju

Osnovne karakteristike
nasipnih materijala su
prikazane u tablici
Tabela data kao poseban
PDF.

Naziv materijala	Najveća gustina $\rho (\text{t/m}^3)$	Ugao priklinačenja pada (%)			Koeff. trenja pri mikrovaniju:		Abru- ziv- nost
		u ravn. %	pri krot. %	pri vrat. %	po zeleni	po gori	
Aglomerat granulat mala	1,7-2,0	45	30	20	0,6-1,0		D
Abruzit, siliciumski-movi	0,8-0,95	45	30	20	0,64	0,61	C
Apatit, movi	1,5-1,7	31-45	30-50	15			D
Biljnik, movi	1,5-1,8	30	20	15			
Glima:							
siliciumski vlastna	0,7-1,2	30	25	20	0,75-1,0		A
1,9-2,0	45	30	20				B
Sijenak:							
zminja i konadi							
roza	1,1-1,6	30-40	30	20	0,8		C
vlastna	1,6-1,9	30-40	30	20			C
Dolomitični	1,7-1,9	40	30	20			C
Papox, movi	0,4-0,72	30	40	25	0,6-0,85		D
Kremik:							
siliciumski	1,5-2,2	45	30	20	0,65-0,95		A
u prahu	1,6	40	30	20			A
Kred:							
galeni u prahu	0,15-0,8	40-50	35	25	0,15		B
polasti	1,0-1,1	30-40	30	20			B
Kamen:							
kreplokomandi andžo i siliciumski	1,5-2,1	45	30	20			A
1,5-1,5	45	30	20	0,6-0,81		A	
Kalc medjekomandi	0,48-0,53	35	20	15	0,64		
Kreda							
u prahu	0,55-1,2	30-40	30-35	20			A
andžo i vlastna kreda	1,4-2,5	40					A
Brezni opaški, movi	0,16-0,31	40	30	20	0,39-0,83	0,5-0,65	A
Prašak:							
roza	1,4-1,65	40	25	15			C
vlastna	1,5-1,70	45	35	20			
Ruda grožđa, stena, andžo i kreplokomandi	2,1-3,2	40-50	35	25	1,2		D
So tehnika	0,72-1,28	40	30	20	0,5-1,2		
Tinest							
roza	0,33-0,4	45	30	20	0,27-0,73		A
vlastna	0,5-0,6	35	40	25	0,52-0,86		A
Ugaj. meti (mali)	0,6-0,78	35-45	35	20	0,54		
Ugaj. kameni komandi	0,6-0,8	35-40	25	15	0,42-0,6	0,53	B
siliciumski-siliciumski	0,8-1,0	40	30	20	0,4-0,6	0,64	C
Cement	1,0-1,8	40	30		0,65-0,8	0,64	C
Sijenska kamenica ugla							
roza	0,6-1,0	30	25	20	0,4-1,2	0,3-0,68	C
vlastna	0,62-0,71						
Sijenska kamenica-alina	1,3-1,9				0,4-0,6	0,68	
Turmalin movi	1,3-1,8	45	30	20	0,47-0,93		D
Rektifikirana kamenica	1,3-1,6	40			0,42	0,7	
Cement parafin	1,0-1,6	40	25	15	0,33-0,63	0,44	C
Lomljeni kamenec	1,4-1,6	45	35	25	0,5-0,6		
Materijal za opaške (siglo)	1,2-1,35	45	35	25	0,5-0,6		C

Napomena: A - neabrazivni; B - male abrazivi;
C - srednje abrazivi; D - veoma abrazivi

S obzirom da se pri transportovanju materijala javljaju oscilacije nosećih elemenata uređaja neprekidnog transporta, to dolazi do dopunskog "razlivanja" materijala, pa se definiše računski ugao nasipanja materijala:

$$\varphi_3 \approx 0,5\varphi_2 = (0,35 \div 0,40) \varphi_1$$

Na osnovu vrednosti φ_1 i φ_3 mogu se nasipni materijali, u zavisnosti od pokretljivosti čestica, podeliti na lako, srednje i slabo pokretljive. Kod veoma sipkavih materijala ugao prirodnog pada materijala jednak je uglu unutrašnjeg trenja.

Pokretljivost čestica materijala	Tipični predstavnici	Ugao prir. pada pri mirovanju $\varphi_1 (\circ)$	Ugao nasipanja $\varphi_3 (\circ)$
Laka pokretljivost	Apatit, suvi pesak, cement, suvi kameni ugalj, suvi koks, suvi šljunak	30÷35	15
Srednja pokretljivost	Aglomerat, antracit zemlja, dolomit, krečnjak, kamen, kreda, drveni opiljci, so	40÷45	20
Slaba pokretljivost	Pepeo, rude gvožđa, ugalj mrki, šljaka kamenog uglja, tucanik suvi, kamen lomljeni	50÷55	25

Ugao φ_3 je merodavan za proračun transportnih sredstava jer su njegovi elementi sa nasutim materijalom izloženi vibracijama koje se javljaju pri njihovom kretanju. Ovaj ugao zavisi od vrste i stanja materijala, granulometrijskog sastava, frekvencije vibracija, itd.

Abrazivnost (habajuće dejstvo), lepljivost, sleganje

Nasipni materijali u toku kretanja ispoljavaju svojstvo tarenja noseće površine uređaja neprekidnog transporta tokom vremena. To svojstvo se definiše kao abrazivnost.

Habajuće dejstvo, odnosno abrazivnost materijala je osobina rasutih materijala da troše elemente transportnih uređaja sa kojima su u kontaktu pri njihovom relativnom kretanju. Abrazivnost zavisi od tvrdoće, hrapavosti površine, oblika i dimenzija čestica. U zavisnosti od stepena abrazivnosti, nasipni materijali se dele na:

- Neabrazivne (A), npr. brašno, pšenica, zrnasta hrana
- Maloabrazivne (B), npr. gips, šljunak, sitni kreč
- Srednje abrazivne (C), npr. suvi pesak, cement, šljaka i
- Veoma abrazivne (D), npr. koks, železna ruda, kamen.

Svojstvo abrazivnosti (stepen abrazivnosti) nasipnih materijala je definisano u prethodnoj tablici.

Lepljivost je svojstvo materijala da se pri premeštanju po nekom drugom ili pri kraćem ili dužem zadržavanju prianja (lepi) za njegovu površinu. Stepen lepljivosti se meri silom otpora smicanja takvog materijala na zalepljenoj površini.

Sleganje je osobina materijala da gubi pokretljivost svojih čestica pri dužem stajanju.

Pored ovih karakteristika treba obratiti pažnju i na neka ostala svojstva materijala, zbog pravilnog izbora i projektovanja transportnih mašina neprekidnog dejstva, kao što su npr. hidroskopnost, agresivnost, eksplozivnost, sklonost ka smrzavanju ili obrazovanju svodova, zapaljivost, itd.

Otpor trenja

Otpor pri premeštanju nasipnih materijala po površini drugog zavisi od koeficijenta trenja μ . Za izbor i projektovanje transportnih sredstava i pomoćnih uređaja, neophodno je poznavati i tzv. koeficijent spoljašnjeg trenja koji se javlja između rasutog tereta i materijala elementa transportnog uređaja. Ovaj parametar utiče na veličinu uglova nagiba transportera, kliznica, stranica bunkera i slično. Veličina ovog koeficijenta trenja se određuje merenjem ugla nagiba na početku klizanja rasutog materijala po strmoj ravni izrađenoj od materijala za koji se određuje koeficijent trenja (čelik, drvo, guma). Koeficijent trenja se definiše za slučaj kada je materijal u stanju mirovanja (μ_1) i stanju kretanja (μ_2). Između njih postoji veza:

$$\mu_2 \approx (0,7 \div 0,9) \mu_1 \quad \text{gde je } \rho_1 - \text{ugao trenja.}$$

$$\mu_1 = \operatorname{tg}(\rho_1)$$

Kod uređaja neprekidnog transporta koji prenose materijal sa trakom kao vučnim i nosećim elementom, ugao najvećeg nagiba prema horizontali zavisi od trenja nasipnog materijala o traku. Obično je ugao nagiba manji za $10 \div 15^\circ$ od ugla trenja. Vrednosti koeficijenta trenja između nasipnih materijala i čelika i gume prikazani su u prethodnoj tablici. Pri transportu visokih komada, komada kod kojih je visina h veća od dužine oslanjanja a na traku, ugao nagiba transportera se proverava iz uslova: $\operatorname{tg} \beta_{\max} \leq \frac{a}{h}$

Treba napomenuti da su neke od karakterističnih osobina nasipnih materijala promenljive i da zavise od uslova u kojima uređaj neprekidnog transporta radi.

Režimi rada

Uređaji neprekidnog transporta se razvrstavaju u pogonske klase (režime rada) radi boljeg prilagođavanja radnim uslovima. Osnov za definisanje režima rada, na osnovu kojih se vrši usvajanje raznih koeficijenata koji utiču na dimenzionisanje elemenata uređaja neprekidnog transporta, čine parametri koji bliže definišu radno stanje uređaja. U zavisnosti od vremenskog iskorišćenja, definisanog koeficijentom k_v i relativnog kapaciteta, definisanog koeficijentom k_Q , uređaji neprekidnog transporta su svrstani u pet režima rada:

- Veoma laki režim rada (VL),
- Laki režim rada (L),
- Srednji režim rada (S),
- Teški režim rada (T),
- Vrlo teški režim rada (VT).

Pripadnost određenom režimu rada se može, orientaciono, odrediti korišćenjem tablice

Relativni kapacitet (%)	R E Ž I M R A D A				
	Koeficijent vremenskog iskorišćenja (%)				
	0÷20	20÷30	30÷50	50÷80	80÷100
0÷50	VL	L	S	T	T
50÷63	VL	L	S	T	VT
63÷100	VL	S	T	VT	VT

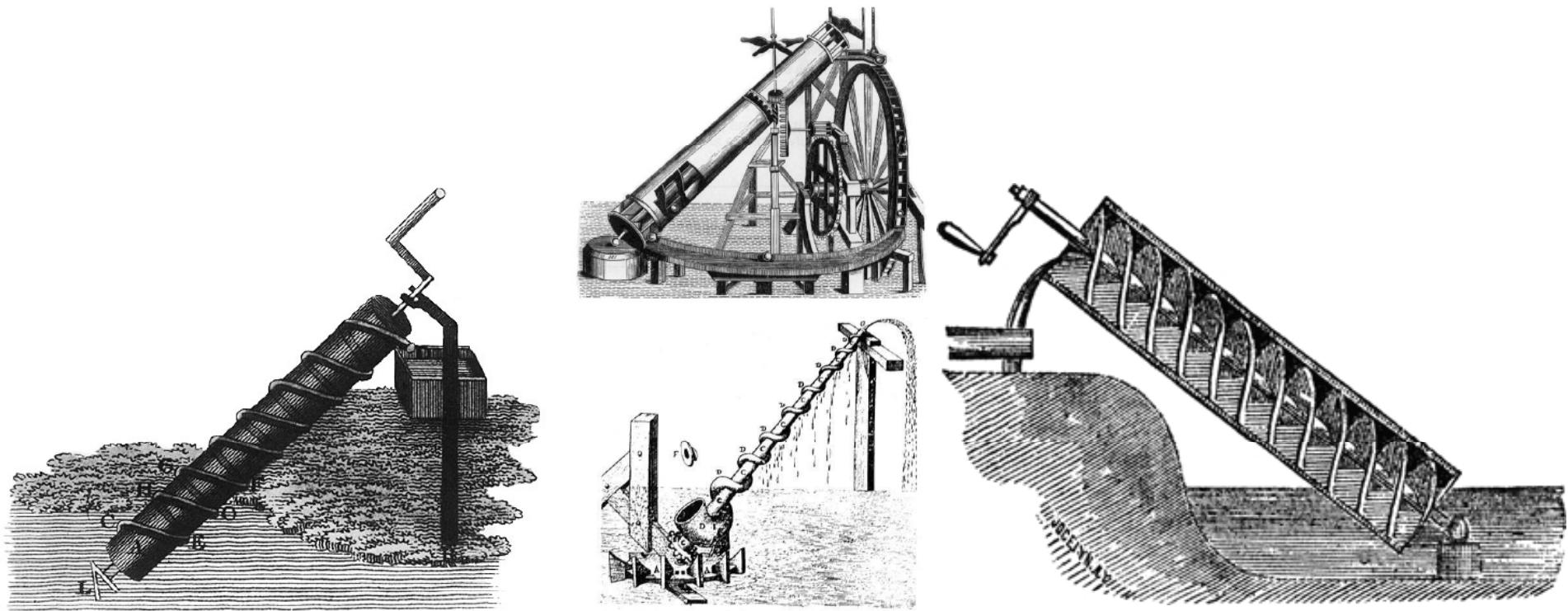
Koeficijent vremenskog iskorišćenja k_v (%) zavisi od vremena rada uređaja neprekidnog transporta u toku godine izraženog u satima, tablica dole

Vreme rada uređaja neprekidnog transporta u toku godine (h)	Koeficijent vremenskog iskorišćenja k_v (%)
< 1600	20
1600 - 2500	30
2500 - 4000	50
4000 - 6300	80
6300 - 8000	100

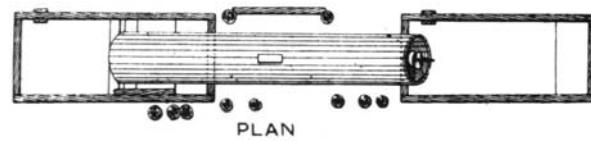
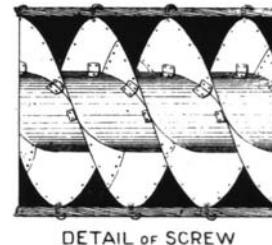
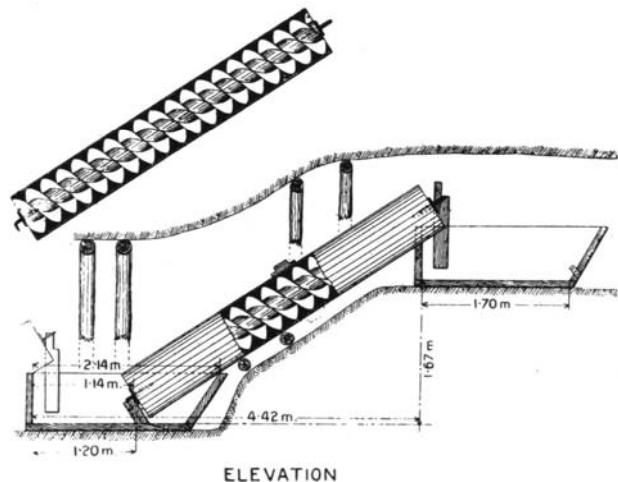
Režimi rada uređaja neprekidnog transporta imaju znatan uticaj na radni vek, koji se kreće u granicama:

- od 5 do 8 godina - za trakaste transportere,
- do 10 godina - za pločaste transportere,
- do 8 godina - za pužne transportere,
- do 16 godina - za valjkaste transportere.

Kratak istorijat mašina neprekidnog dejstva



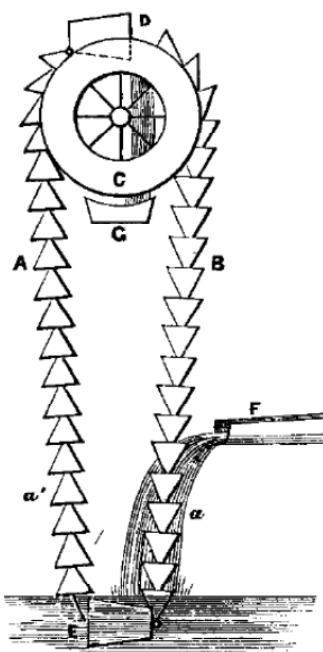
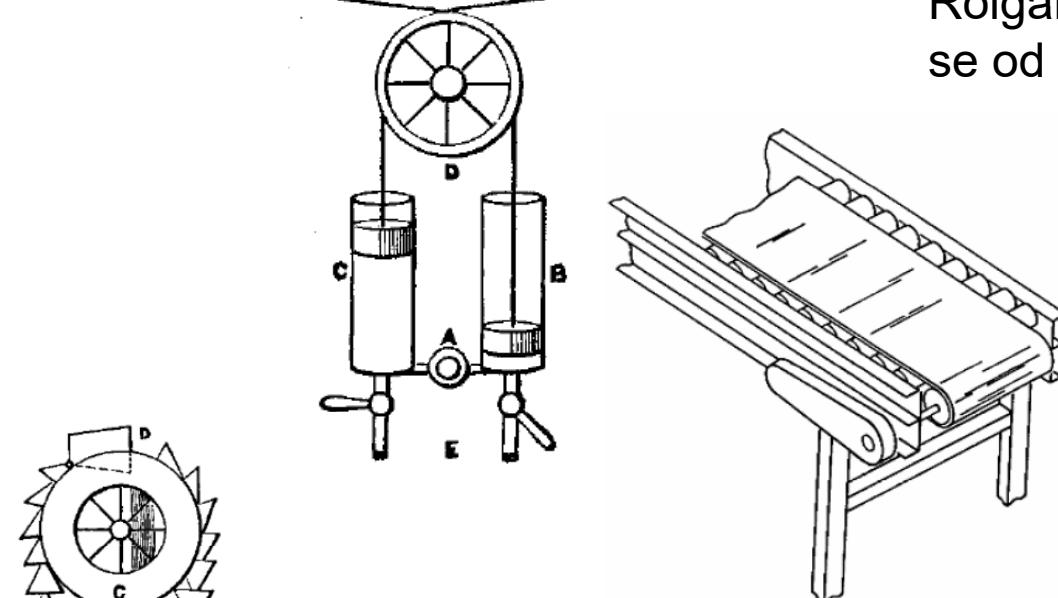
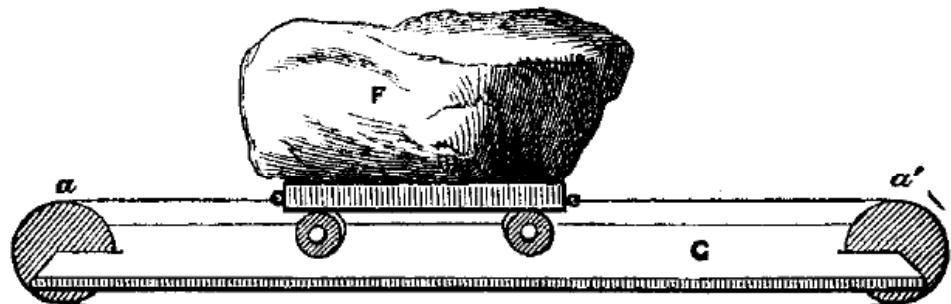
Arhimedova zavojnica (spirala, pumpa), služi za podizanje vode



Archimedean Screw found at Centenillo Mines, No. 10 Level.

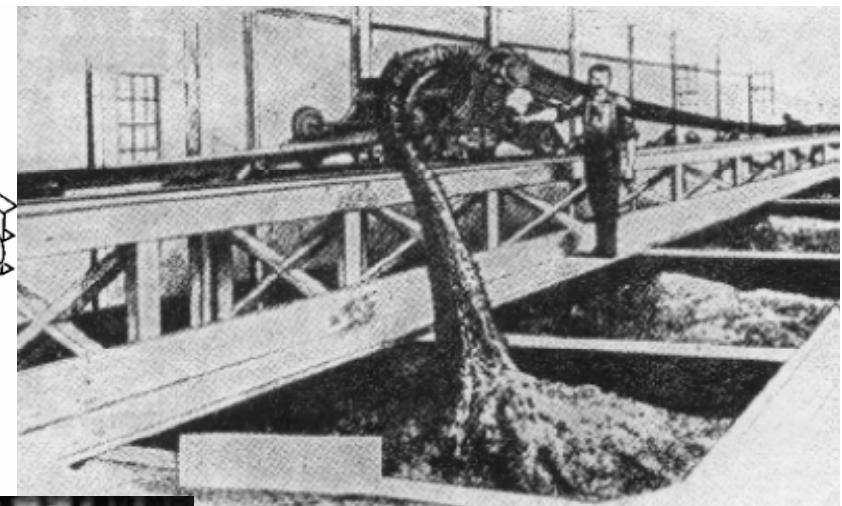
Primena: Ispumpavanje vode iz rudnika





Prvi trakasti transporteri javljaju se u drugoj polovini 17 veka, a od 1795 masovnije se primenjuju za transport rasutih materijala. Čelična traka se primenjuje od 1901. godine, Sandvik.

Rolganzi (valjkasti transporteri) primenjuju se od 1908.



Trakasti transporter 1840.



Čelična traka, 1901.

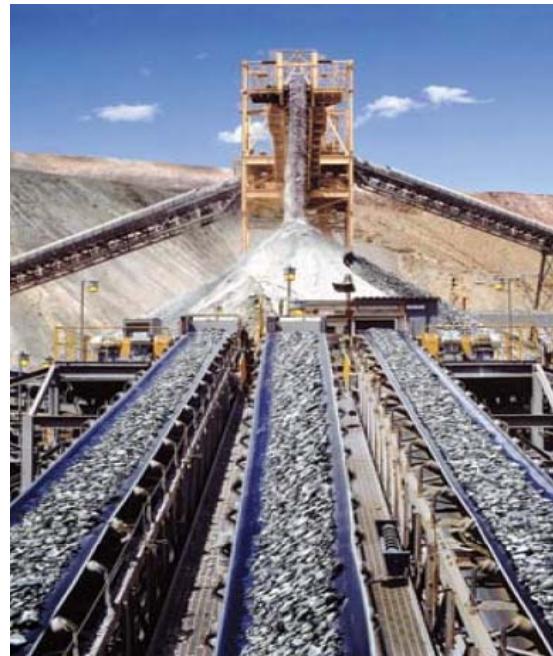


Montažna linija na bazi transportne trake, FORD - SAD, 1913.

Već oko 1920 postojali su trakasti transporteri dužine oko 14 km.



Colson belt conveyor, oko 1920, SAD.



Savremene konstrukcije trakastih transporter - konvejera



Transport uglja, luka Imingen, Velika Britanija



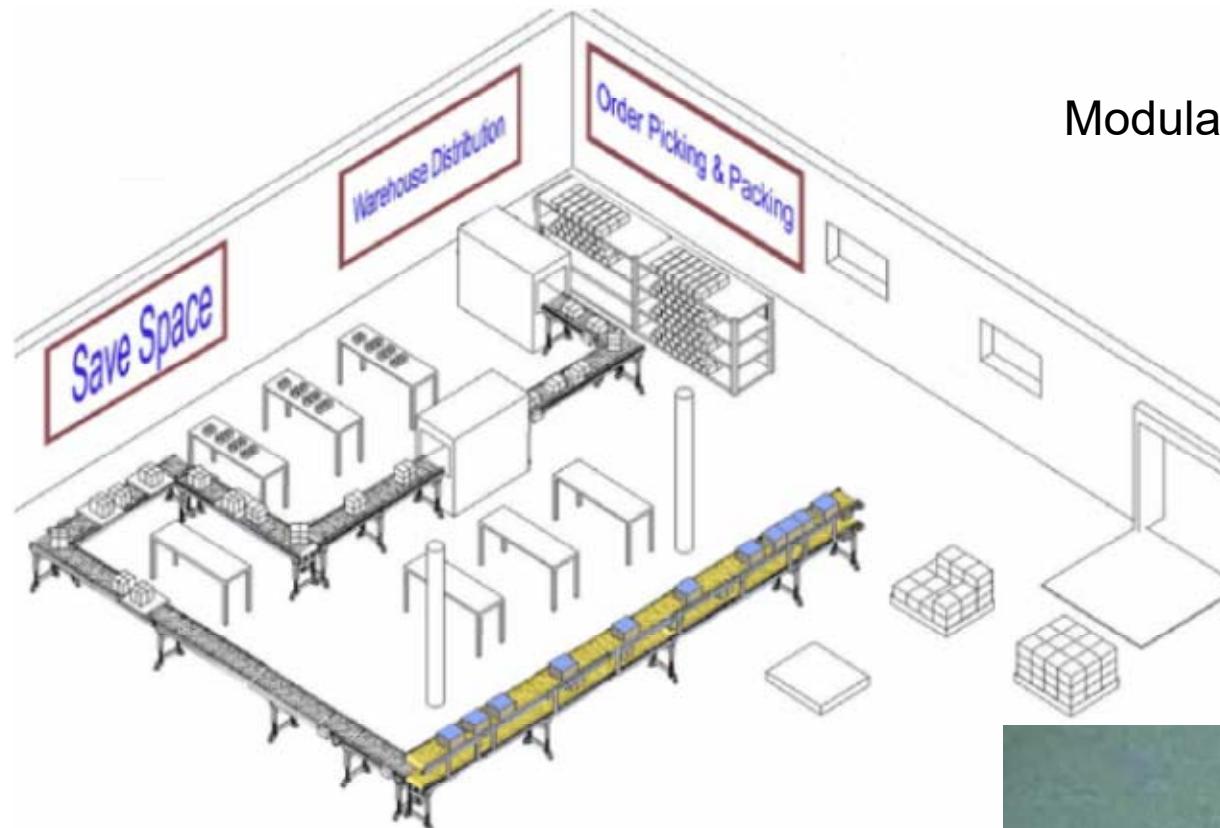
Najduži transporter na svetu, oko 100 km, transport fosfata iz rudnika u Zapadnoj Sahari.



Trakasti transporteri u punionici boca, i pogonu štamparije dnevnih novina

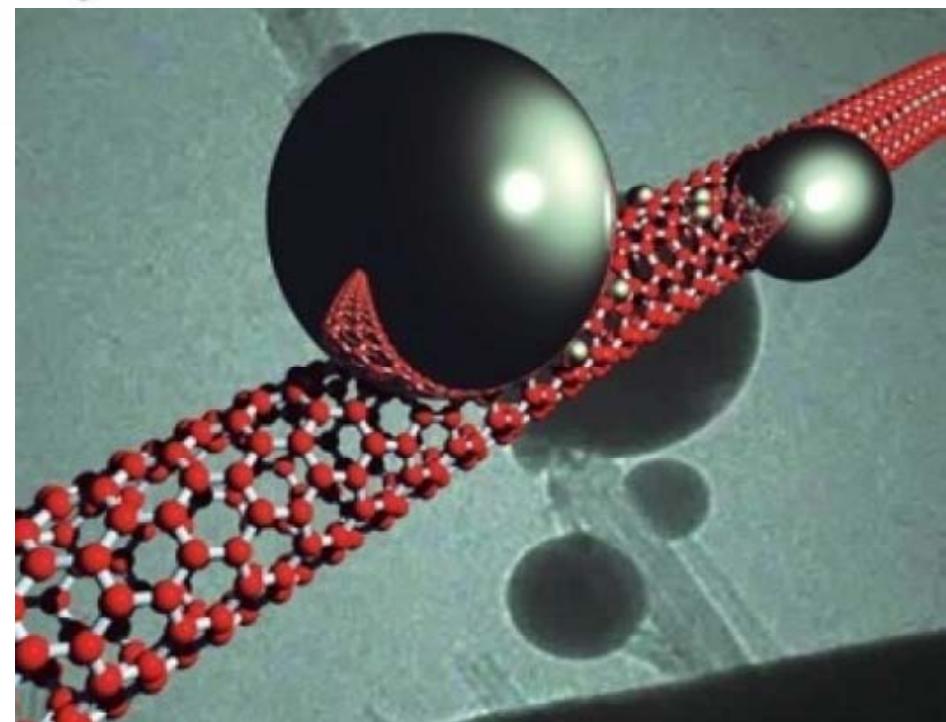


Suši restoran sa transportnom trakom,
stanica metroa Paddington u Londonu.



Modularni sistem trakastog transporterja

Transportna traka nano veličine, prenose se čestice veličine atoma ka mikroskopskim radnim mestima.





Primeri transportnih sistema i mašina neprekidnog transporta

