



Универзитет у Београду  
Машински факултет

Проф. др Саша Митић

# ВОЗИЛА НА КРАЈУ ЖИВОТНОГ ВЕКА

---



## Увод

- Аутомобилска индустрија је, уз индустрију производње енергије, основни чинилац развоја човечанства у XXI веку. Све већи број људи на директан или индиректан начин постаје учесник у ланцу индустрије која је повезана са производњом друмских возила
- С друге стране, развој човечанства диктира и све већу потребу за коришћењем друмских возила у свакодневном животу и обављању радних обавеза. У прилог томе говори константан пораст броја произведених и продатих возила, као и броја возила у употреби

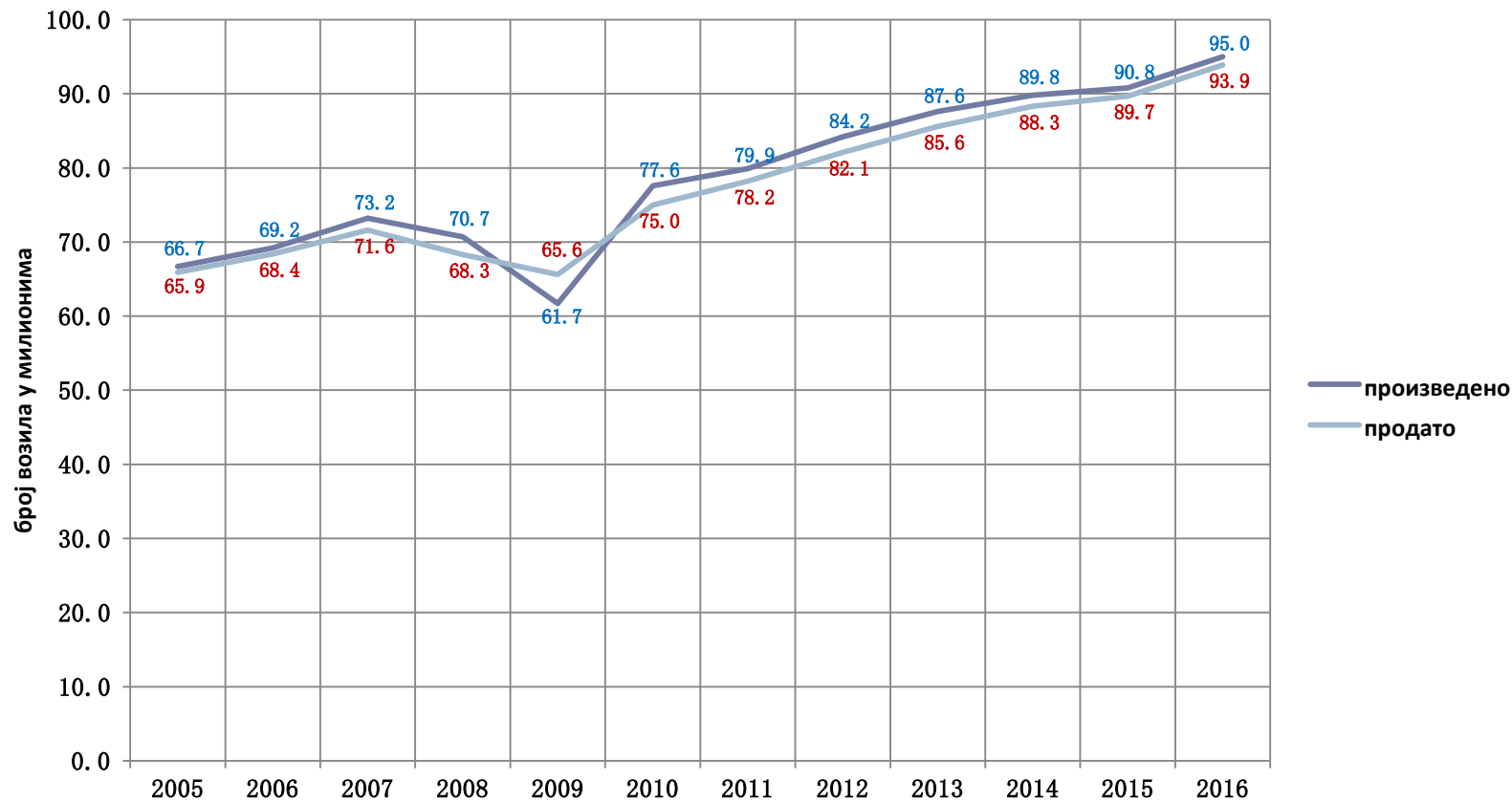
## Изазови

- Аутомобилска индустрија је изложена бројним озбиљним изазовима, који се у највећој мери односе на утицај аутомобила и аутомобилске индустрије на животну средину
- Возила током свог животног века утичу на животну средину на неколико начина:
  - кроз потрошњу енергије и других ресурса;
  - стварањем отпада током производње и употребе;
  - одлагањем на крају њиховог животног века
- Док су прва два фактора предмет разматрања већ дуги низ година и приметан је константни напредак у смањењу ефеката дејстава, одлагање возила на крају животног века је релативно нова област истраживања

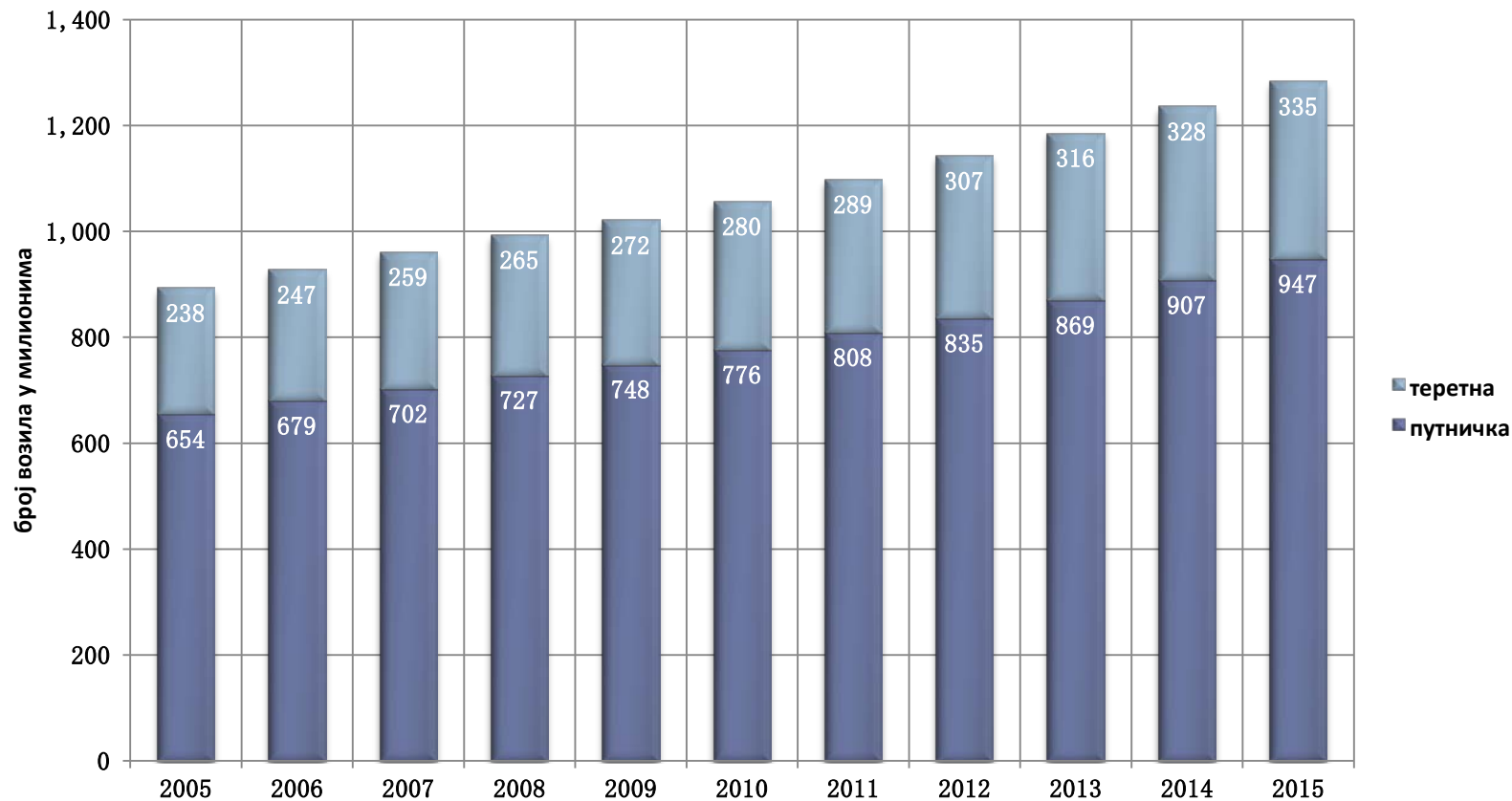
## Статистички показатељи

- Праћење стања активног возног парка током година даје нам тачне податке о броју возила у употреби, као и константни тренд пораста.
- Осим броја регистрованих возила, од великог значаја је и праћење броја новопроизведених и продатих возила, јер се поређењем тих података веома лако може доћи до броја возила која, из разних разлога, сваке године излазе из употребе, и на тај начин представљају групу возила која су завршила свој животно век.

## Укупан број произведених и продатих возила у свету

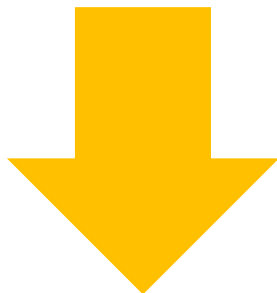


## Укупан број возила у употреби у свету



## 2015. година

- Број произведених возила  $\approx$  **95 милиона**
- Повећање броја возила у употреби у односу на 2014.  $\approx$  **47 милиона**

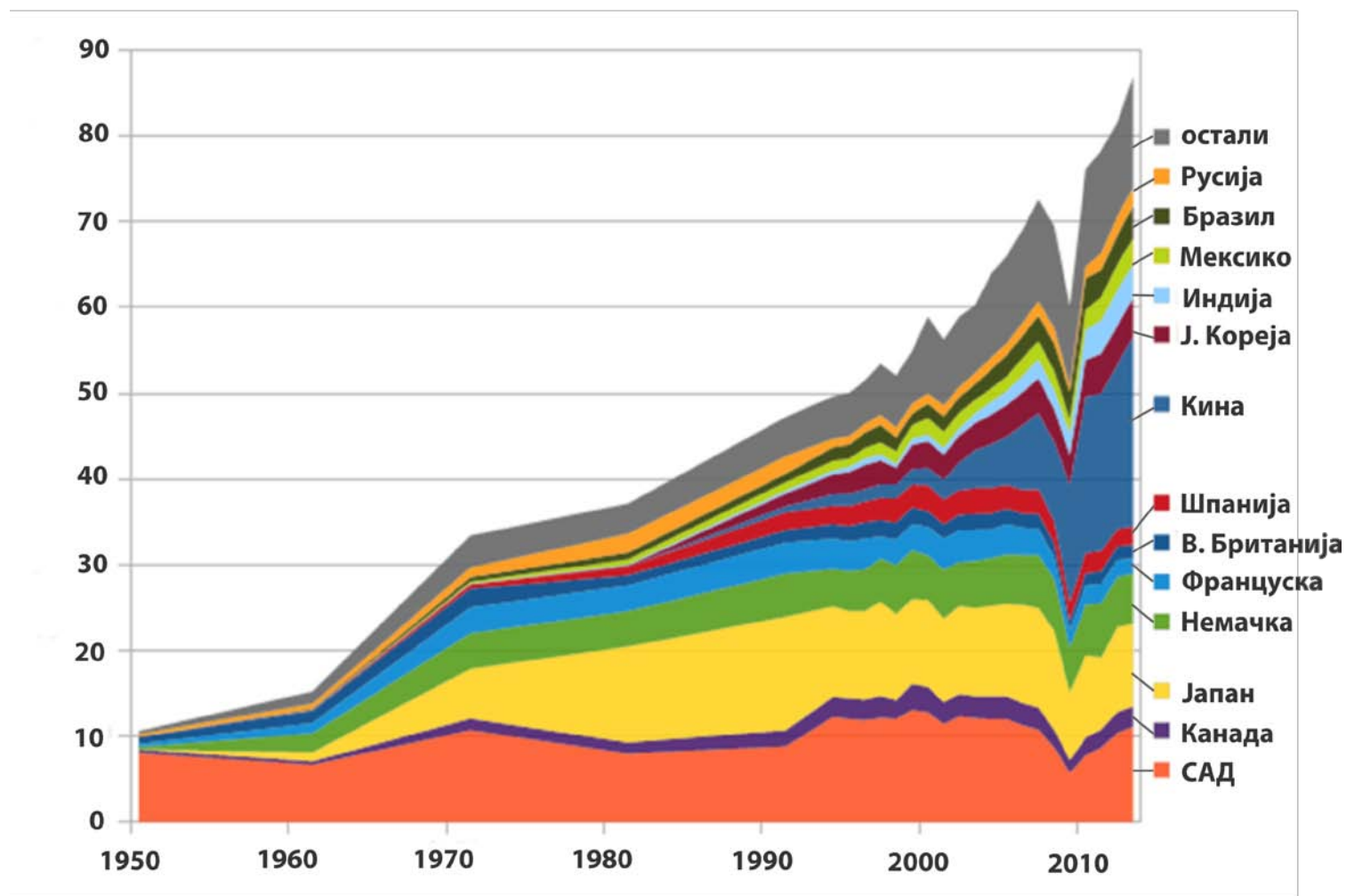


- Животни век је окончало  $\approx$  **48 милиона возила**

- Последњих 20 година довело је и до значајних промена на пољу распрострањености произвођача. Док је током XX века примат у производњи припадао Сједињеним Америчким Државама, европским земљама (нарочито Немачкој, Француској, Шпанији, Италији и Великој Британији), Јапану и Јужној Кореји, трендови смањења трошкова производње довели су крајем XX века до наглог пресељења производних капацитета у земље Јужне Америке и Азије, нарочито у Кину.
- Тиме је на неки начин дошло до мање или више равномерне распоређености производних погона између Северне и Јужне Америке, Европе и Азије



## Светска производња возила у периоду 1950 – 2014.



## Животни циклус возила – четири фазе

**Истраживање и развој** – обухвата све истраживачке и развојне процесе у различитим областима, као што су тржиште, производ, технологија, пословна стратегија и др.

**Производња** – укључује широки спектар производних процеса, почев од производње делова и склопова, па до израде комплетног возила

**Употреба** – интегрише све претпродајне, продајне и постпродајне процесе, односно пропагандне активности, продају, сервисирање, како у гарантном тако и у вангарантном периоду, комуникацију са купцима и др.

**Обнављање** – по истеку животног века возила почиње фаза обнављања искоришћених возила, која укључује све процесе поступања са возилима на крају њиховог животног века, као што су: преузимање од последњег власника, издавање сертификата за пререгистрацију, расклапање, припрема материјала за поновну употребу и др.

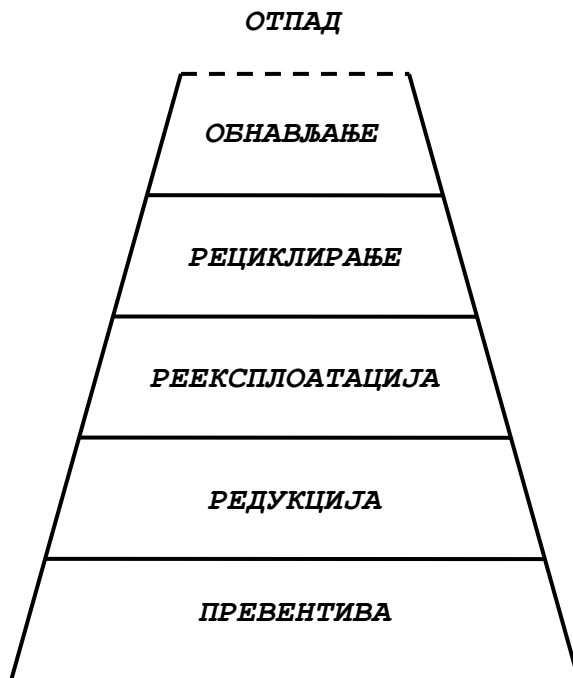
## Основни циљеви управљања животним циклусом возила



**Превентива** је основни циљ и темељ пирамиде. Одговарајућим дизајном возила, као и пројектовањем адекватних технолошких процеса, стварају се услови за дужи животно век возила, као и за минимизирање трајног отпада у фази употребе и по истеку животног века возила.

**Редукција** је следећи слој пирамиде и следећи циљ по важности. Он се такође обезбеђује у фази развоја возила и технологија, али и у току процеса у фази производње и употребе, кроз смањење количина материјала, нарочито оних опасних.

## Основни циљеви управљања животним циклусом возила



**Реексплоатација (поновна употреба)** значи враћање делова возила на крају животног века у фазу поновне употребе, у свом затеченом стању или након репарације, односно коришћењем производних процеса којима се омогућава да се део користи за исту намену.

**Рециклирање** је припрема материјала и њихово враћање у циклус производње. Тако припремљени материјали користе се за производњу нових делова за возила и/или за израду неких других производа.

## Основни циљеви управљања животним циклусом возила



**Обнављање енергије** је последњи употребљиви слој пирамиде, а односи се на експлоатацију топлоте ослобођене сагоревањем материјала који се не могу вратити на поновну употребу у облику делова и не могу се употребити за нову производњу, а погодни су за добијање топлотне енергије.

**Отпад** је једини део који не може да се експлоатише и као такав не припада пирамиди циљева управљања животним циклусом возила, већ представља нежељени продукт на крају животног века возила. Због тога количине материјала, које ни на један од наведених начина није могуће искористити, морају бити што мање.

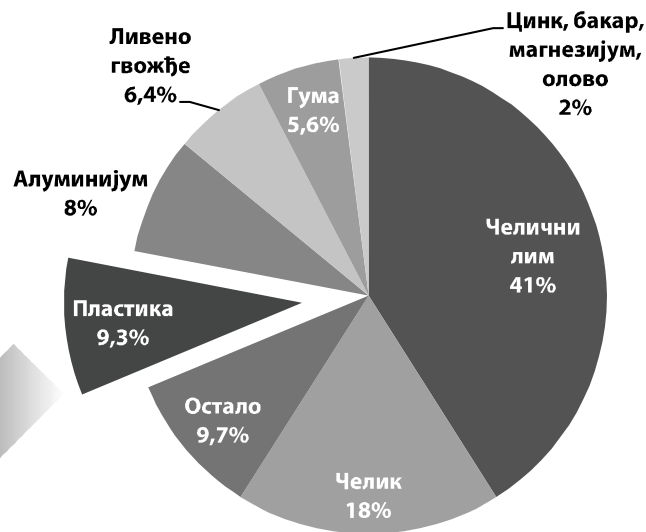
## Рециклирање возила - тренутно стање

- Рециклирање возила на крају животног века укључује рециклирање као такво, обнављање и поновну употребу. Покретачка снага, критеријуми и концепт рециклирања возила на крају животног века резултат су различитих утицајних фактора који се мењају током времена.
- Данас је рециклирање возила на крају животног века руковођено не само економским и технолошким факторима, већ такође и социјалним факторима и бригом за животну средину. Другим речима, аутомобилска индустрија се креће у правцу одрживог управљања отпадом.

## Рециклирање возила - тренутно стање

- Опције рециклирања возила на крају животног века зависе од материјала који су коришћени при производњи возила, као и од склапања компонената. Структура (састав) возила помера се ка лаким материјалима, као што су алуминијум и материјали од полимера.
- 1965. године је у укупну тежину европског возила, улазило око 82% црних и обојених метала (са само 2% алуминијума) и 2% пластичних материјала.
- Средином 80-тих година садржај црних и обојених метала кретао се око 74-75% (са приближно 4,5% алуминијума), док је удео пластичних материјала порастао на 8-10%.
- Међутим, увођење лаких материјала у употребу на возилима и уштеда на маси компензује се повећањем масе насталом новим захтевима везаним за повећање комфора и безбедности, тј. увођењем нових компоненти и система у возила.

# Возила на крају животног века



Пластика у просечном возилу

Материјали коришћени при производњи аутомобила у Европској унији (1998.)

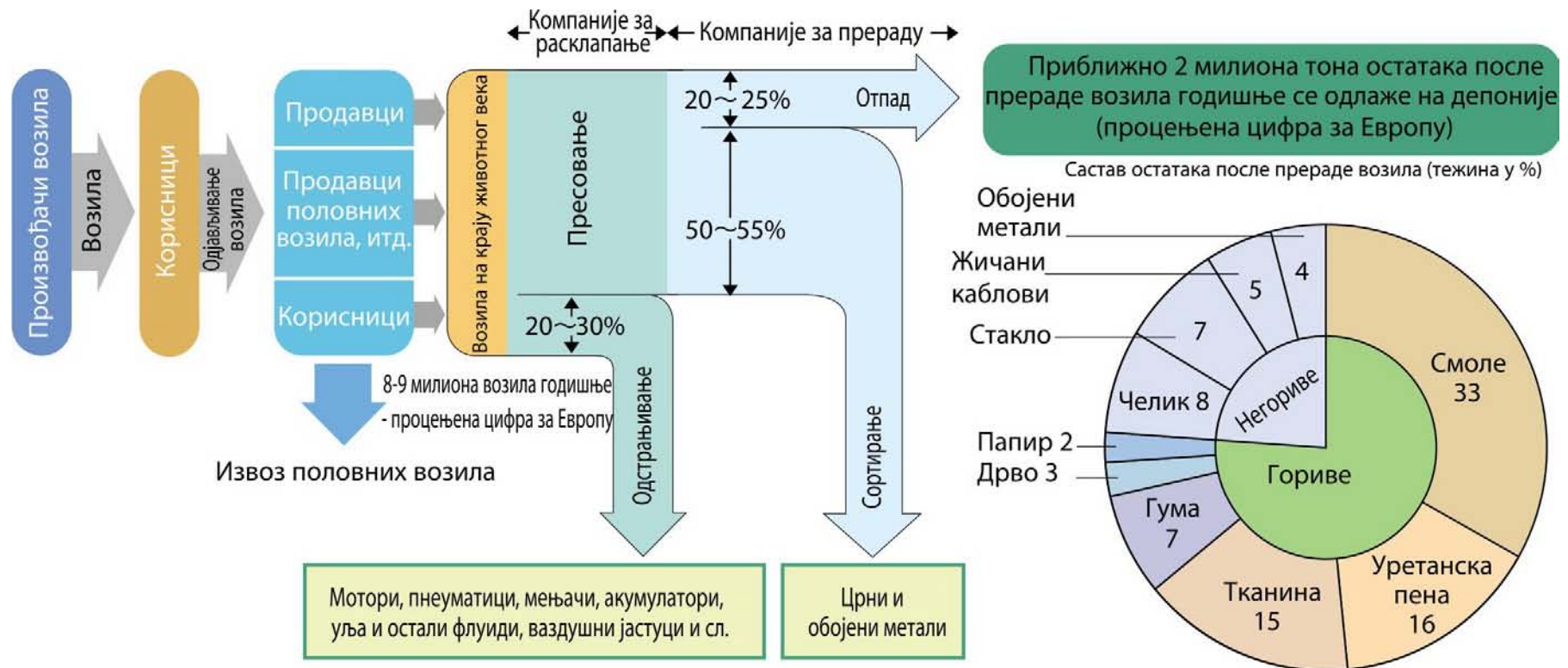


## Рециклирање возила - тренутно стање

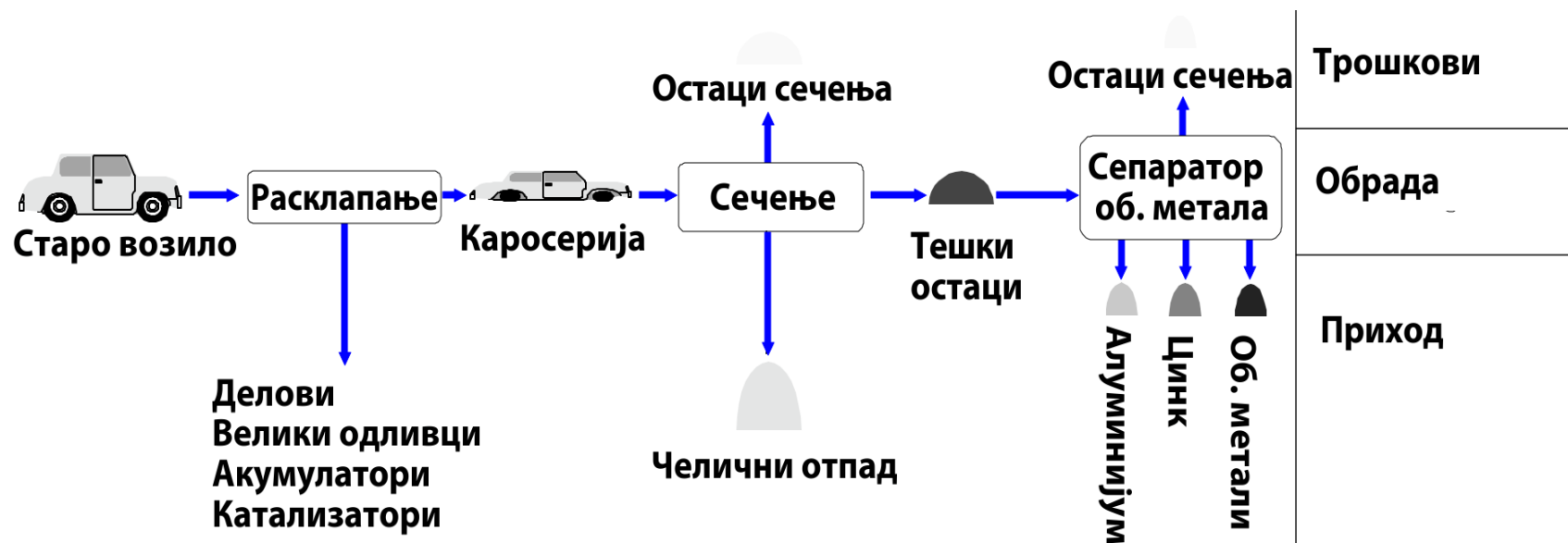
- Просечан састав возила из Европске уније у 1998. години јасно показује повећање садржаја алуминијума (приближно 8%) у укупној тежини возила. Црни и обојени метали (без алуминијума) чине око 67,5% возила.
- Ове бројке такође приказују и просечан удео пластичних материјала од око 9,3% у укупној маси возила, њихову примену у компонентама каросерије возила, као и главне врсте пластичних материјала који се користе (поливинил-хлорид, полипропилен, полиуретанска гума, итд.).

**Узимајући у обзир да је просечан животни век возила између 12 и 15 година, састав возила са краја 20. века требало би да је ушао у процес рециклирања у овој декади у земљама Европске уније.**

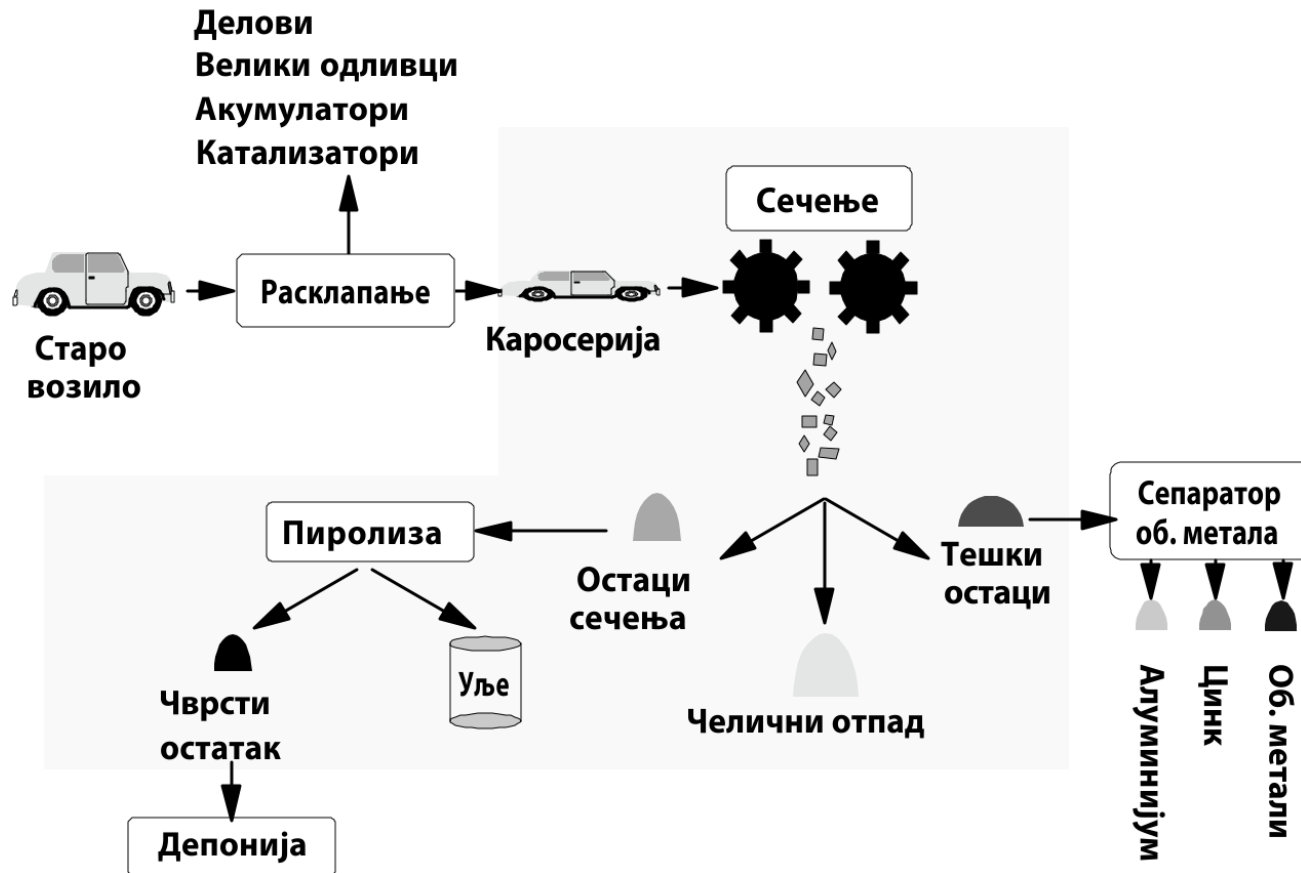
## Пут депоновања возила на крају животног века



## Инфраструктура рециклирања возила



## Инфраструктура рециклирања возила



## Трошкови одлагања остатака процеса сечења

<i>Земља</i>	<i>Трошак (\$/t)</i>
<b><i>Земље Европске уније</i></b>	
Аустрија	140
Белгија	55
Данска	70-110
Француска	40-60
Немачка	60-170
Италија	75-80
Холандија	70-90
Шпанија	20-60
Шведска	90-100
Велика Британија	30-35
Пољска	25-30
Чешка	30
<b><i>Остале земље</i></b>	
Аустралија	20
Јапан	135-160
Норвешка	50
САД	50-60
Јужна Африка	25-40
Швајцарска	120



## Међународна регулатива

**Директива 2000/53/ЕС**

Возила на крају животног века

**Стандард ISO 22628:2002**

Друмска возила – рециклабилност и поновна употребљивост – прорачунска метода

**Директива 2005/65/ЕС**

Одобрење типа возила у односу на поновну употребу компонената, рециклабилност и обновљивост

**УН Правилник бр. 133 из 2014. године**

Једнообразни захтеви за моторна возила у односу на поновну употребу компонената, рециклабилност и обновљивост

## Директива 2000/53/ЕС

### I фаза

За сва возила на крају животног века, а не касније од 1. јануара 2006. године, поновна употреба и обнављање (степен обновљивости) треба да се повећа на минимум 85% од просечне масе возила. У исто време, граница поновне употребе и рециклирања (степен рециклабилности) треба да се повећа на минимум 80% од просечне масе возила.

### II фаза

За сва возила на крају животног века, а не касније од 1. јануара 2015. године, поновна употреба и обнављање (степен обновљивости) треба да се повећа на минимум 95% од просечне масе возила. У исто време, граница поновне употребе и рециклирања (степен рециклабилности) треба да се повећа на минимум 85% од просечне масе возила.

## Директива 2005/64/ЕС

- Односи се на одобрење типа возила у односу на поновну употребу компонената, рециклабилност и обновљивост
- Стриктно прописује обавезе произвођача возила и надлежног државног органа у земљи хомологације по питању контроле задовољења захтева Директиве
- Дефинише и компоненте које се не смеју се поново употребити у производњи возила:
  - ваздушни јастуци, пиротехнички актуатори и сензори;
  - аутоматски или неаутоматски склопови сигурносних појасева;
  - седишта (само у случају када су прикључци сигурносних појасева и/или ваздушни јастуци уграђени у седиште);
  - уређаји против неовлашћене употребе (браве управљача);
  - имобилајзери;
  - катализатори, филтери честица;
  - пригушивачи у издувном систему.



## УН Правилник бр. 133

- Значај је у много већем броју земаља у свету које су потписнице УН Правилика
- Разлог кашњења у ступању на снагу (2014.) је у дугој процедури усаглашавања Правилника у којој су учествовале све земље потписнице
- Захтеви Правилника готово у потпуности су идентични са захтевима Директиве 2005/64/ЕС

## Стандард ISO 22628:2002

- Стандардом ISO 22628:2002 дефинисано је неколико термина који се тичу процеса одлагања возила на крају животног века, као и прорачунска метода за одређивање степена рециклабилности и степена обновљивости
- Ти термини, њихове дефиниције и сама прорачунска метода, коришћени су и у оквиру међународних регулатива које се баве овом материјом (Директива 2005/64/ЕС и УН Правилник бр. 133)

## Термини

- **Поновна употреба (re-use)** – представља било коју операцију којом компоненте са возила на крају животног века могу поново да се користе у исту сврху за коју су и биле намењене;
- **Рециклирање (recycling)** – представља репроцесирање отпадних материјала у оквиру производног процеса, за коришћење у изворне или неке друге сврхе, не укључујући процесирање у смислу добијања енергије;
- **Обнављање (recovery)** – представља репроцесирање отпадних материјала у оквиру производног процеса, за коришћење у изворне или неке друге сврхе, укључујући процесирање у смислу добијања енергије;

## Термини

- **Расклопљивост (*dismantlability*)** – представља способност да компоненте буду демонтиране са возила;
- **Поновна употребљивост (*reusability*)** – представља способност да компоненте, које се могу добити са возила на крају животног века, буду поново употребљене;
- **Рециклабилност (*recyclability*)** – представља способност да компоненте и материјали, који се могу добити са возила на крају животног века, буду рециклирани;
- **Обновљивост (*recoverability*)** – представља способност да компоненте и материјали, који се могу добити са возила на крају животног века, буду обновљени;

## Термини и преглед опсега покривања области

**Степен рециклабилности (recyclability rate)  $R_{cyc}$**  – представља процентуални масени удео новог возила који се потенцијално може рециклирати, поново употребити или оба

**Степен обновљивости (recoverability rate)  $R_{cov}$**  – представља процентуални масени удео новог возила који се потенцијално може обновити, поново употребити или оба

	Обнављање		Недефинисани остатак
(Компоненте и делови) Поновна употребљивост	(Материјали) Рециклирање	(Материјали) Обновљивост	(Материјали)
Степен рециклабилности (као масени удео)			
Степен обновљивости (као масени удео)			
Маса возила			

## Масе – Коришћене ознаке и дефиниције

Степен рециклабилности возила

$$R_{\text{cyc}} = \frac{m_P + m_D + m_M + m_{Tr}}{m_V} \times 100$$

Степен обновљивости возила

$$R_{\text{cov}} = \frac{m_P + m_D + m_M + m_{Tr} + m_{Te}}{m_V} \times 100$$

### Масе

$m_P$	маса материјала који се узимају у обзир у фази претходне припреме
$m_D$	маса материјала који се узимају у обзир у фази расклапања
$m_M$	маса метала који се узимају у обзир у фази сепарације метала
$m_{Tr}$	маса материјала који се узимају у обзир у фази третирања неметалних остатака и који се могу сматрати рециклабилним
$m_{Te}$	маса материјала који се узимају у обзир у фази третирања неметалних остатака и који се могу сматрати енергетски обновљивим
$m_V$	маса возила

# Возила на крају животног века

Формализовани  
приказ података  
добитених  
прорачунском  
методом

Марка:					Маса возила ( $m_v$ ):		kg
Модел (тип/варијанта):							
Састав материјала	Метали	Полимери	Еластомери	Стакло	Течности	MONM	Остало
	Маса (kg)						
Претходна припрема ( $m_p$ )					Маса (kg)		
	Течности				$m_{p1}$		
	Батерија				$m_{p2}$		
	Филтер уља				$m_{p3}$		
	Резервоари ТНГ				$m_{p4}$		
	Резервоари ЛПГ				$m_{p5}$		
	Пнеуматици				$m_{p6}$		
	Катализатори				$m_{p7}$		
						Укупно $m_p$ (збир $m_{p1}$ до $m_{p7}$ ) =	
Расклапање ( $m_D$ )							
Број компоненте	Назив	Маса (kg)	Број компоненте	Назив	Маса (kg)	Маса (компоненте 11 до x) (kg)	
1			6			$m_{Dh}^a$	
2			7				
3			8				
4			9				
5			10				
Укупно $m_{D1}$ (збир $m_{D1}$ до $m_{D5}$ ) =				Укупно $m_{D2}$ (збир $m_{D6}$ до $m_{D10}$ ) =		Укупно $m_D$ ( $m_{D1}+m_{D2}+m_{D3}$ ) =	
Сепарација метала ( $m_M$ )		Преостали садржај метала на возилу:				Маса (kg)	
						$m_M =$	
Третирање неметалних остатака ( $m_{Tr}$ и $m_{Te}$ )	Рециклабилни материјали ( $m_{Tr}$ )			Маса (kg)			
	Технологија бр.	Назив					
	1		$m_{Tr1}$				
	2		$m_{Tr2}$				
	3		$m_{Tr3}$				
	4 до x <sup>a</sup>		$m_{Tr4-h}$				
				Укупно $m_{Tr}$ (збир $m_{Tr1}$ до $m_{Tr4}$ ) =			
Енергетски обновљиви материјали ( $m_{Te}$ )			Маса (kg)				
Преостале количине органских материјала (полимери, еластомери, MONM...):			$m_{Te} =$				
	Степен рециклабилности	$R_{cyc} = \frac{m_p + m_D + m_M + m_{Tr}}{m_v} \times 100$				%	
	Степен обновљивости	$R_{cov} = \frac{m_p + m_D + m_M + m_{Tr} + m_{Te}}{m_v} \times 100$				%	

<sup>a</sup> Додати одвојене листе додатних компоненти или технологија

31

## Формализовани приказ података за конкретно возило (Форд Куга)

BRAND NAME				Vehicle Mass $m_v$ (kg)			
FORD				1587.6			
Model							
C520 FoE, 2017, C520 FoE 15 GTDI B6 RRR V02							
Material-breakdown	Metals (kg)	Polymers (kg)	Elastom. (kg)	Glass (kg)	Fluids (kg)	M.O.N. Mts (kg) <sup>(1)</sup>	Others <sup>(2)</sup>
	1109.9	271.5	69.9	57.2	70.5	4.8	3.7
<sup>(1)</sup> : Modified organic natural materials (e.g. leather, wood, cardboard, cotton fleece) <sup>(2)</sup> : Other materials (e.g. Electronics and electrics) shall only include components for which the detailed material breakdown cannot easily be established							
Pre-Treatment ( $m_p$ )				Mass (kg)			
Fluids				$m_{p1}$	64.3		
Battery				$m_{p2}$	18.5		
Oil filters				$m_{p3}$	0.2		
L.P.G. tanks				$m_{p4}$	0.0		
C.N.G. tanks				$m_{p5}$	0.0		
Tyres				$m_{p6}$	46.2		
Catalytic converters				$m_{p7}$	6.2		
				$m_{p \text{ total}}^*$ ( $m_{p1}$ to $m_{p7}$ )	135.4		
Dismantling ( $m_d$ )				Mass (kg)			
Name	Mass (kg)	Name	Mass (kg)	Mass (part 11 to x) (kg)			
				$m_{d1} \times x^*$ 0.0			
				* please add a separate list for part 11 to x			
D1 total (Σ1-5):		0.0		D2 total (Σ6-10):		0.0	
				$m_{d \text{ total}}^*$ ( $m_{d1}$ to $m_{d10}$ ) 0.0			
Metal Separation ( $m_M$ )				Mass (kg)			
Metal content of the Vehicle				$m_M$	1109.9		
Metal already div in P and D				$m_d$	24.4		
				$m_{M}^*$ ( $m_M - m_d$ )	1085.6		
Non Metallic Residue Treatment ( $m_{Tr}$ and $m_{Te}$ )				Mass (kg)			
$m_{Tr}$ = recyclable materials							
Technology no 1				VW Sicon	85.0		
Technology no 2					56.7		
Technology no 3					6.7		
4 to x *							
* please add a separate list for technologies 4 to x				$m_{Tr \text{ total}}^*$ (Σ 1-x) 128.4			
$m_{Te}$ = energy recoverable materials				Mass (kg)			
Remaining quantity of organic materials (incl. polymers, elastomers and modified organic natural materials)				$m_{Te}^*$	158.8		
Recyclability Rate				$R_{cyc} = \frac{m_p + m_d + m_M + m_{Tr} \times 100}{m_v} = 85.0\%$			
Recoverability Rate				$R_{cov} = \frac{m_p + m_d + m_M + m_{Tr} + m_{Te} \times 100}{m_v} = 95.0\%$			
				1349.4 kg			
				1508.2 kg			

Reference	Issue Date	Title
C520	25-Apr-2016	Recyclability Calculation ISO 22628
FORD	Revision Date 06-Feb-2017	Attachment Number HL-GV41-000057-001



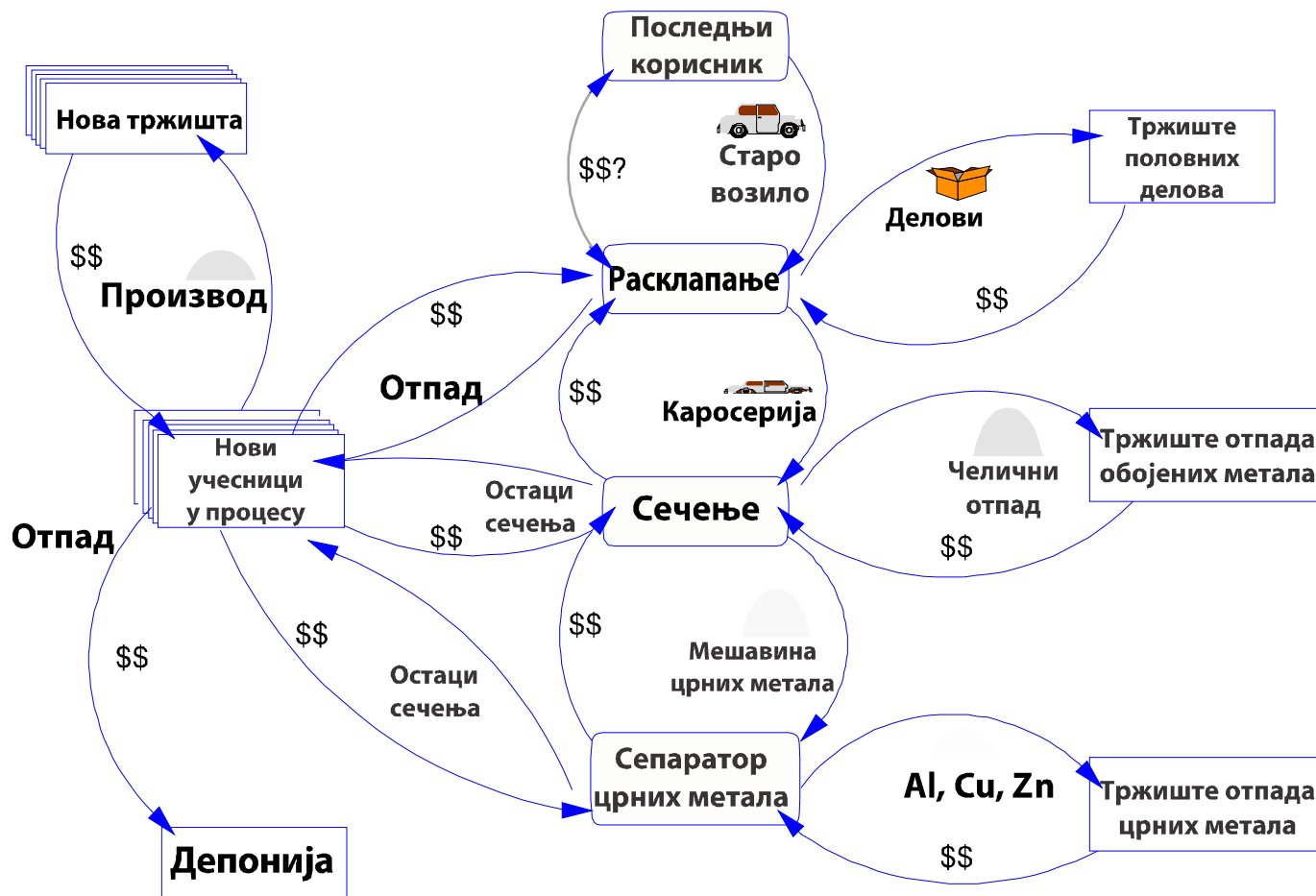
## Системски прилаз рециклирању возила

- Један од начина да се размотри утицај стратегије покренуте иницијативом за повећање рециклирања возила је да се почне са разматрањем постојећих метода за обнову ресурса старих возила
- Главни актери у процесу рециклирања возила:
  - последњи корисник,
  - компаније које се баве расклапањем,
  - компаније које се баве сечењем,
  - компаније које третирају обојене метале,
  - тржишта за половне делове и отпадне метале.
- За разлику од уобичајених приказа инфраструктуре, интересно је приказати не само проток материјала кроз инфраструктуру, већ такође и економске токове који прате ове токове материјала

## Постојећи механизми за обнову ресурса материјала



## Механизми за проширење обнове ресурса материјала



- Мрежа представљених веза исцрпно показује сложеност инфраструктуре за рециклирање возила и безброј међусобних веза и односа између учесника
- Међутим, важни односи између ових учесника су одраз неких једноставних економских чинилаца који се могу представити на начин који почиње да открива кључне структурне карактеристике овог тржишта
- Чињеница да се рециклирање јавља као одговор на економске прилике уместо као технолошка нужност, сугерише детаљније разматрање економских утицаја између учесника
- Формирањем приказа трошкова и прихода сваког учесника, јавља се јаснија слика о важним аспектима инфраструктуре рециклирања возила.

Основно, најчешће заборављено својство рециклирања:

**Ништа није заиста рециклабилно ако за то не постоји тржиште!**

