

# Elaphe Propulsion Technologies

## Potenciali za zmanjšanje emisij na področju e-mobilnosti

**IJS, CEU**

**Podgorica, 29. maja 2018**

**Stanko Ciglarič**



# Vsebina: projekcije

- karakteristik EVs + H2
- tehnologij za shranjevanje e. energije
- ocena gibanja **deležev** EV + VV, in identifikacija dejavnikov, ki vplivajo na gibanje **deležev**
- nove storitve in tehnologije

# Tehnične in ekonomske karakteristike vozil

- poraba energije na **prevožen** kilometer, razdelitev porabe energije po energentih, **tipične moči, tipične** kapacitete baterij);
- EUR NA KILOMETER: ekonomski podatki za oceno **stroškov** v **življenjski** dobi: (investicijska cena – za vsa leta, obratovalni **stroški** – servisi, **stroški** za morebitno investicijsko **vzdrževanje**)
- Predpostavke:
  - negotovost pogleda v prihodnost
  - PHEV 50% e, 50%ICE
  - za porabo energije vozila na vodik: 142 MJ/kg (40 kWh/kg) in 50% izkoristek sistema z gorivno celico v primerjavi z baterijskim vozilom
  - ...

# Mali mestni

	2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Poraba energije baterijska EV [Wh/km]	90	85	45	42	39	38	37
Moč vozila [kW]	22	22	21	20	20	20	20
Kapaciteta baterije [kWh]	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13

Primer takega vozila je vozilo velikosti med L7e kategorijo in najmanjšimi mestnimi avtomobili. Npr. vozilo med Twizijem in Smartom.

Primer iz prakse Renault Twizy:

	2018
Poraba energije baterijska EV [Wh/km]	72
Moč vozila [kW]	13
Kapaciteta baterije [kWh]	6,1
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]	0,17 (vse) / 0,03 (le servisi in zavarovanje)

Renault Twizy 0,17EUR/km

...tretjino amortizacija stroška nakupa vozila, tretjino najem baterije, približno šestino servisi in vzdrževanje, preostalo šestino pa zavarovanje.

Primer iz prakse Smart4two

	2018
Poraba energije baterijska EV [Wh/km]	110, ( 129 merjeno pri polnjenju na vtičnici)
Moč vozila [kW]	41
Kapaciteta baterije [kWh]	17,6
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]	0,20 (vse) 3 (le servisi in zavarovanje)

# Mali mestni

Renault Zoe po podobni metodologiji 0.24 EUR/km (vse) oz. 0.04

BMW i3 so 0,25 EUR/km oz. 0.04 EUR/km.

Nissan Leaf pa 0,24 EUR/km oz. 0.04 EUR/km

# Osebni kompaktni

	2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Poraba energije baterijska EV [Wh/km]	220	206	180	157	135	130	125
Moč vozila [kW]	81	79	73	68	65	63	62
Kapaciteta baterije [kWh]	52	56	63	67	68	69	70
Poraba energije vtični hibridi [l/100km]	4	3.5	3.3	3.2	3.1	3	2.9
Poraba energije vtični hibridi [Wh/km]	110	103	90	77	67	65	62
Moč vozila [kW]	90	88	80	75	70	68	67
Kapaciteta baterije [kWh]	10	10	15	20	23	25	27
Poraba energije hibridi [l/100km]	6	5.5	5.2	5.0	4.8	4.7	4.6
Moč vozila [kW]	81	79	73	68	65	63	62
Kapaciteta baterije [kWh]	5	5	7	10	12	13	14
Poraba energije vozila na vodik [ kg H2/km]	0.01 1	0.01 0	0.009	0.008	0.00 7	0.006	0.00 6
Moč vozila [kW]	81	79	73	68	65	63	62
Kapaciteta baterije [kWh]	5	5	7	10	12	13	14

.

# Osebni kompaktni - Primer iz prakse VW Golf

	VW, eGolf	GTE 1.4 TSI Hybrid	Toyota Prius hybrid	Toyota Mirai
Poraba energije baterijska EV [Wh/km]	179 (201km doseg)			
Moč vozila [kW]	100			
Kapaciteta baterije [kWh]	35,8			
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]	0,27 / 0,05			
Poraba energije vtični hibridi [l/100km]		1,5l/100km combined		
Poraba energije vtični hibridi [Wh/km]		174		
Moč vozila [kW]		110kW(ICE), 75kW (e-motor)		
Kapaciteta baterije [kWh]		8,7 (e-doseg=50km)		
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]		0.30 EUR/km / 0.05 EUR/km		
Poraba energije hibridi [l/100km]			4,5 l/100km	
Moč vozila [kW]			71 kW (ICE), 53 kW (e-motor)	
Kapaciteta baterije [kWh]			1kWh	
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]			0,29 / 0,05	
Poraba energije vozila na vodik [ kg H2/km]				0,01
Moč vozila [kW]				113
Kapaciteta baterije [kWh]				1,6
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]				?*

\*Vozil na vodik je tako malo, da so stroški v tem trenutku nesmiselno visoki. Za prihodnje obdobje je premalo podatkov, sklepamo pa lahko, da bodo primerljivi oz. nekoliko višji od baterijskih

# Osebni višjega razreda

	2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Poraba energije baterijska EV [Wh/km]	370	350	310	280	250	240	230
Moč vozila [kW]	196	190	176	163	152	150	148
Kapaciteta baterije [kWh]	125	131	141	146	148	150	152
Poraba energije vtični hibridi [l/km]	7	6.5	6	5.7	5.5	5.3	5.1
Poraba energije vtični hibridi [Wh/km]	185	175	155	140	125	120	115
Moč vozila [kW]	210	200	190	175	160	155	150
Kapaciteta baterije [kWh]	10	20	25	30	33	35	37
Poraba energije hibridi [l/km]	9.5	9.1	8.5	8.1	7.6	7.2	6.8
Moč vozila [kW]	196	190	176	163	152	150	148
Kapaciteta baterije [kWh]	5	8	12	15	18	20	22
Poraba energije vozila na vodik [ kg H2/km]	0.01 8	0.01 7	0.015	0.014	0.01 3	0.012	0.01 1
Moč vozila [kW]	196	190	176	163	152	150	148
Kapaciteta baterije [kWh]	5	8	12	15	18	20	22

## Primer iz prakse Opel Ampera (fully electric vehicle)

	2018
Poraba energije baterijska EV [Wh/km]	200
Moč vozila [kW]	150
Kapaciteta baterije [kWh]	60
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]	0,46* / 0,08



# Velika osebna (bivša kombinirana)

	2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Poraba energije baterijski kombinirana vozila [Wh/km]	229	220	202	186	170	155	145
Moč vozila [kW]	55	57	62	68	77	87	99
Kapaciteta baterije [kWh]	44	52	66	76	85	95	106
Poraba energije vtični hibridna kombinirana vozila [Wh/km]	115	110	101	93	85	77	72
Poraba energije vtični hibridna kombinirana vozila [l/km]	7	6.5	6	5.5	5	4.7	4.5
Moč vozila [kW]	55	57	62	68	77	87	99
Kapaciteta baterije [kWh]	10	20	60	80	100	100	100
Poraba energije kombinirana vozila na vodik [ kg H2/km]	0.01	0.01	0.010	0.093	0.08	0.077	0.07
Moč vozila [kW]	2	1			5		2
Moč vozila [kW]	55	57	62	68	77	87	99

Primer iz prakse, kombinirano vozilo: VW e-Crafter

	2018
Poraba energije baterijski kombinirana vozila [Wh/km]	224
Moč vozila [kW]	100
Kapaciteta baterije [kWh]	35,8
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]	

# Velika osebna (bivša kombinirana)

strošek obratovanja različnih vozil v temu segmentu sledeči:

Renault Kangoo ZE

~ 0,25€/km

Moovile 2m<sup>3</sup> EV (450 kg) ~0,29€/km (v oklepajih je masa tovora)

~ 0,29€/km

Moovile 2m<sup>3</sup> EV (450 kg) ~0,29€/km

~ 0,34€/km

IVECO Ecodaily EV (1000kg)

~0,80€/km

Smith Edison EV (1255kg)

~0,66€/km

# Dvokolesniki

	2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Poraba energije baterijska električna kolesa [Wh/km]	13	12,6	11,9	11,2	10,6	9,9	9,2
Moč vozila [kW]	1,14	1,11	1,08	1,06	1,03	1,00	0,9
Kapaciteta baterije [kWh]	0,50	0,52	0,56	0,60	0,64	0,70	0,75
Poraba energije baterijski skuterji in mopedi [Wh/km]	35	32	29	25	22	20	18
Moč vozila [kW]	6,6	6,4	6	5,9	??	??	??
Kapaciteta baterije [kWh]	2,4	2,8	3,6	4,2	4,5	5	5,4

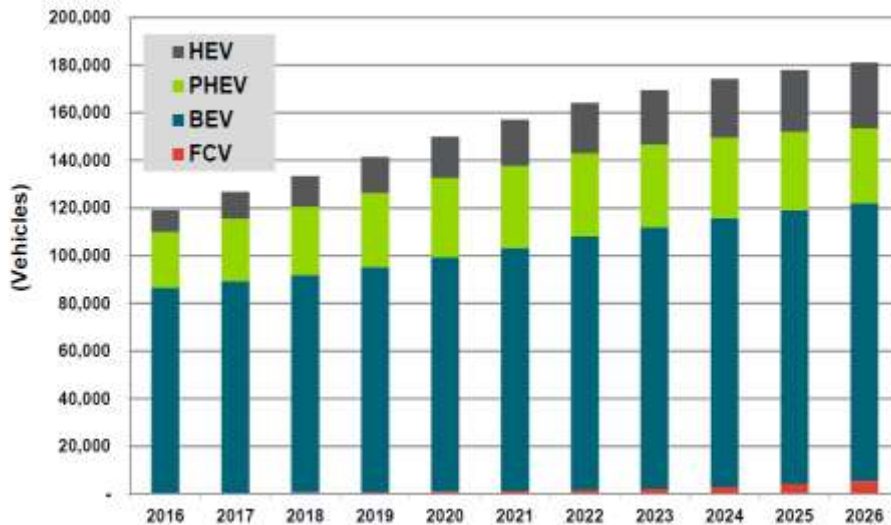
	XTC Speed Mountain Bike Electric Bicycle 25 km/h Pedelec Wheel Scooter E-bike
Poraba energije baterijska električna kolesa [Wh/km]	19
Moč vozila [kW]	0,5
Kapaciteta baterije [kWh]	0,576
	RE Ninja 5000w/72v Electric Motorcycle Scooter
Poraba energije baterijski skuterji in mopedi [Wh/km]	28,8
Moč vozila [kW]	5
Kapaciteta baterije [kWh]	2,88

# Avtobusi s skupno maso do 18 ton

	2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Poraba energije baterijski avtobusi (18 ton) [kWh/km]	1,28	1,23	1,13	1,10	0,94	0,9	0,87
Moč vozila [kW]	318	327	348	374	405	415	430
Kapaciteta baterije [kWh]	337	338	339	336	331	329	325
Poraba energije vtični hibridi avtobusi (18 ton)[Wh/km]	640	615	560	550	470	450	435
Poraba energije vtični hibridi avtobusi (18 ton) [l/km]	25	22	20	18	17	16	15
Moč vozila [kW]	400	360	300	280	260	250	240
Kapaciteta baterije [kWh]	60	70	80	90	100	110	120
Poraba energije avtobus na vodik (18 ton) [ kg H2/km]	64	61	57	55	47	45	43
Moč vozila [kW]	318	327	348	374	405	415	430

Do leta 2020 namerava Kitajska uporabljati preko 200 000 električnih avtobusov

Electric Drive Bus Sales by Powertrain Type, World Markets: 2016-2026



# Avtobusi s skupno maso do 18 ton

	Solaris urbino 12 electric	Rampini ELECTRIC ALÉ E80	Proterra
Poraba energije baterijski avtobusi (18 ton) [kWh/km]	1,2	1,2	1,7
Moč vozila [kW]	160	50	420
Kapaciteta baterije [kWh]	192	180	94 do 660
Poraba energije avtobus na vodik (18 ton) [ kg H2/km]		Citaro FuelCELL	
Moč vozila [kW]		250	

Obratovalni stroški okoli 2,5 EUR/km

# Tovorna vozila do 3.5 tone

	2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Poraba energije baterijski tovorna vozila do (3.5 tone) [Wh/km]	418	406	383	361	340	320	300
Moč vozila [kW]	191	190	189	188	186	184	181
Kapaciteta baterije [kWh]	63	81	115	144	170	190	205
Poraba energije vtični hibridna vozila (do 3.5 ton)[Wh/km]	210	200	190	180	170	160	150
Poraba energije vtični hibridna vozila (do 3.5 ton) [l/km]	15	14	13	12	11	10	9
Moč vozila [kW]	200	200	198	196	194	192	185
Kapaciteta baterije [kWh]	60	80	100	120	130	140	150
Poraba energije tovorna vozila do 3.5 tone na vodik [ kg H2/km]	0.02 1	0.02 0	0.019	0.018	0.01 7	0.016	0.01 5
Moč vozila [kW]	191	190	189	188	186	184	181

	EVI E-MEGA
Poraba energije baterijska tovorna vozila do (3.5 tone) [Wh/km]	132
Moč vozila [kW]	21
Kapaciteta baterije [kWh]	10,6
Obratovalni stroški brez energije [EUR/km]	0,4 EUR/km (vse) / 0,08 (brez amortizacije vozila)

# Tovorna vozila nad 3.5 tone

	2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Poraba energije baterijski tovorna vozila (nad 3.5 tone) [kWh/km]	1,632	1,660	1,699	1,716	1,713	1,711	1,710
Moč vozila [kW]	848	910	1032	1153	1273	1393	1500
Kapaciteta baterije [kWh]	418	602	977	1352	1713	2087	2437
Poraba energije vtični hibridna vozila (nad 3.5 ton)[Wh/km]	816	830	850	858	855	855	855
Poraba energije vtični hibridna vozila (nad 3.5 ton) [l/km]	30	28	26	25	24	23	22
Moč vozila [kW]	850	920	1000	1200	1300	1400	1500
Kapaciteta baterije [kWh]	/	200	400	600	600	600	600
Poraba energije tovorna vozila nad 3.5 tone na vodik [ kg H2/km]	0,080	0,083	0,085	0,086	0,086	0,086	0,085
Moč vozila [kW]	848	910	1032	1153	1273	1393	1500

## Baterijska tovorna vozila po največji skupni masi od 7,5 ton do 40 ton

	Fuso eCanterr 7,5 ton	EMOS EMS 10 ton	EMOS EMS12 ton	EMOS EMS 16 ton	EMS 18 ton	Mercedes ETruck, 26 ton	Tesla Semi 40 ton
Poraba energije baterijski tovorna vozila [Wh/km]	700	800	950	952	960	1060	1250
Moč vozila [kW]	185	150	200	250	250	250	4x 300kW
Kapaciteta baterije [kWh]	70	120	200	200	240	212	1000

# Preostala vrednost akumulatorja

- garancijski rok: baterije kot uporabne do točke, ko premorejo še 80% začetne kapacitete.
- v praksi do 50, 60 ali 70% cele kapacitete v povprečju predpostavka 60%.
- Baterija s 60% kapacitete ima upoštevajoč nižji izkoristek uporabno rednost le v obliki 50%.
- uporaba baterij v razne druge namene: dosti dela in stroškov z odstranitvijo iz vozila, prevozom, testiranjem, integracijo v nov sistem in podobno.
- pričakujemo, da bo cena baterij po odstranitvi iz vozil precej pod četrtno njihove začetne vrednosti. Morda so realne vrednosti med 5 in 10%.



# Ocene gibanja deležev vozil

- sorodne analize v mednarodnem prostoru in ocena gibanja deleža vozil v teh študijah;
- dejavniki, ki vplivajo na prodor tehnologij (ovir in dejavnikov, ki prodor pospešujejo).

Transport v 2007 26% vseh CO<sub>2</sub> emisij, delež pa se je do 2017 še povečal. 13-18% vseh emisij toplogrednih plinov izhaja iz cestnega transporta

rastoča populacija in rast prihodka gospodinjestev.

učinkovitosti pogonskih sistemov se bodo **morale izboljševati vsako leto za med 3% – 4%**, medtem ko so se zgodovinsko izboljšave učinkovitosti gibale med 0,5% in 2%.

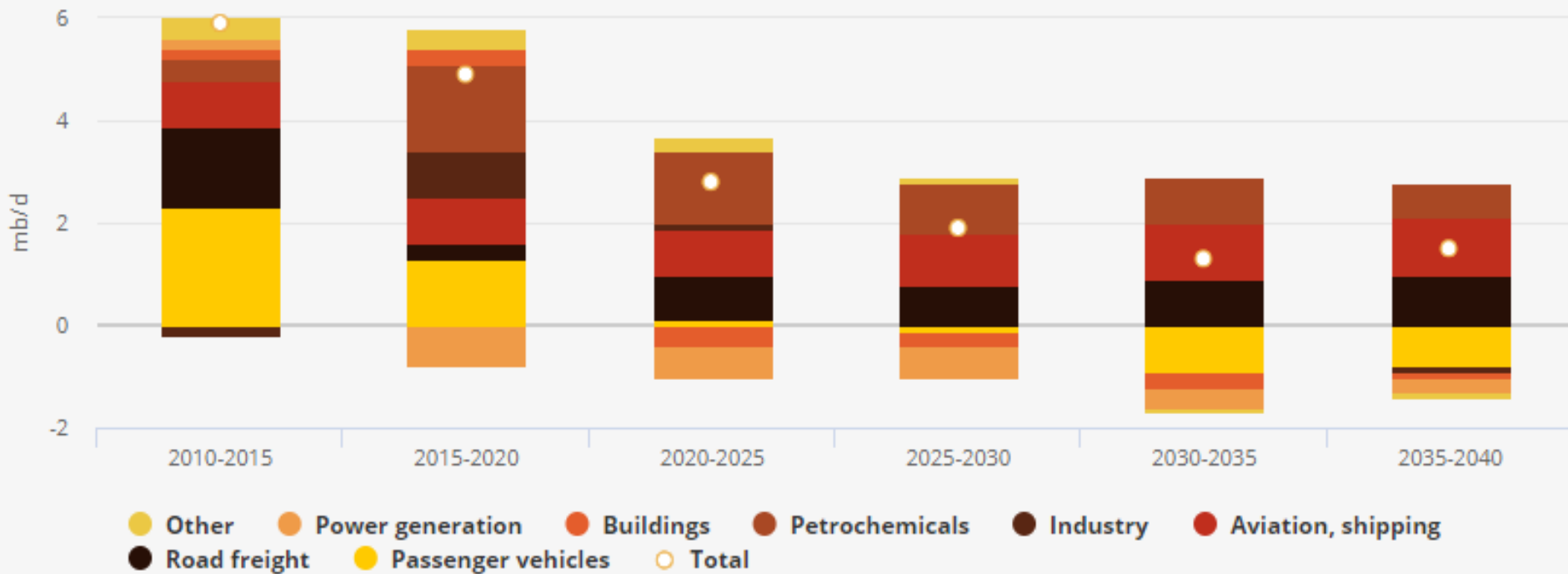
Poleg zmanjšanja izpustov CO<sub>2</sub>, tudi drugih onesnaževalcev okolja, še posebej dušikovih oksidov ter trdnih masnih delcev.

**velik izziv: v zadnjih 30 letih poraba energije za cestni transport enakomerno naraščala z letno rastjo med 2% in 2,5%.** Geografska porazdelitev kaže, da je največja poraba energije na prebivalca jasno v razvitih državah,

# Potrebe po nafti

## Change in global oil demand by sector

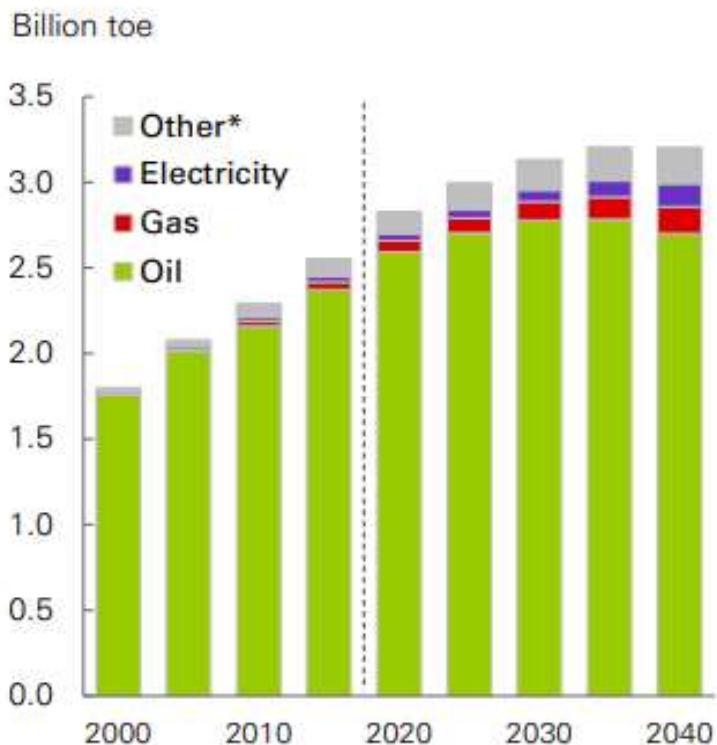
2010-2040, New Policies Scenario



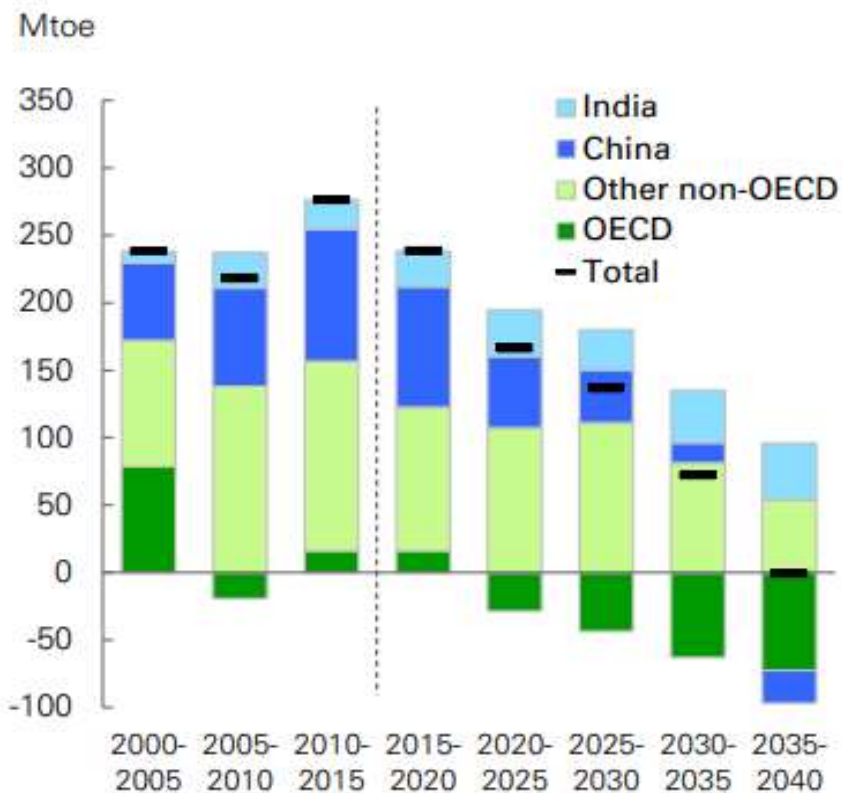
**Za daljše razdalje**, tako v cestnem kot v drugih oblikah transporta (morski promet, letalski promet), kjer narava potovanj še vedno zahteva visoko energijsko gostoto pogonske energije, tudi v letu 2050 še vedno večina scenarijev predvideva velik del pogonov, ki so odvisni o **naftnih derivatov**...

# Struktura po tipu goriva in sprememba energijske porabe glede na razvitost držav/regije

## Transport energy consumption by fuel type



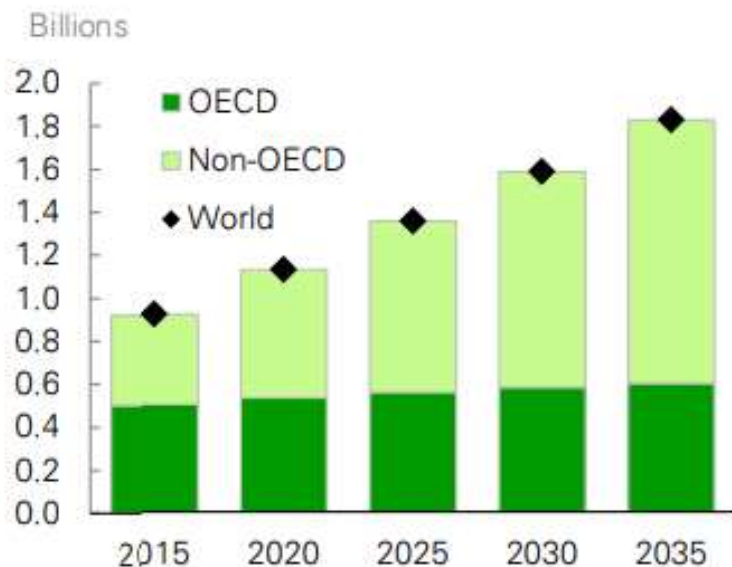
## Transport energy consumption growth by region



\*Other includes biofuels, gas-to-liquids, coal-to-liquids, hydrogen

# Predvidevanje števila os. vozil globalno

Global Car Fleet



**Porast v številu vozil** se bo zgodil predvsem na račun povečanja števila vozil **držav v razvoju**

**po letu 2040 se bo št. zmerno zmanjševalo:**  
dejavniki: staranje prebivalstva, nove oblike transporta, urbanizacija in porast uporabe javnega transporta ter bistveno večja izkoriščenost uporabe obstoječih vozil, skupaj s pojavom deljenja prevozov in voženj na poziv

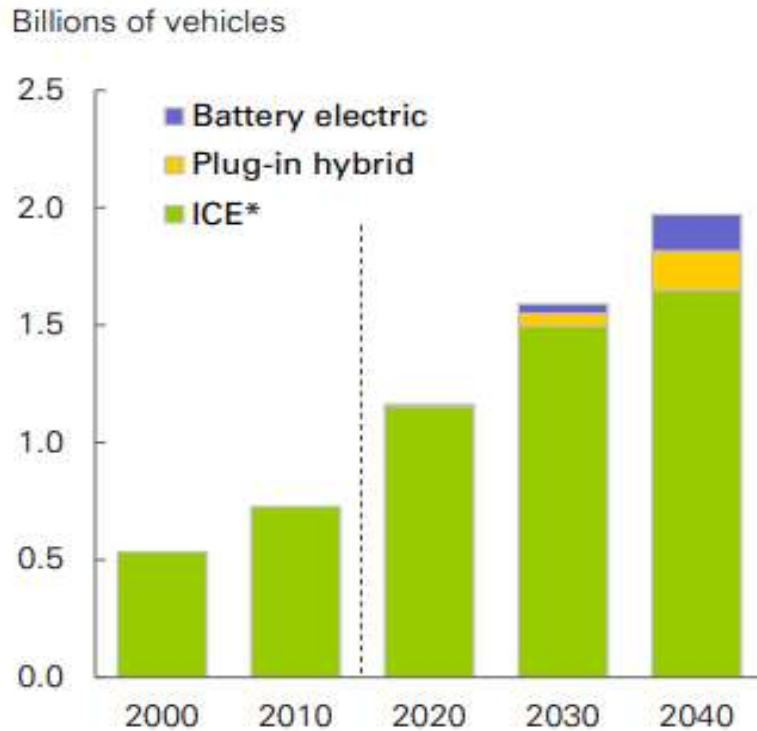
# Predvideno število osebnih vozil v regiji po letih

Regija	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2050	2060	2070
OECD Severna Amerika	278	290	305	318	329	339			
OECD Evropa	253	258	263	267	271	273			
OECD Azija in Oceanija	93	94	95	96	96	96			
OECD	624	642	663	681	696	708			
Latinska Amerika	75	83	93	103	113	123			
Bližnji vzhod, Afrika	30	38	48	61	74	90			
Indija	23	34	56	87	129	179			
Kitajska	137	189	263	336	398	443			
Azija – ostalo	59	78	107	142	182	225			
Države v razvoju	373	482	644	826	1014	1200			
Rusija	34	38	43	48	53	58			
Evrazija – Drugo	45	51	56	60	63	65			
Evrazija skupaj	80	89	100	109	116	123			
Svet	1076	1213	1407	1615	1826	2030	2250**	2550**	2675**

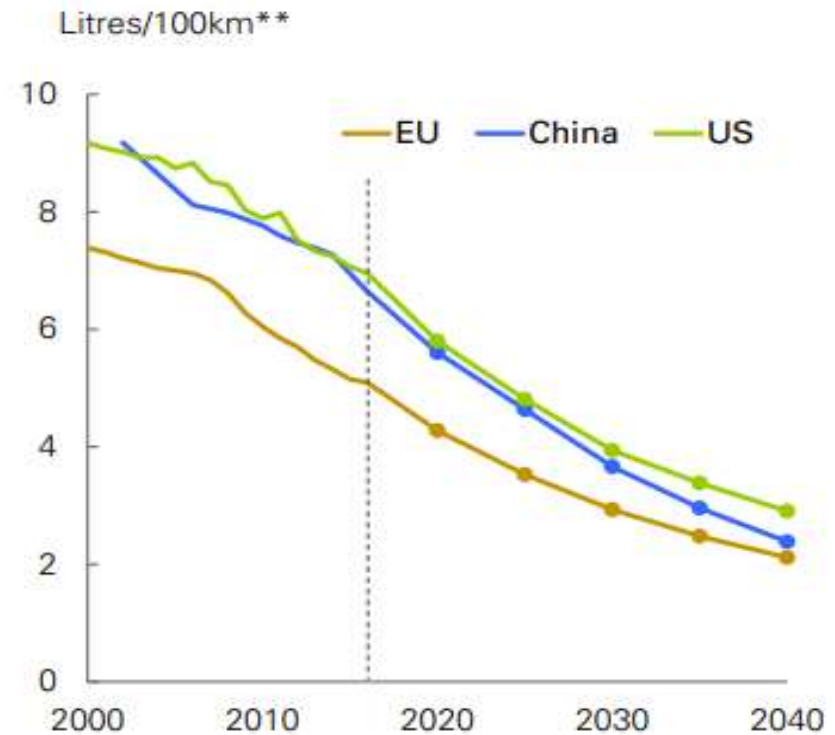
Študija	2020	2025	2030	2035	2040	2050	2060	2070
BP					2.000.000.000,0			
Wood Mackenzie				1.700.000.000,0				
Morgan Stanley						2.000.000.000,0		
Goldman Sachs			1.200.000.000,0					
UC Davis						2.100.000.000,0		
UC Davis						500.000.000,0		
Carbon Tracker					2.200.000.000,0			
OPEC	1.213.000.000,0	1.407.000.000,0	1.615.000.000,0	1.826.000.000,0	2.030.000.000,0			
BNEF	1.190.000.000,0	1.320.000.000,0	1.420.000.000,0	1.530.000.000,0	1.610.000.000,0			
Mediana	1.201.500.000,0	1.363.500.000,0	1.420.000.000,0	1.700.000.000,0	2.015.000.000,0	2.000.000.000,0		
Povprečje	1.201.500.000,0	1.363.500.000,0	1.411.666.666,7	1.685.333.333,3	1.960.000.000,0	1.533.333.333,3		

# Struktura os. vozil - **pesimistična ocena, Desno:** poraba vozil z motorji na notranje izgorevanje

## Passenger car parc by type



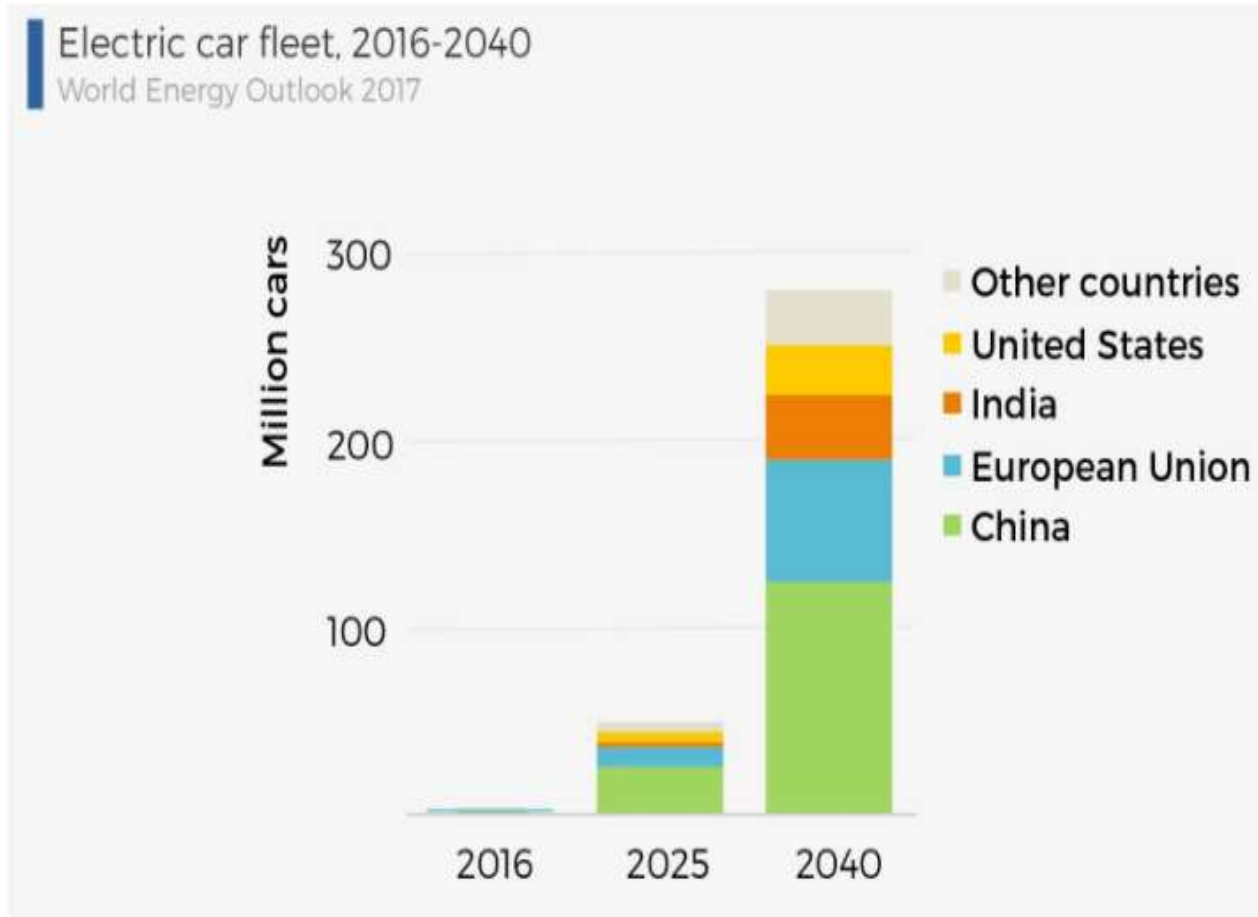
## Fuel economy of new cars



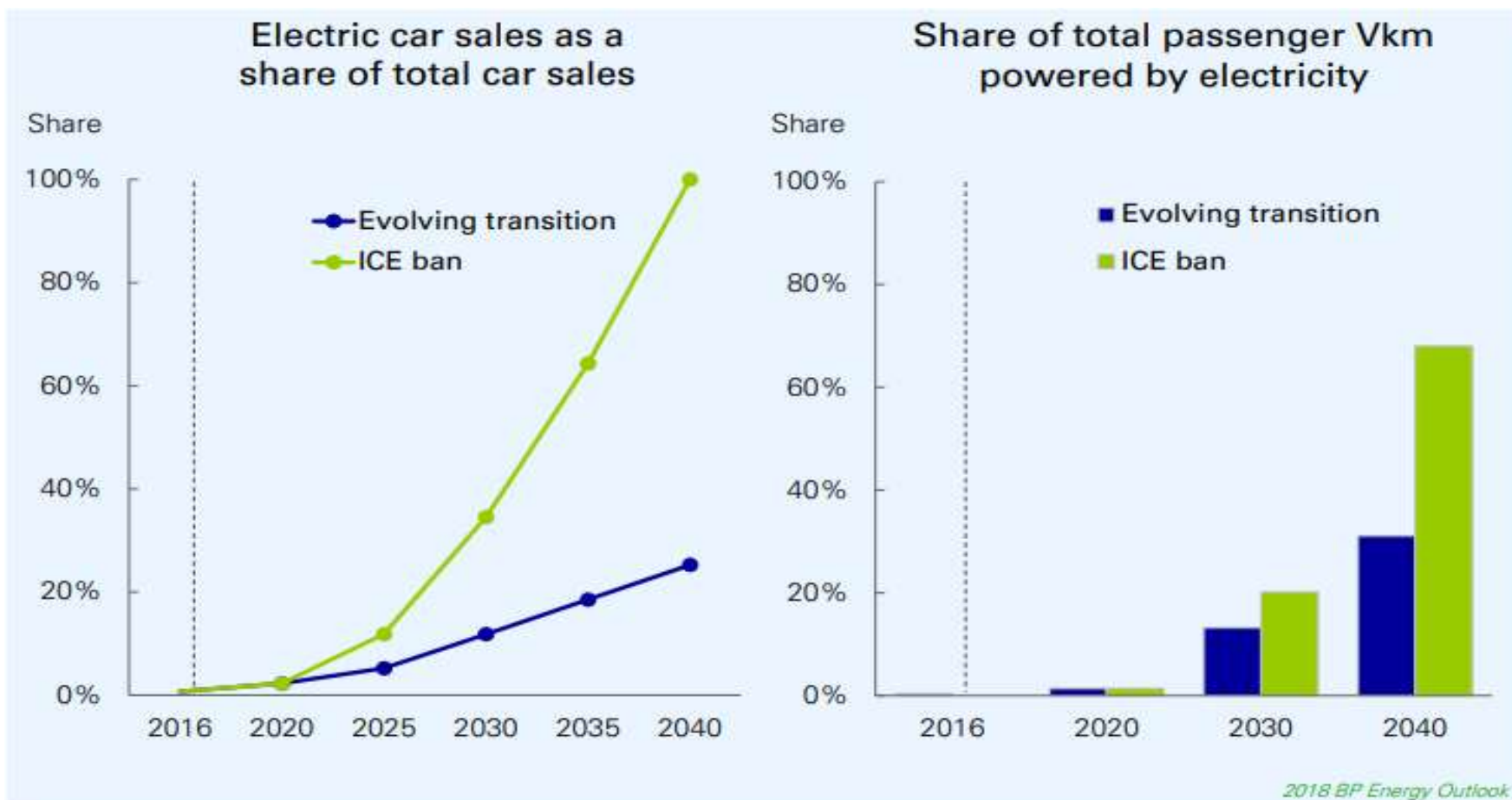
\*ICE vehicles includes hybrid vehicles which do not plug into the power grid

\*\*Based on the NEDC (New European Drive Cycle), gasoline fuel

# ocena števila električnih vozil v svetovnem voznem parku avtomobilov



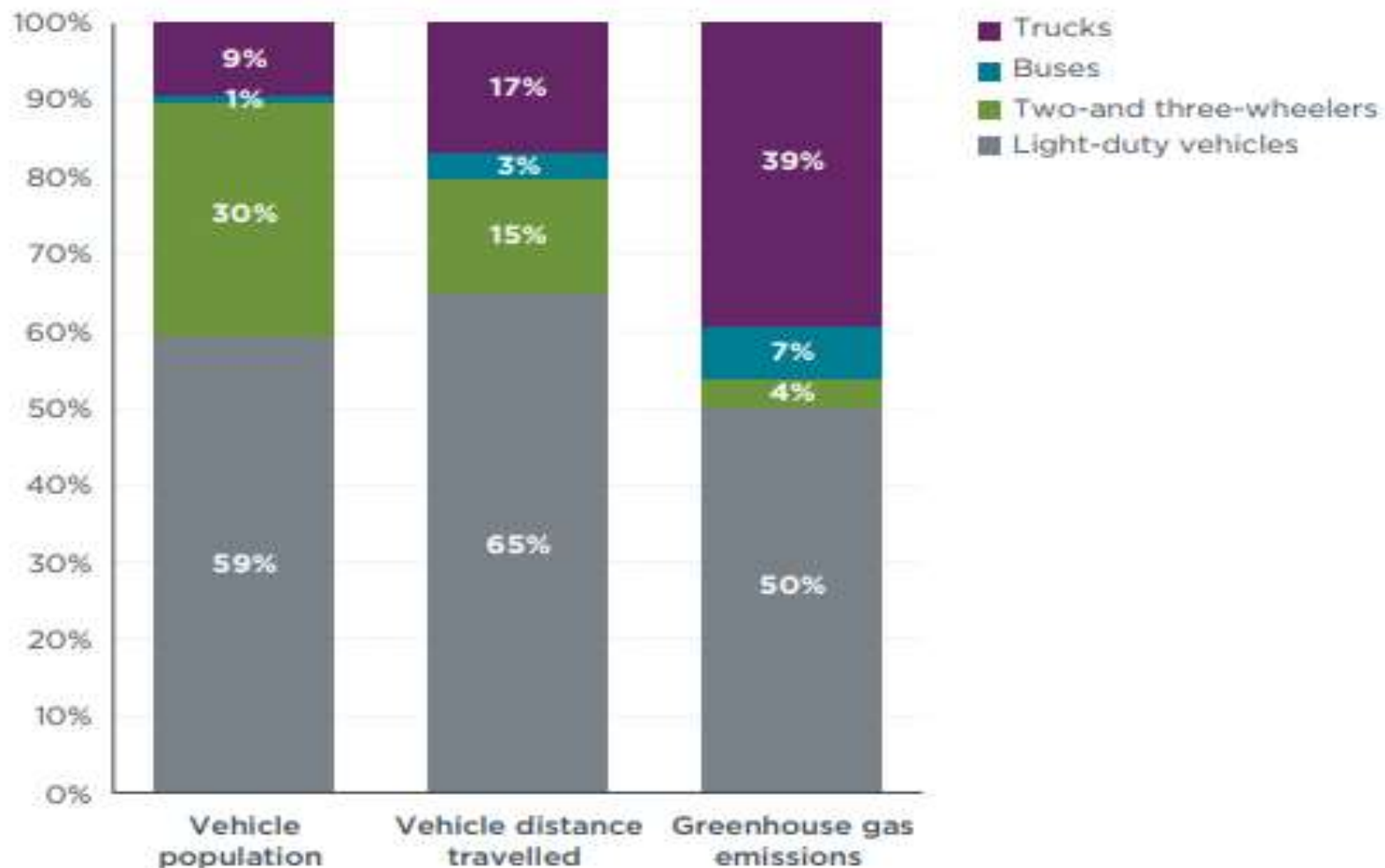
# Različni scenariji



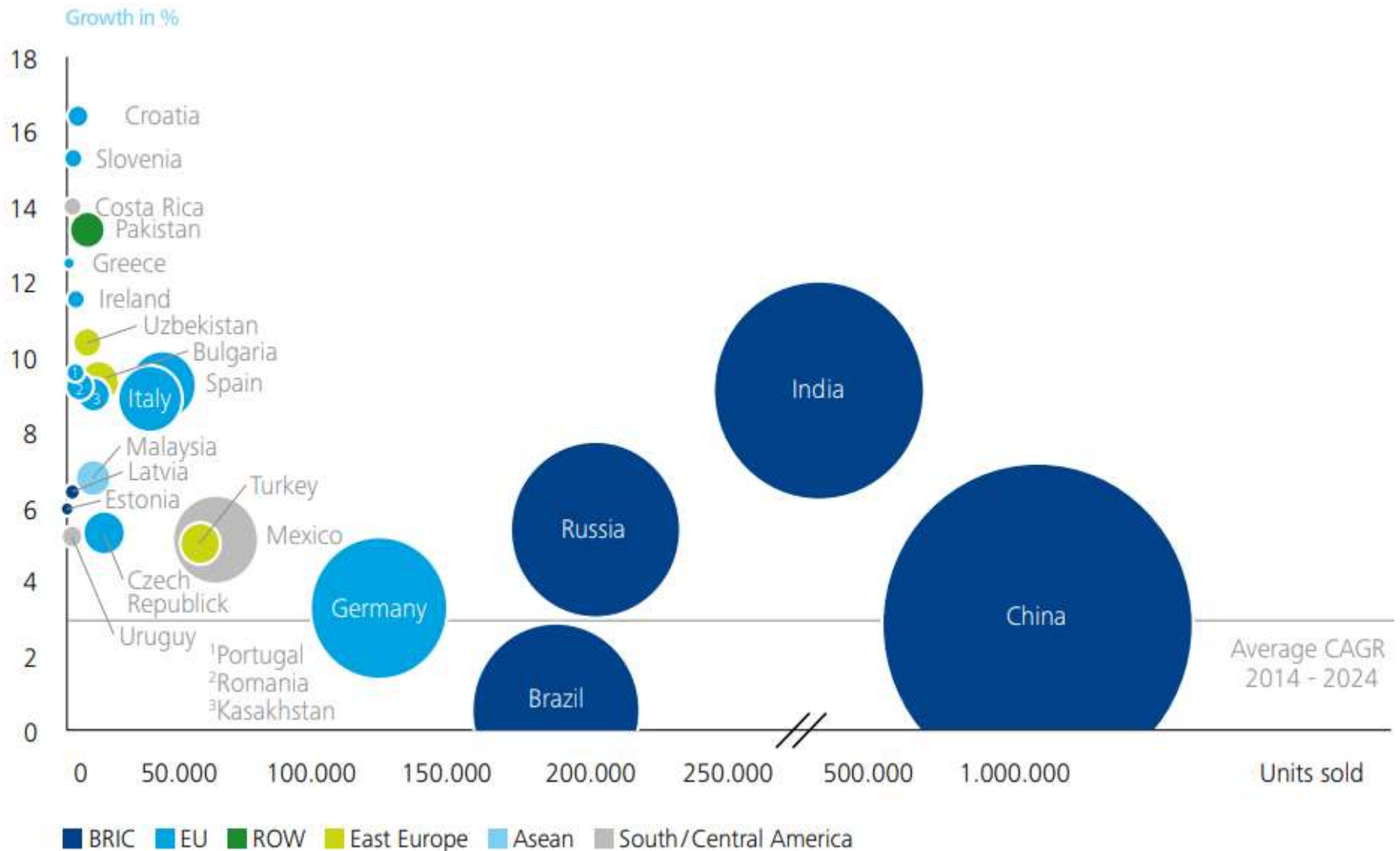
- pesimistični scenarij predvideva navadno nadaljevanje razvoja in adopcije vozil brez dodatnih spodbud in zaostrovanja okoljskih politik držav in regij
- optimistični scenarij pa predvideva v obdobju do 2030 prepoved motorjev na notranje izgorevanje, kar je najbolj ekstremna politika, ki bi lahko botrovala vse večjemu prodoru EV.



# Struktura in število voznega parka gospodarskih vozil 2017

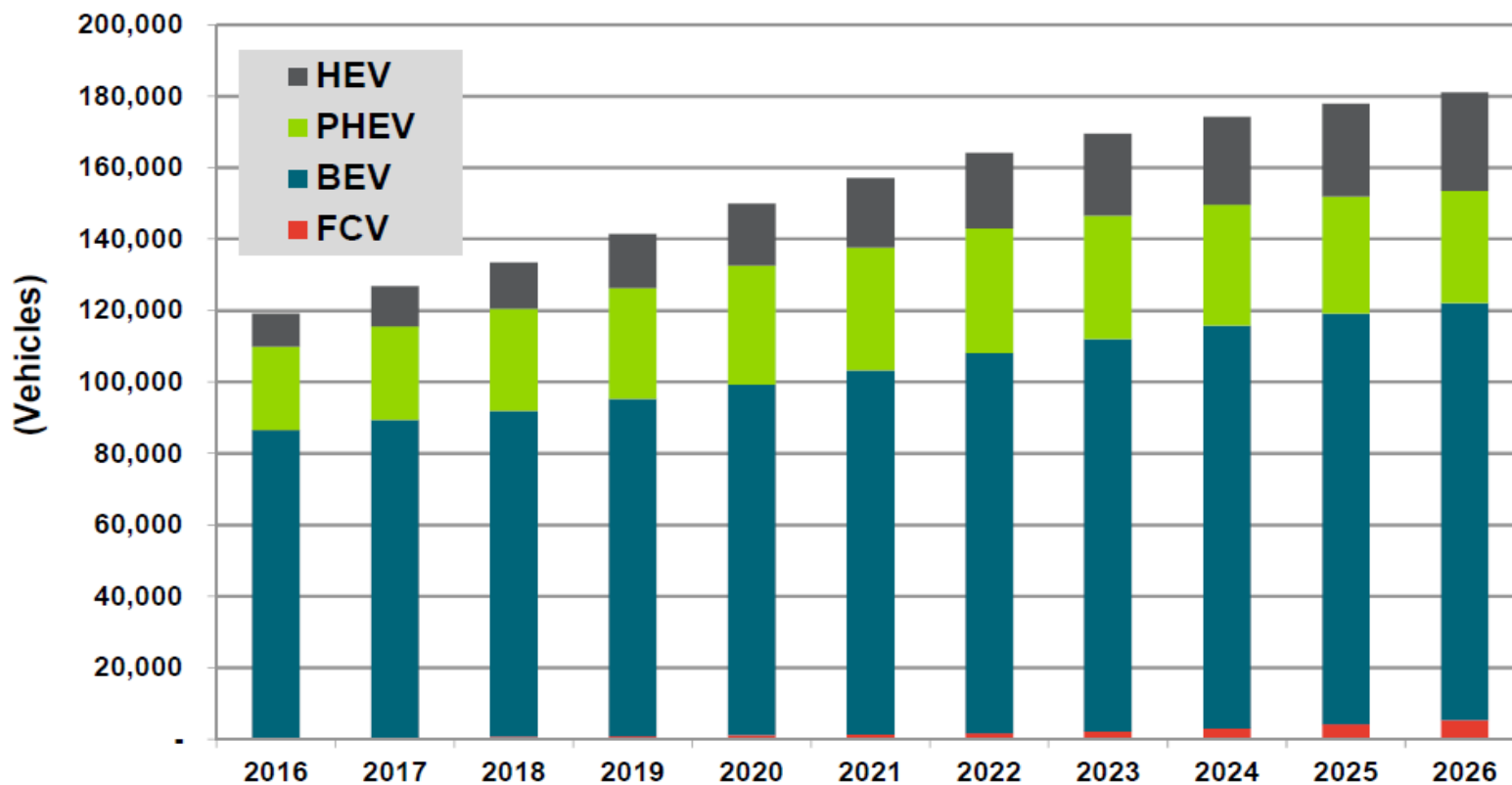


# Rast prodaje tovornjakov z največjo dovoljeno maso preko 6t med leti 2014 in 2024



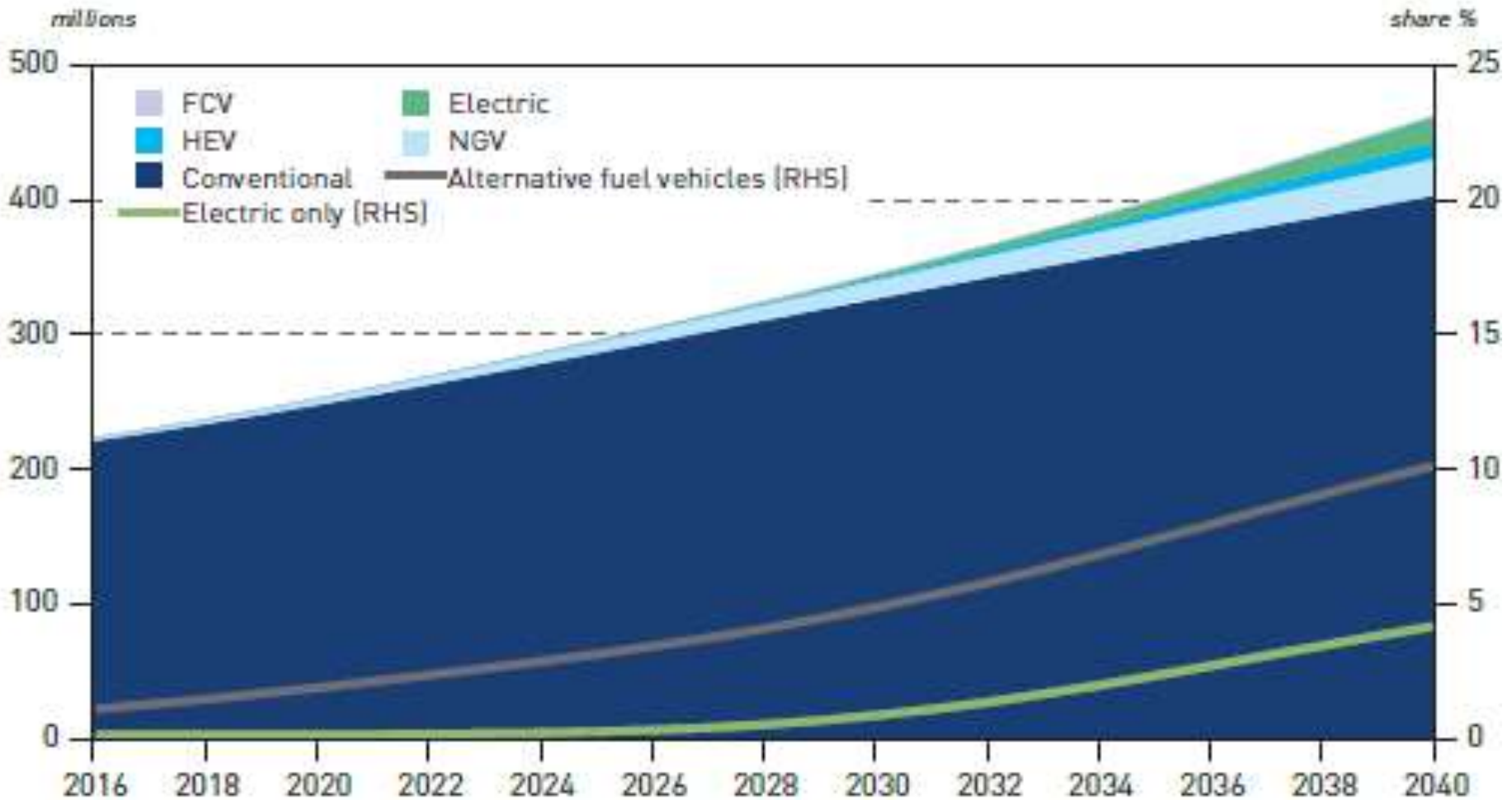
# Električni avtobusi

*Electric Drive Bus Sales by Powertrain Type, World Markets: 2016-2026*



Do leta 2016 je ta trg zaznamovala Kitajska; država je imela več kot 280.000 električnih avtobusov ali več kot 95% svetovnega trga električnih avtobusov

# Sestava voznega parka gospodarskih vozil po tipu pogonskega sistema med leti 2016 in 2040



# Dejavniki - vpliv na Slovenijo

- strošek vozila,
- str. Energentov in izpustov
- trend št. prebivalstva
- Urbanizacija vs. povečanje javnega prevoza + nova mobilnost, avtonomna vozila
- Politika države, stopnja motorizacije
- Poslovni cilji proizvajalcev
- Polnilna infrastruktura...

# delež vozil po pogonu v Sloveniji za leto 2016

Tip pogona	2016 - absolutno	2016 – delež [%]
Električni pogon	457	0,042
Bencin	583837	53,27
Dizel, biodizel in komb., nafta, plinsko olje	500659	45,68
Utekočinjen naftni plin (LPG) in komb. z bencinom in dizlom	9422	0,86
Stisnjen zemeljski plin (CNG) in komb. z bencinom	156	0,014
Hibridni pogon	1909	0,17
Druĝo	83	0,0076

# Projekcije karakteristik tehnologij za shranjevanje **električne energije**

## Li-ion velika specifična energija

	Kapacitete [Wh/kg]	Specifična vršna moč [kW/kg]	Življenjska doba [cikli]	Cena [EUR/kWh]
2020	250	1000	>1000	250
2030	300	2000	>2000	120
2040	320	?	>3000	90
2050	340	?	?	70

## Li-ion velika specifična moč

	Kapacitete [Wh/kg]	Specifična vršna moč [kW/kg]	Življenjska doba [cikli]	Cena [EUR/kWh]
2020	150	3000	>1000	400
2030	200	4000	>2000	200
2040	230	5000	>3000	120
2050	250	?	?	80

# Projekcije karakteristik tehnologij za shranjevanje **električne energije**

## Li-S

	Kapacitete [Wh/kg]	Specifična vršna moč [kW/kg]	Življenjska doba [cikli]	Cena [EUR/kWh]
2020	300	1	300	2500
2030	500	2	1500	500
2040	>500	3	2000	90
2050	>500	>3	>2000	70

## Li-zrak

	Kapacitete [Wh/kg]	Specifična vršna moč [kW/kg]	Življenjska doba [cikli]	Cena [EUR/kWh]
2020	<1	<1	100*	>10000
2030	<100	<100	500	>1000
2040	500	1000	1000	<1000
2050	1000	2000	>1000	<200



# vpliv novih storitev in tehnologij na gibanje prometnega dela za naslednjih 50 let

gonilne sile k novim mobilnim storitvam:

- urbanizacija, kakovost zraka, fizični dostop ter razpoložljivost parkirnih mest
- novi modeli:
- souporaba vozila (carsharing ter carpooling),
- delitev vožnje (ride-hailing),
- samovozeča vozila ter drug multimodalni transport.MaaS
- ...

....manjšajo potrebo po lastništvu avtomobila → manjšanje števila avtomobilov