



Univerzitet u Beogradu,



Saobraćajni fakultet,



Odsek za logistiku

TRANSPORT KAO PODSISTEM LOGISTIKE

Prof. dr Snežana Tadić, dipl. inž.
Prof. dr Mladen Krstić, mast. inž.
Miloš Veljović, mast. inž.



* Sva autorska prava autora prezentacija i video snimaka na ovom kursu su zaštićena. Prezentacije i/ili snimci se mogu koristiti samo za nastavu na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu i ne mogu se koristiti u druge svrhe bez pismene saglasnosti autora materijala.

- ❑ Podsystem transporta obuhvata procese, infrastrukturu i opremu koja se koristi u kretanju ljudi i robe između različitih geografskih lokacija¹.
- ❑ Transport je osnovni element logističke usluge.
- ❑ Omogućava fizičko povezivanje svih karika logističkog lanca.
- ❑ Transport se može realizovati različitim tehnologijama, vidovima transporta i primenom različitih kategorija transportnih sredstava svakog od vidova transporta.

- ❑ Osnovni zahtevi koji se postavljaju pred različite vidove i tehnologije transporta su:
 - **Transportni kapacitet:** mogućnost transporta velikih količina robe po što nižim cenama,
 - **Brzina:** Trajanje transporta, brzina kretanja vozila, sposobnost transportnih sredstava da brzo transportuju robu
 - **Mogućnost kreiranja mreža:** mogućnost realizacije transporta na širem geografskom području putem mreže saobraćajnica
 - **Predvidivost:** mogućnost planiranja i predviđanja vremena trajanja transporta, pouzdanost transporta

- ***Fleksibilnost redova vožnji***: frekvencija realizacije transportnih usluga, mogućnost prilagođavanja promenama u rasporedu, transportnim kapacitetima itd.
- ***Prostorna fleksibilnost***: Mogućnost prostornog relociranja, integrisanje različitih vidova transporta i transportnih kapaciteta,
- ***Bezbednost***: Učestalost nezgoda i obim šteta
- ***Ekološki uticaj***: potrošnja energije, emisija štetnih gasova, čestica, buke, vibracija itd.

UČESNICI U DONOŠENJU ODLUKA O TRANSPORTU

- ❑ **Pošiljalac** (eng. **shipper**) ima potrebu za premeštanjem robe sa jedne na drugu lokaciju. Cilj pošiljaoca je realizacija kupčeve porudžbine uz minimalne troškove.¹ Nastoji da dobije kvalitetnu i pouzdanu transportnu uslugu.²
- ❑ **Prevoznik** (eng. **carrier**) obavlja transportnu funkciju (upravlja transportnom flotom, pratećom opremom i objektima za podršku itd.).² Nastoji da maksimizira profit, kroz efikasno pružanje usluge i postizanje zadovoljstva korisnika.
- ❑ Kompanija može sopstvenim voznim parkom realizovati transport robe (eng. **shipper-carrier**).³

Izvor: ¹ Madushanka, S. 2019. **Fundamentals of Logistics**, CII Institute of logistics, dostupno na: <http://www.ciilogistics.com/>

² Taylor G. 2008. **Introduction to logistics engineering**, New York, Taylor & Francis Group

³ CSCMP, 2013. **Supply Chain Management Definitions and Glossary**

UČESNICI U DONOŠENJU ODLUKA O TRANSPORTU

- ❑ **Primalac** (eng. **consignee**) ima cilj da primi robu uz najniže troškove i kvalitetnu uslugu.
- ❑ **Organi uprave** (eng. **government**): veoma su zainteresovani za realizaciju transporta, jer je za održavanje ekonomskog rasta neophodno stabilno i efikasno transportno okruženje.
- ❑ **Stanovnici** (eng. **population**) – S jedne strane predstavljaju krajnje primaoce, koji žele robu po niskim cenama i efikasnu uslugu. S druge strane, cilj stanovništva je smanjenje negativnih uticaja transporta na okruženje (bezbednost, životna sredina, buka itd.)

- ❑ Drumski transport je najzastupljeniji vid transporta. Ima najgušću mrežu saobraćajnica u EU.
- ❑ ***Karakteristike drumskog transporta:***
 - Dobre mogućnosti za formiranje mreže (tj. moguće je ostvarivati dobre veze između primarnih elemenata saobraćajnog sistema)
 - Velike brzine u kombinaciji sa relativno niskim transportnim rizicima (omogućavaju se direktne isporuke od vrata do vrata, pretovar i/ili međufazno preuzimanje robe nisu neophodni)
 - Racionalno iskorišćenje mreže (najčešće kroz zbirni transport, odvozni i dovozni rad)

- Dobro iskorišćenje tovarnog prostora specifičnih transportnih sredstava namenjenih određenim vrstama tereta (kamioni hladnjače, kamioni cisterne, kamioni za transport kontejnera, tegljači sa poluprikolicama, transport teških i vangabaritnih tereta itd.)
- Optimizacija troškova i ekoloških uticaja kroz primenu različitih tehnologija transporta vozilo-vozilo
- U procesima daljinskog transporta, drumski transport se obično koristi u početnim i krajnjim fazama transporta, npr. za realizaciju dovoza robe od pošiljaoca do neke otpremne luke gde se roba pretovara na brod, i za realizaciju odvoza od luke prispeća do primaoca robe

- Relativno kratki periodi zadržavanja vozila i kašnjenja
- Visoka fleksibilnost (u smislu rokova isporuke, brzog odgovora na potrebe i zahteve korisnika itd.)
- Kompleksni konkurentski odnosi (kako u samom drumskom transportu tako i u odnosu na druge vidove transporta)
- Visok stepen zagađenja životne sredine kroz veliku potrošnju energije po jedinici prevezenog tereta, emisiju gasova, buke i zagušenje saobraćaja.

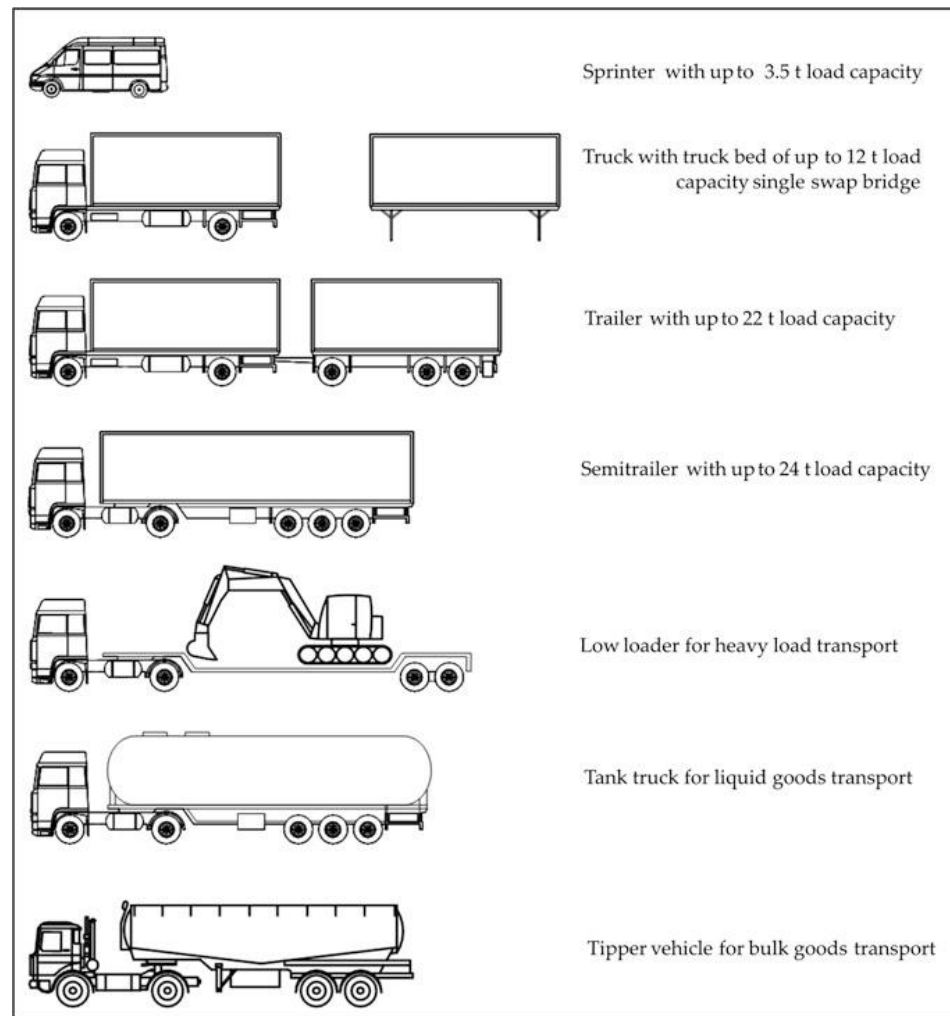
DRUMSKI TEREETNI TRANSPORT



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE

- ❑ U drumskom teretnom transportu se koriste različite kategorije vozila. Mogu se klasifikovati u odnosu na nosivost, klasu, zapreminu, emisiju itd.



- ❑ Pri izboru drumskog transportnog sredstva treba uzeti u obzir sledeće aspekte:
 - **efikasnost** - svrsishodnost sa aspekta prirode operacija (godišnja kilometraža, klima, teren), karakteristika robe, materijala ili tereta, specifikacije vozila;
 - **ekonomski aspekt** - fiksni troškovi (amortizacija, licence, osiguranje), varijabilni troškovi (gorivo, gume, održavanje), rezidualna vrednost vozila, ukupni troškovi vozila tokom radnog veka, faktori iskorišćenja (npr. efikasnost goriva), nabavka vozila (kupovina, ugovor o najmu, zakupu);
 - **zakonski aspekt** - licence provajdera, propisi o konstrukciji i korišćenju, težine i dimenzije vozila, zdravstveni, bezbednosni i ekološki zahtevi itd.

- ❑ Železnički teretni transport je pogodan za transport velikih količina robe na velikim rastojanjima.
- ❑ ***Karakteristike železničkog teretnog transporta:***
 - Mogućnost masovnog transporta
 - Posebno pogodan za duge i direktne relacije u kopnenom saobraćaju
 - Pogodan za gotovo sve vrste robe (visoko vrednu, rasutu i neupakovanu robu, generalni teret, za robu koja se ne može transportovati drumskim vidom transporta itd.)
 - Relativno velike brzine obrta za direktne vozove gde nije potrebno ranžiranje

- Redovi vožnje i alociranje koloseka u velikoj meri osiguravaju isporuke na vreme. Relativna nezavisnost od saobraćajnih špiceva u drumskom transportu i nepovoljnih vremenskih prilika.
- Bezbedno rukovanje teretom, naročito u slučaju transporta opasnih materija, relativno ekološki povoljan vid transporta.
- Relativno niska gustina transportne mreže što utiče na smanjenje mogućnosti isporuka od vrata do vrata, što u krajnjoj liniji dovodi do skupih i vremenski zahtevnih procesa pretovara.
- Striktno poštovanje redova vožnje i propisa o dužini kompozicije

- Niske brzine transporta, naročito u slučaju pojedinačnih vagona zbog potrebe za ranžiranjem u cilju formiranja kompozicije, kao i zbog prednosti koju ima putnički transport u odnosu na teretni
- Slaba konkurencija na tržištu zbog relativno zatvorenog tržišta
- Vremenski gubici na graničnim prelazima zbog različitih tehničkih karakteristika železničkih sistema u različitim državama.

- ❑ Transporta sredstva u železničkom transportu su železnička kola (vagoni). Pored lokomotiva, postoji širok spektar različitih kategorija i tipova vagona (standardnih i specijalnih, u zavisnosti od namene).
- ❑ **Tipovi železničkih kola:**
 - E – obična otvorena kola sa visokim stranicama
 - F – specijalna otvorena kola sa visokim stranicama
 - G – obična zatvorena kola
 - H – specijalna zatvorena kola
 - R – obična 4-osovinska plato kola
 - S – specijalna plato kola sa 4 i više osovina
 - L – specijalna plato kola za prevoz automobila
 - Z – cisterne za tečnosti i gasove

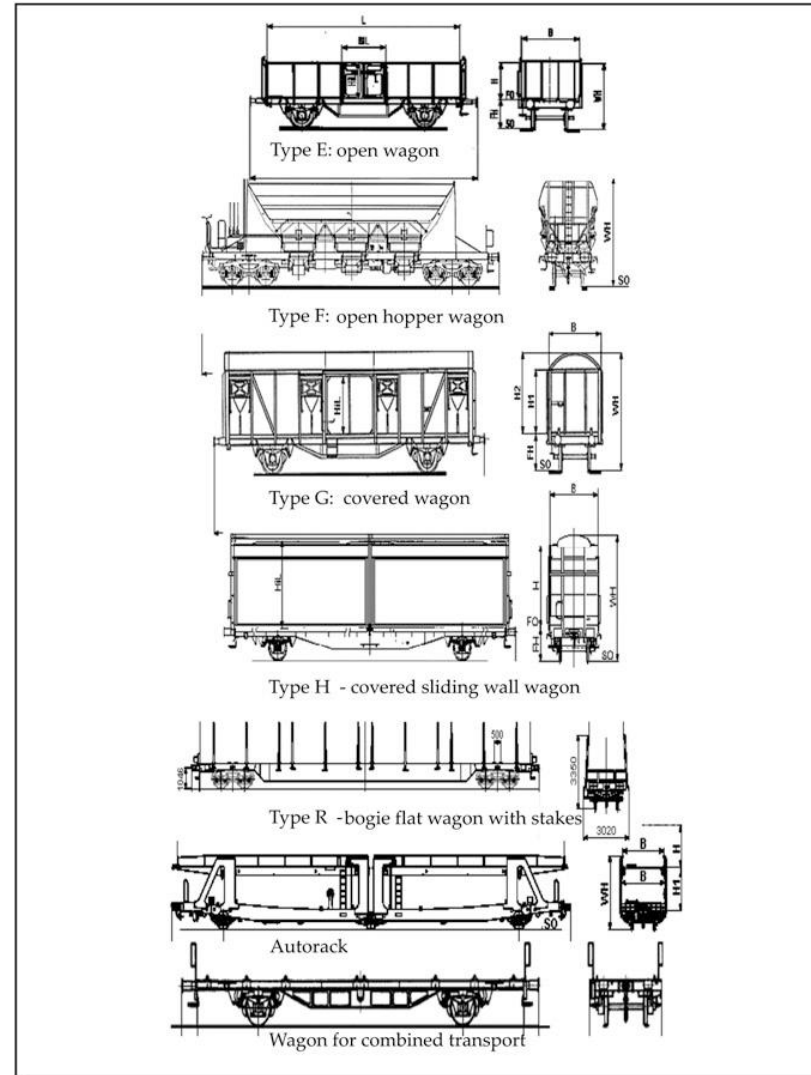
ŽELEZNIČKI TERETNI TRANSPORT



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku



OSNOVI LOGISTIKE



- ❑ Međunarodna trgovina i podela rada je postala moguća zahvaljujući pomorskom transportu. Pomorski transport omogućava troškovno efikasan transport generalnih tereta na velikim rastojanjima.
- ❑ ***Karakteristike pomorskog transporta:***
 - Transport velikih količina robe
 - Posebno pogodan za daljinski i međukontinentalni transport
 - Pogodan za gotovo bilo koju robu
 - Relativno povoljan odnos između troškova transporta i kapaciteta (€ po tkm)
 - Velika bezbednost tokom transporta
 - Relativno male brzine transporta (transport traje dugo)
 - Veoma je zavisian od vremenskih uslova

- ❑ U pomorskom transportu dominiraju kontejnerski brodovi. U zavisnosti od namene mogu se pojaviti i neki drugi tipovi, tankeri za prevoz nafte, gasa, brodovi za generalni teret.
- ❑ Kontejnerski brodovi se klasifikuju u više generacija prema kapacitetu TEU (*Twenty-foot Equivalent Unit* – dvadesetostopni kontejner):
 - I generacija: do 2000 TEU,
 - II generacija: do 3000 TEU,
 - III generacija: do 4000 TEU,
 - IV generacija: do 5000 TEU,
 - V generacija: do 9000 TEU,
 - VI generacija: do 15000 TEU,
 - VII generacija: do 18000 TEU.
 - VIII generacija: preko 18000 TEU

Economies of Scale Push Container Vessel (R)evolution

1st Generation: 1960-1970
1,700 TEU



Ideal X

2nd Generation: 1970-1980
2,305 TEU



Full Cellular

3rd Generation: 1985
3,220 TEU



Panamax

4th Generation: 1986 – 2000
4,848 TEU



Post-Panamax

5th Generation: 2000-2005
8,600 TEU



Super Post-Panamax

6th Generation: 2006-2012
15,000 TEU



Super-size Maersk

7th Generation: 2013 - 2015
18,000 TEU



New Orderbook Maersk

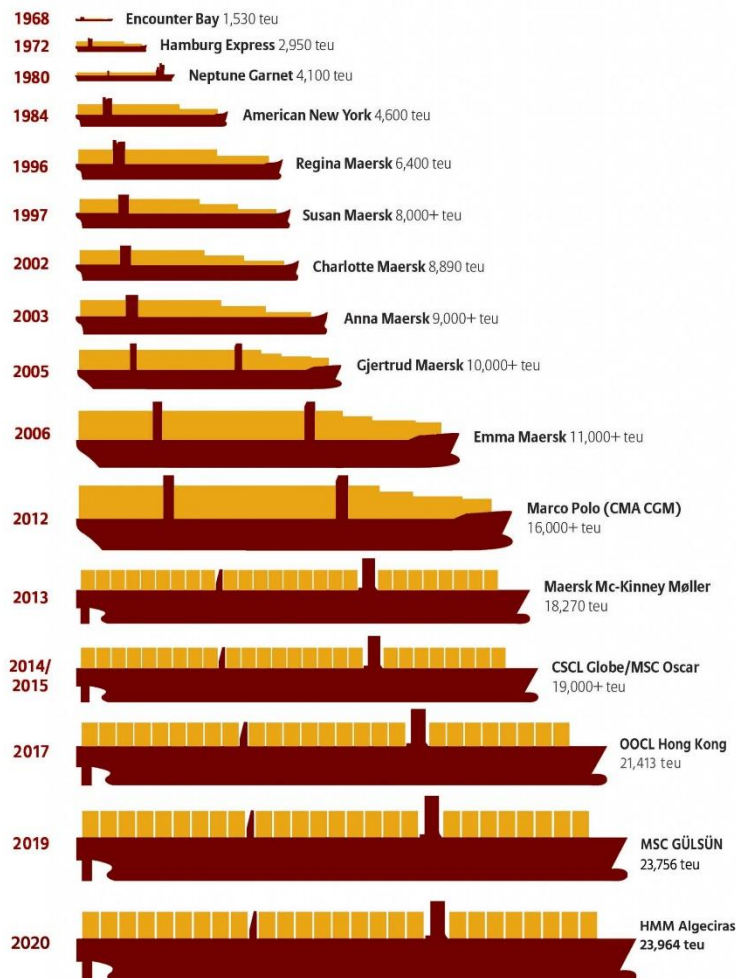
POMORSKI TERETNI TRANSPORT



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE

Evolution of Container Ships



...



Izvori : ¹ <https://www.shippingandfreightresource.com/importance-of-proper-container-lashing-on-board-ships/>, ² <http://www.shipspotting.com/>
³ <https://shippingwatch.com/>

❑ ***Karakteristike rečnog teretnog transporta:***

- Masovni vid transporta velikog kapaciteta (niski troškovi transporta velikih količina robe na većim rastojanjima)
- Mogućnost plovidbe 24h usled primene radarske navigacije
- Slobodni kapaciteti plovni putova
- Velika pouzdanost i bezbednost transporta (čak i za opasne robe)
- Ekološki povoljan (niska potrošnja energije po jedinici transporta)
- Mala gustina transportne mreže
- Male brzine kretanja transportnih sredstava
- Veoma zavisao od vremenskih prilika (visok/nizak vodostaj, zaleđenost reka itd)

REČNI TERETNI TRANSPORT

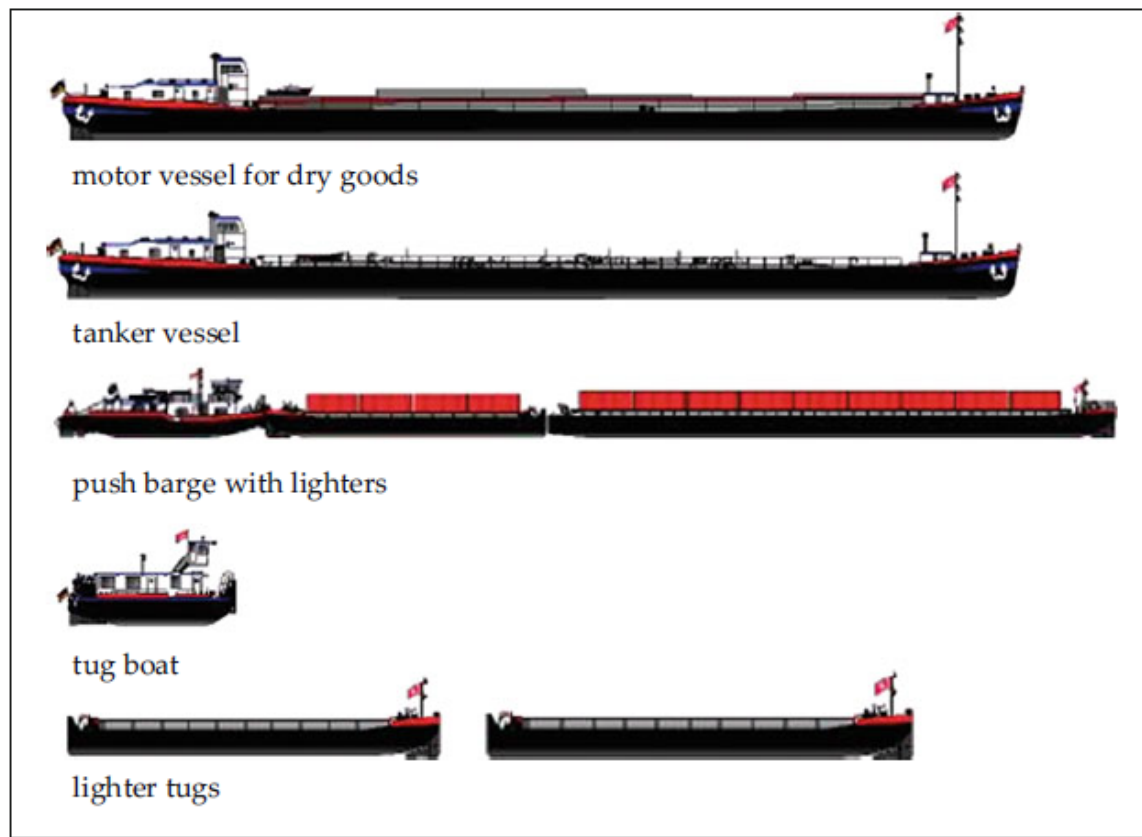


Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



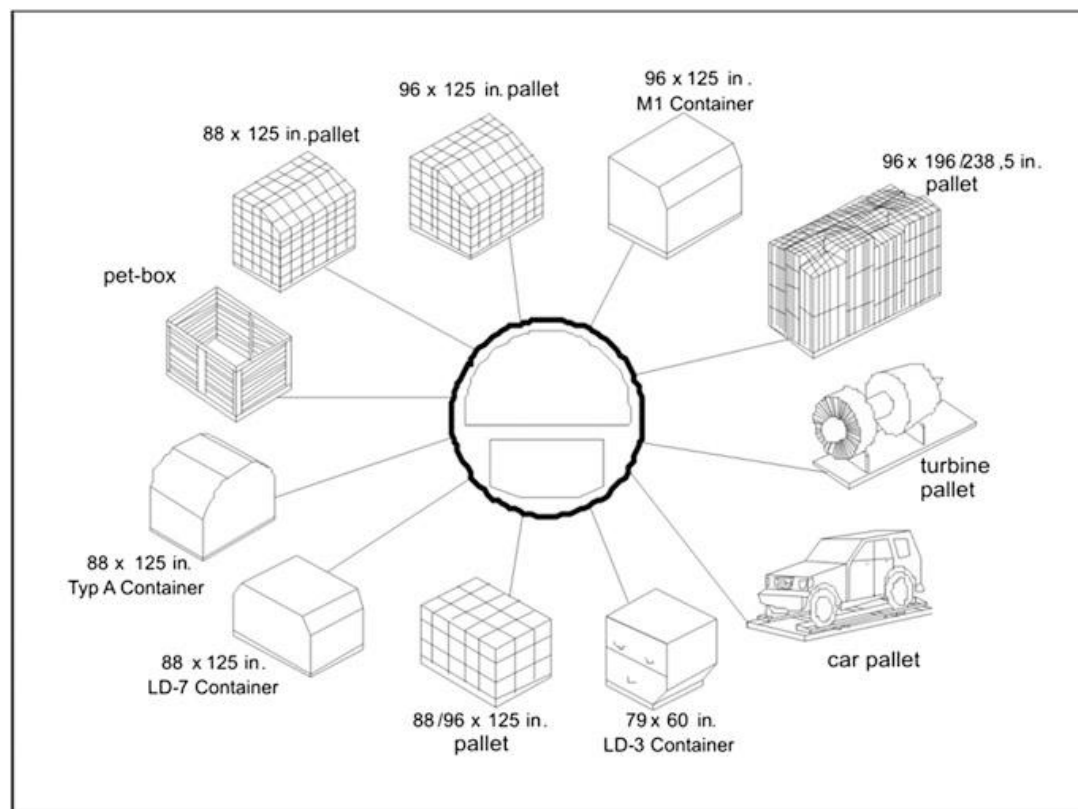
- Tipovi plovila u rečnom transportu uključuju pogonjene brodove, potisne barže, potiskivače, vučne barže itd. Osim toga postoje i specijalna plovila za tehnologije transporta vozilo-vozilo.



- ❑ Vazdušni teretni transport postaje sve značajniji.
- ❑ ***Karakteristike vazdušnog teretnog transporta:***
 - Kratka vremena trajanja transporta
 - Naročito pogodan za transport na velikim rastojanjima
 - Visoki troškovi transporta po jedinici tereta
 - Mali transportni kapaciteti u poređenju sa drugim vidovima transporta
 - Mala gustina transportne mreže zbog zavisnosti od lokacije aerodroma
 - Veoma zavisan od vremenskih uslova, naročito prilikom uzletanja i sletanja.

VAZDUŠNI TERETNI TRANSPORT

- ❑ Transport tereta se može realizovati u kombinaciji sa transportom putnika ili u specijalizovanim avionima za transport tereta.
- ❑ Avioni za transport tereta uglavnom koriste specijalne kontejnere za transport.



- ❑ Kako bi se iskoristile prednosti pojedinih vidova transporta, naročito na velikim rastojanjima, nastali su sistemi i tehnologije transporta u kojima se kombinuju dva i više vidova transporta.
- ❑ **Intermodalni transport** je sistem koji podrazumeva transport robe “od vrata do vrata” uz primenu najmanje dva vida transporta, bez promene tovarno-manipulativne jedinice, kao što su kontejneri, izmenjivi transportni sudovi, delovi ili kompletna vozila.

INTERMODALNI TRANSPORT



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



- ❑ ***Uzroci nastanka*** intermodalnog transporta:
 - Nemogućnost pojedinih vidova transporta da se saobraćajno infrastrukturno povežu sa mnoštvom pošiljalaca i primalaca robe;
 - Veliki troškovi transporta po jedinici robe na relacijama pojedinih vidova transporta (drumski, vazdušni);
 - Zaštita robe od oštećenja, rastura, pri promeni vida transporta i manipulisanju u transportnim čvorovima;
 - Zaštita životne sredine od negativnog uticaja robe;

- Zaštita životne sredine od negativnog uticaja drumskog transporta;
- Racionalizacija potrošnje i zaštita energetske resursa;
- Smanjenje robnih manipulacija i ubrzanje protoka robe;
- Bolje iskorišćenje transportnih sredstava kraćim zadržavanjem na utovarno-istovarnim, pretovarnim manipulacijama;
- Lakše obeležavanje, identifikacija i praćenje robe.

INTERMODALNI TRANSPORT



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Direct Road Movement to Port



Intermodal/Export



Intermodal



Intermodal/Domestic



ZADATAK 1



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE

- ❑ Sabiranje zahteva u vremenu je proces spajanja porudžbina u određenom vremenskom periodu.
- ❑ Sabiranje zahteva u vremenu smanjuje troškove transporta jer rezultuje većim isporukama i smanjenjem odstupanja veličina isporuke.
- ❑ Međutim, sabiranje zahteva u vremenu smanjuje vreme odziva na zahteve korisnika.

ZADATAK 1

- ❑ Kompanija se bavi prodajom čelika.
- ❑ Sve porudžbine se isporučuju korisnicima pod sledećim uslovima:
 - Prevozilac naplaćuje 100 \$ po porudžbini
 - Isporuke koje ne ispunjavaju u potpunosti tovarni prostor transportnih sredstava (*LTL - Less than Truck Load*) se naplaćuju varijabilno po ceni od 0,01 \$/kg
 - Isporuke koje ispunjavaju u potpunosti tovarni prostor transportnih sredstava (*TL - Truck Load*) (isporuke se smatraju *TL* isporukama ako su između 37.000 i 40.000 kg) se naplaćuju fiksno po ceni od 350 \$/isporuci. Ako su isporuke veće od 40.000 kg razlika se naplaćuje kao *LTL* isporuke.
- ❑ Trenutno kompanija šalje isporuku istog dana kada primi porudžbinu. Uz trajanje transporta od 2 dana, na ovaj način kompanija ostvaruje interval strpljivosti od 2 dana.

ZADATAK 1

- ❑ Izračunati troškove u slučaju da se interval strpljivosti poveća na 3, odnosno 4 dana.
- ❑ Zahtevane količine robe tokom perioda od dve nedelje su:

	Ponedeljak	Utorak	Sreda	Četvrtak	Petak	Subota	Nedelja
Nedelja 1	19.790	17.470	11.316	26.192	20.263	8.381	25.377
Nedelja 2	39.171	2.158	20.633	23.370	24.100	19.603	18.442

REŠENJE

- ❑ Troškovi isporuke robe poručene 1. dana:
 $100\$ + 19.790\text{kg} * 0,01\$/\text{kg} = 297,9\$$
 - ❑ Troškovi isporuke robe poručene 2. dana:
 $100\$ + 17.470\text{kg} * 0,01\$/\text{kg} = 274,7\$$
 - ...
 - ❑ Troškovi isporuke robe poručene 8. dana:
 $100\$ + 350\$ = 450\$$
 - ...
 - ❑ Troškovi isporuke robe poručene 14. dana:
 $100\$ + 18.442\text{ kg} * 0,01\$/\text{kg} = 284,42\$$
-
- ❑ Ukupni troškovi:
 $297,9\$ + 274,7\$ + \dots + 284,42\$ = 4120,95\$$

REŠENJE



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE

Dan	Potražnja	Int. strpljivosti 2 dana		Int. strpljivosti 3 dana		Int. strpljivosti 4 dana	
		Količina (kg)	Troškovi	Količina	Troškovi	Količina	Troškovi
1	19.790	19.790	297,9				
2	17.470	17.470	274,7	37.260	450		
3	11.316	11.316	213,16			48.576	535,76
4	26.192	26.192	361,92	37.508	450		
5	20.263	20.263	302,63				
6	8.381	8.381	183,81	28.644	386,44	54.836	598,36
7	25.377	25.377	353,77				
8	39.171	39.171	450	64.548	695,48		
9	2.158	2.158	121,58			66.706	717,06
10	20.633	20.633	306,33	22.791	327,91		
11	23.370	23.370	333,7				
12	24.100	24.100	341	47.470	524,7	68.103	731,03
13	19.603	19.603	296,03				
14	18.442	18.442	284,42	38.045	450	38.045	450
Ukupni troškovi			4120,95		3284,53		3032,21

ZADATAK 2

- ❑ Kompanija Eastern Electric (EE) nabavlja motore koje ugrađuje u svoje proizvode od kompanije Westview.
- ❑ EE trenutno naručuje 120.000 motora godišnje od kompanije Westview po ceni od 120 \$ po motoru. Potražnja je relativno konstantna već nekoliko godina i očekuje se da tako i ostane.
- ❑ Svaki motor je u proseku težak 10 kg.
- ❑ Westview šalje isporuku u roku od jednog dana.
- ❑ U svojoj fabrici EE drži dodatne sigurnosne zalihe na nivou od 50% od prosečne potražnje za motorima tokom celog vremena trajanja isporuke.

ZADATAK 2

- ❑ Menadžer fabrike EE je dobio nekoliko predloga za realizaciju transporta i mora da se odluči za jedan.
- ❑ Detalji predloga za realizaciju transporta su sledeći:

Prevozilac	Kapacitet za jednu isporuku (kg)	Troškovi transporta (\$/motoru)
Prevozilac 1 (železnica)	20000	0,65
Prevozilac 2 (drum)	10000	0,75
Prevozilac 3 (drum)	5000	0,80
Prevozilac 4 (drum)	25000	0,60
Prevozilac 5 (drum)	30000	0,40
Prevozilac 6 (drum)	40000	0,30

- ❑ Transport železnicom traje 5 dana.
- ❑ Transport drumom traje 3 dana.
- ❑ Godišnji troškovi čuvanja zaliha su 25% vrednosti proizvoda.

Prevozilac 1:

☐ Troškovi transporta:

- Cena transporta jednog motora: 0,65 \$
- Ukupni troškovi transporta na godišnjem nivou: $120\,000 * 0,65 \text{ $/motor} = 78\,000 \text{ $}$

☐ Zalihe u transportu:

- $2000 * 120 \$ * 0,25/365 * 5 * 60 = 49\,315 \$$
- 2000 motora se prevozi u jednoj vožnji jer je kapacitet za isporuku 20.000 kg a težina jednog motora 10 kg
- 0,25/365 – godišnji troškovi zaliha su 25% od vrednosti robe na zalihama a dnevni su kad se podele sa 365
- Sa 5 se množi jer toliko traje transport
- Sa 60 se množi jer će biti toliko isporuka na nivou godine (ako imamo 2000 u jednoj isporuci a ukupno treba da isporučimo 120000, onda je broj isporuka $120000/2000$)

Prevozilac 1:

☐ Zalihe kod proizvođača:

- $2000/2 * 120 * 0,25/365 * 365/60 / 2 * 60 = 15\ 000 \$$
- 2000/2 je prosečna količina robe na zalihama (ako se ravnomerno proizvodi roba)
- 365/60/2 je prosečno vreme držanja zaliha po isporuci

☐ Zalihe kod primaoca:

- $(2000/2 * 120,65 * 0,25/365 * 365/60/2 * 60) + (2000 * 0,5 * 120,65 * 0,25/365 * 365/60 * 60) = 45243 \$$
- 120,65 jer se vrednost robe kod primaoca uvećava za troškove transporta (120 + 0,65)
- 365/60 jer se roba drži na zalihama tokom čitavog ciklusa isporuke

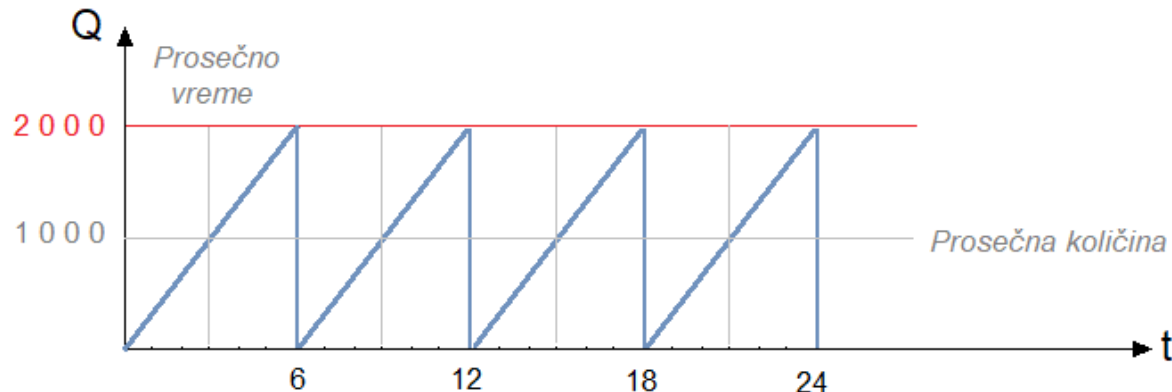
☐ Ukupni godišnji troškovi:

- $78\ 000 + 49315 + 15000 + 45243 = 187558 \$$

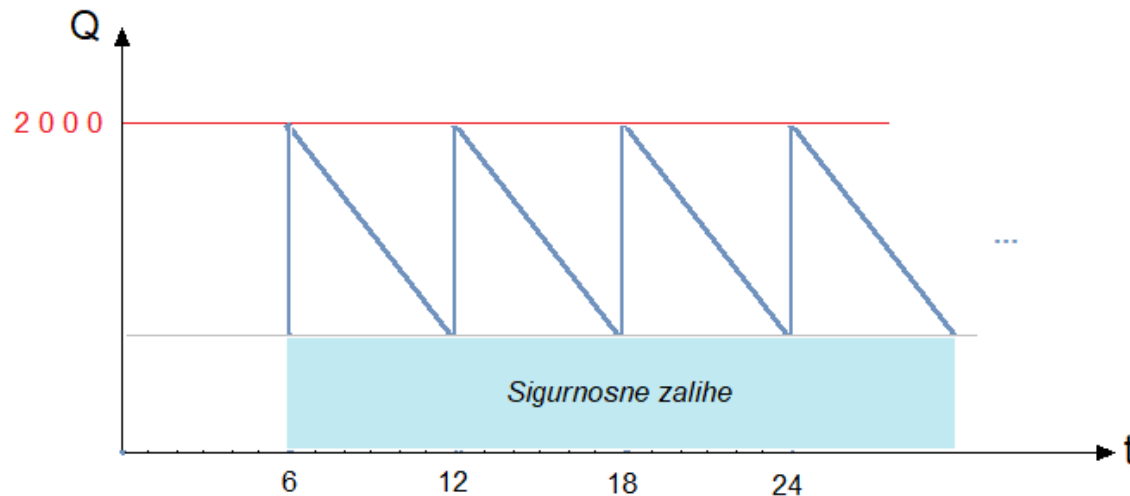
REŠENJE



❑ Zalihe kod proizvođača



❑ Zalihe kod primaoca



REŠENJE



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE

Prevozilac	Veličina isporuke	Troškovi transporta	Zalihe u transportu	Zalihe kod pošiljaoca	Zalihe kod primaoca	Ukupni troškovi
P1	2000	78 000	49 315	15000	45243	187558
P2	1000	90 000	29 589	7500	22640	149729
P3	500	96 000	29 589	3750	11325	140664
P4	2500	72 000	29 589	18750	56531	176870
P5	3000	48 000	29 589	22500	67725	167814
P6	4000	36 000	29 589	30000	90225	185814

- ❑ Prilikom izbora vida transporta i prevozioca mora se voditi računa o troškovima zaliha.
- ❑ Vidovi transporta i prevozioci, koji imaju visoke troškove transporta mogu biti isplativi jedino ako generišu znatno niže troškove zaliha.
- ❑ Sabiranjem zahteva u vremenu i povećanjem intervala strpljivosti mogu se smanjiti troškovi transporta.