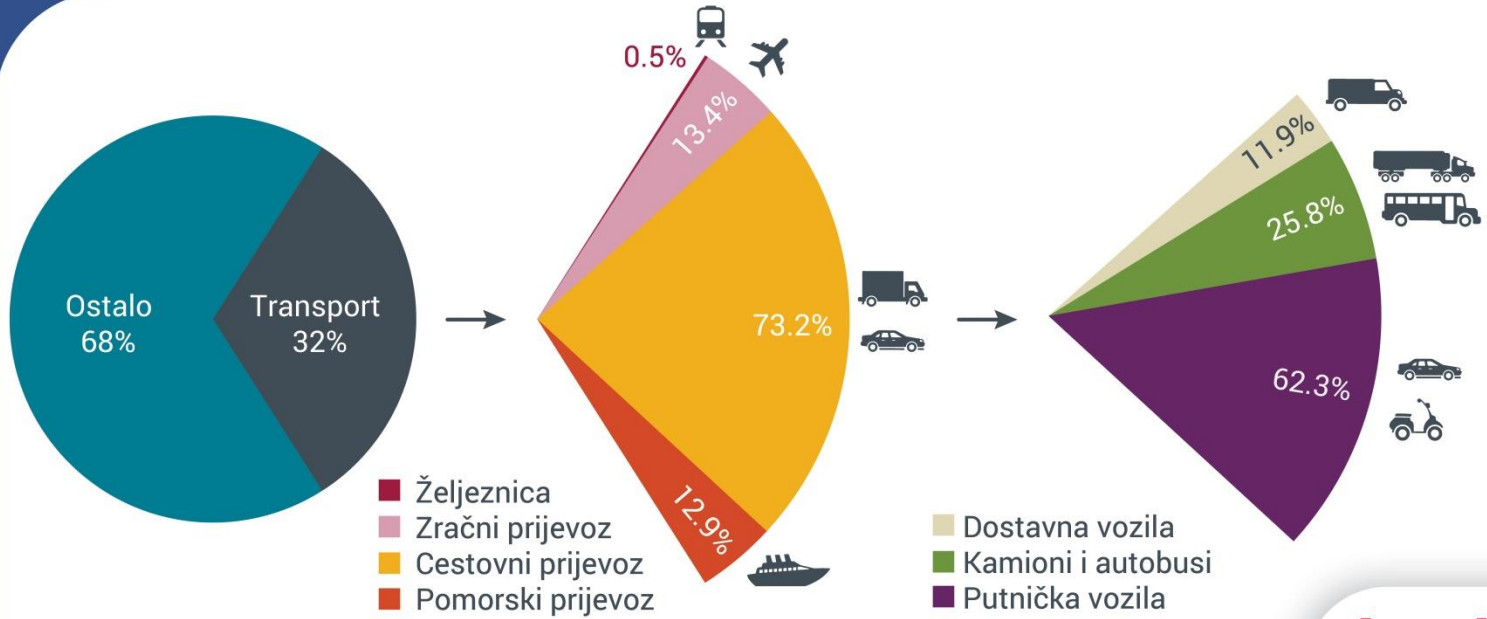
TRENDOVI RAZVOJA TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA VOZILA S NISKOM RAZINOM EMISIJA I PRIPADAJUĆE INFRASTRUKTURE

mr. sc. Matko Jović,
Kamion&Bus magazin / ZE Mobility magazin

kamion &BUS

kamion &BUS 2022 FORUM

3,64 Gt – ukupna emisija CO_2 svih zemalja EU + V. Britanija



kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Udio pojedinih kategorija kamiona u ukupnoj **emisiji CO_2**

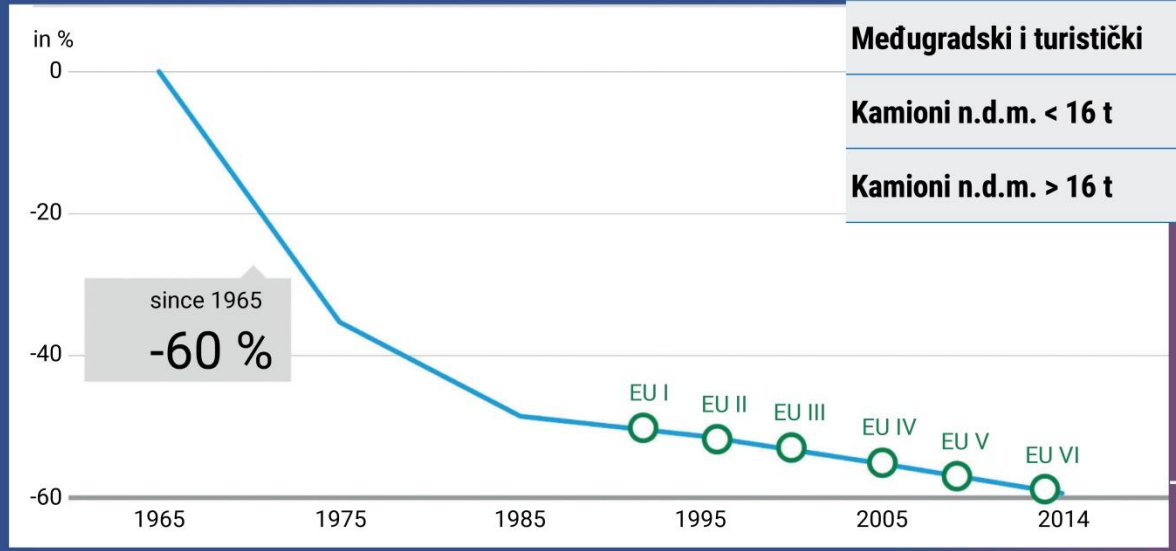
PODGRUPA		Q3 I Q4 2019.	KONFIGURACIJA	NDM (t)	MOTOR (kW)	KABINA
	4-UD	0,4%	R 4x2	> 16	< 170	Sve
	4-RD	7,9%	R 4x2	> 16	> 170 dnevna kabina >170 <265 spavaća kabina	Dnevne i spavaće
	4-LH	1,9%	R 4x2	> 16	>265	Spavaće
	5-RD	0,8%	T 4x2	> 16	Sve dnevne kabine <265 spavaće kabine	Dnevne i spavaće
	5-LH	62,8%	T 4x2	> 16	>265 spavaće kabine	Spavaće
	9-RD	7,2%	R 6x2			
	9-LH	9,2%	R 6x2			
	10-RD	0,1%	T 6x2			
	10-LH	9,7%	T 6x2			

Emisija CO_2 prema učinku (g/tkm)

PODGRUPA		Q3 I Q4 2019.	PROSJEČNA EMISIJA CO_2 (g/tkm)	PROSJEČNO OPTEREĆENJE (t)	GODIŠNJA KILOMETRAŽA (km)
	4-UD	0,4%		2,7	60.000
	4-RD	7,9%	198,1	3,2	78.000
	4-LH	1,9%	102,9	7,4	98.000
	5-RD	0,8%	84,0	10,3	78.000
	5-LH	62,8%	56,5	13,8	116.000
	9-RD	7,2%	110,9	6,3	73.000
	9-LH	9,2%	64,7	13,4	108.000
	10-RD	0,1%	84,0	10,3	68.000
	10-LH	9,7%	58,6	13,8	107.000

Predviđanja udjela vozila s nultom emisijom do 2050.

Udio vozila s nultom emisijom (%)	2025.	2030.	2035.	2050.
Dostavna vozila	20	50	100	100
Gradski autobusi	50	100	100	100
Međugradski i turistički	10	25	50	100
Kamioni n.d.m. < 16 t	10	30	80	100
Kamioni n.d.m. > 16 t	5	30	80	100



Smanjenje prosječne potrošnje teških kamiona u Europi od 1965. do 2014. (uvođenje Euro VI norme)

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Kolike su mogućnosti smanjenja emisije CO_2 s **klasičnim tehnologijama**

23,6%

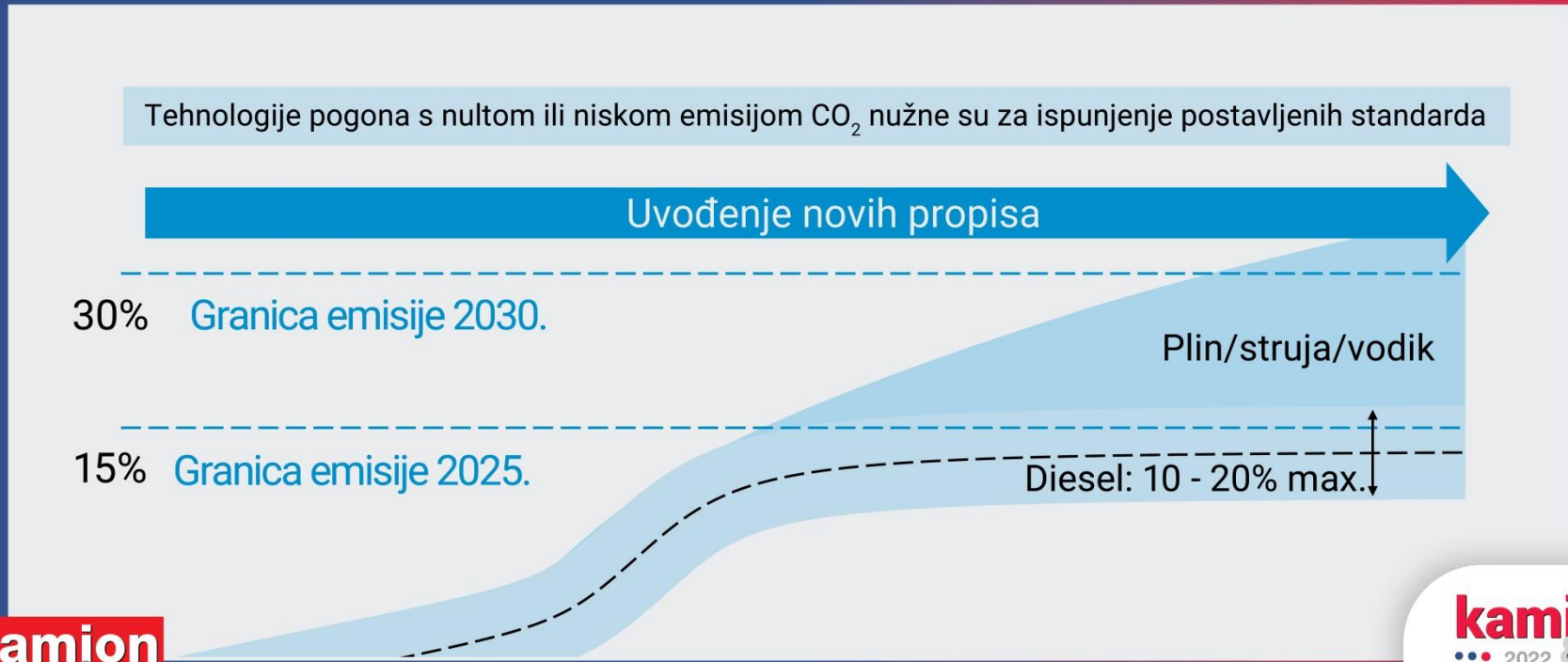
UKUPNI POTENCIJAL SMANJENJA POTROŠNJE GORIVA S KLASIČNIM TEHNOLOGIJAMA DO 2025.

Motor	Pomoćni uređaji	Prijenos	Osovine	Gume	Aerodinamika	Hibridizacija	Sustavi pomoći
3,0%	1,0%	0,5%	0,5%	5,5%	6,0 %	3,7%	3,4%

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Za smanjenje emisije preko 30% nužno je uvođenje **novih tehnologija**



kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Mogućnosti smanjenja emisije CO_2 s postojećom tehnologijom **motora SUI**

1. Plin (bioplin)

Iako je prirodni plin također gorivo fosilnog porijekla (ugljikovodik), baš kao i dizel ili benzin, njegovim izgaranjem se ipak oslobađa 10 do 15% manje CO_2. Ukoliko se koristi bioplin, emisije CO_2 se mogu smanjiti za više od 90%. U ispuhu je i znatno manje krutih čestica te NOx. Niža razina buke

2. HVO (Hydrotreated Vegetable Oil)

Alternativa dizelskom gorivu dobivena iz potpuno obnovljivih izvora, najčešće biološkog otpada (drvnih ostataka, masnoća, biljnog ulja), a moguće ga je dobiti i iz biodizela. Osim što je dobiven iz obnovljivih izvora te značajno smanjuje ukupnu količinu CO_2 (biomasa je nastala apsorpcijom CO_2 iz zraka te se na ovaj način samo vraća natrag), HVO ima i brojne druge prednosti kao što je viša cetanska vrijednost što znači bolje izgaranje i više snage, ne sadrži sumpor pa u ispuhu nema njegovih spojeva, a izgaranjem nastaje i manje krutih čestica i dušikovih oksida.

3. Sintetička goriva

Goriva dobivena reakcijom vodika i ugljičnog dioksida uzetog iz zraka omogućuju pogon bez povećanje emisije CO_2. Iako ideja dobivanje goriva spajanjem vodika s ugljikom (odnosno spojevima bogatim ugljikom) nije nova, danas se zanimljiv postupak u kojem se za dobivanje goriva koristi CO_2 uzet iz atmosfere koji se veže s vodikom čime nastaju ugljikovodici iz kojih se može dobiti benzin ili dizel.

Prirodni plin (metan – CH4) u tekućem stanju (LNG) ili stlačenom stanju (CNG)

LNG (-162 °C, atmosferski tlak) = 466 kg/m^3
CNG (250 bar, sobna temp.) = 215 kg/m^3

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Hibridni pogoni

Potencijal smanjenja emisije CO_2 – do 40% (u gradskoj vožnji)

mogućnost korištenja postojeće tehnologije, nema problema s dosegom

visoka cijena, ograničena mogućnost smanjenja CO_2, neprikladan za međunarodni prijevoz

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Električni pogoni

nulta emisija (lokalna) CO_2, dobre performanse, niska razina buke

visoka cijena, velika masa baterija, doseg i vrijeme punjenja, infrastruktura

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Pogoni s vodikom

nulta emisija (lokalna) CO_2, dobre performanse, niska razina buke, brzo punjenje

visoka cijena, ukupna energetska učinkovitost, infrastruktura

kamion & BUS

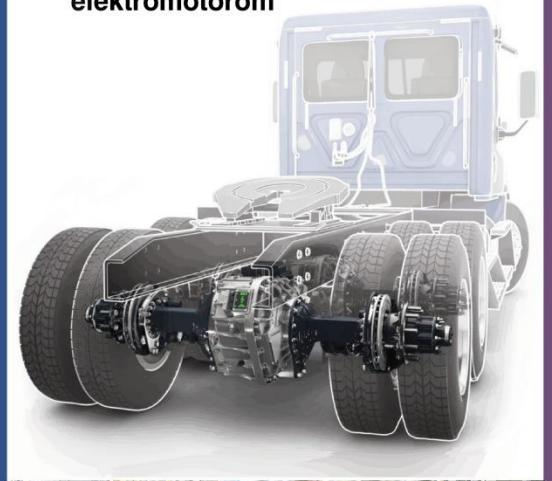
kamion & BUS 2022 FORUM

Električni pogoni

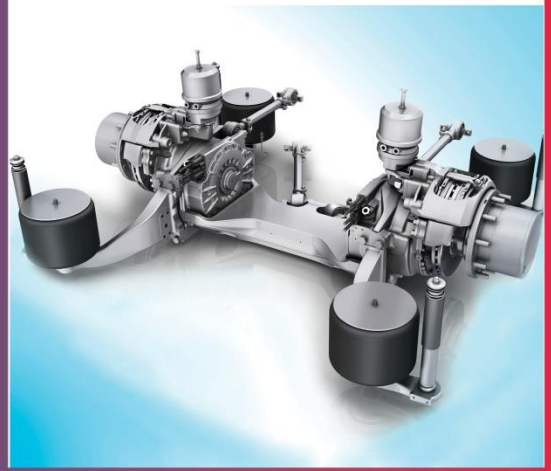
Izvede električnog pogona:

1. Elektromotor i prijenos + kardan

2. Pogonska osovina s integriranim elektromotorom



3. Elektromotori uz kotače



kamion & BUS FORUM 2022

Energetske potrebe električnog pogona

Izgaranjem 224 litre dizelskog goriva potrebnih za vožnju od 800 km generira se 490 kg CO_2

800 km DOSEGA

224 l - 200 kg*

490 kg CO_2

* Ukupna masa goriva i spremnika

KOLIČINA ENERGIJE

2.192 kWh

KOLIČINA GORIVA

224 l / 186 kg

MASA SPREMNIKA

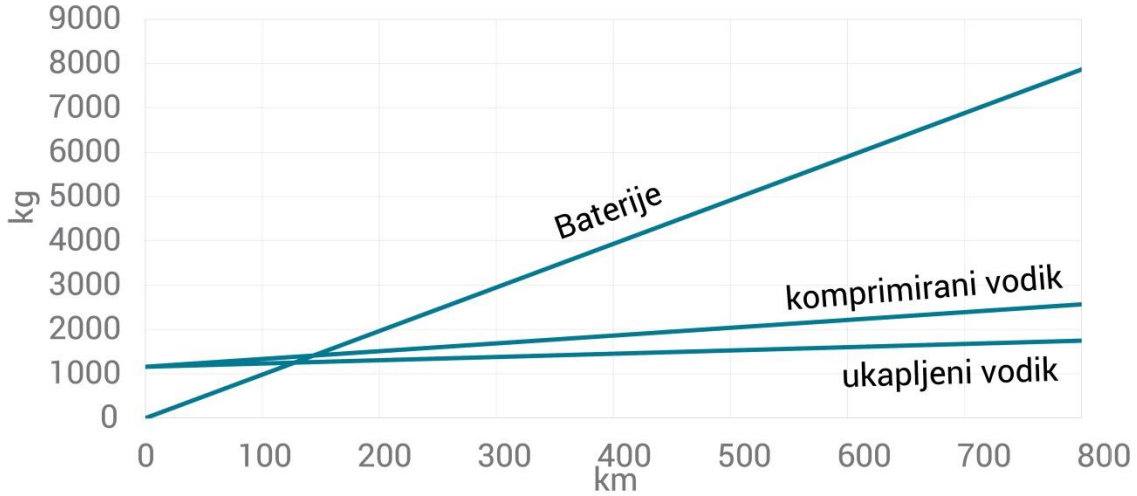
17 kg

TRENUTNO RJEŠENJE:
DIZELSKI SPREMNIK

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Baterije – potrebna masa ovisno o dosegu



MASA SPREMNIKA ENERGIJE:
USPOREDBA VODIKA I STRUJE

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Litij-ionske baterije - kapaciteti od 200 do 900 kWh

Masa baterija: cca
100 kWh = 700 kg
Potrošnja energije –
cca 100 kWh/100 km

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Trenutna ponuda **električnih kamiona**

DAF CF Electric

Snaga: 210 kW
Baterije: 315 kWh
Doseg: 220 km
Najveća snaga punjenja: 250 kW
Masa tegljača: 9.000 kg

MAN eTGM

Snaga: 264 kW
Baterije: 185 kWh
Doseg: 190 km
Najveća snaga punjenja: 150 kW
Do 26 tona NDM

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Trenutna ponuda **električnih kamiona**

Mercedes-Benz eActros
Snaga: 330/400 kW
Baterija: 315/420 kWh
Doseg: 300/400 km
Najveća snaga punjenja: 160 kW
Masa baterija: 2.100 do 2.800 kg
Do 19/27 tona NDM

Volvo FH Electric
Tri elektromotora ukupne snage:
490 kW (650 KS)
Baterije: do 540 kWh
Doseg: 300 km
Najveća snaga punjenja: 250 kW
Do 44 tone NDM

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Trenutna ponuda **električnih kamiona**

Volvo FL Electric
Snaga: 165/200 kW
Baterije: do 317 khW
Do 300 km
Do 16,7 t NDM

Renault Trucks D Z.E.
Snaga: 130/185 kW
Baterije: 200 do 395 kWh
Do 230 km
Najveća snaga punjenja: 150 kW
Do 16 tona NDM

kamion &BUS

kamion &BUS 2022 FORUM

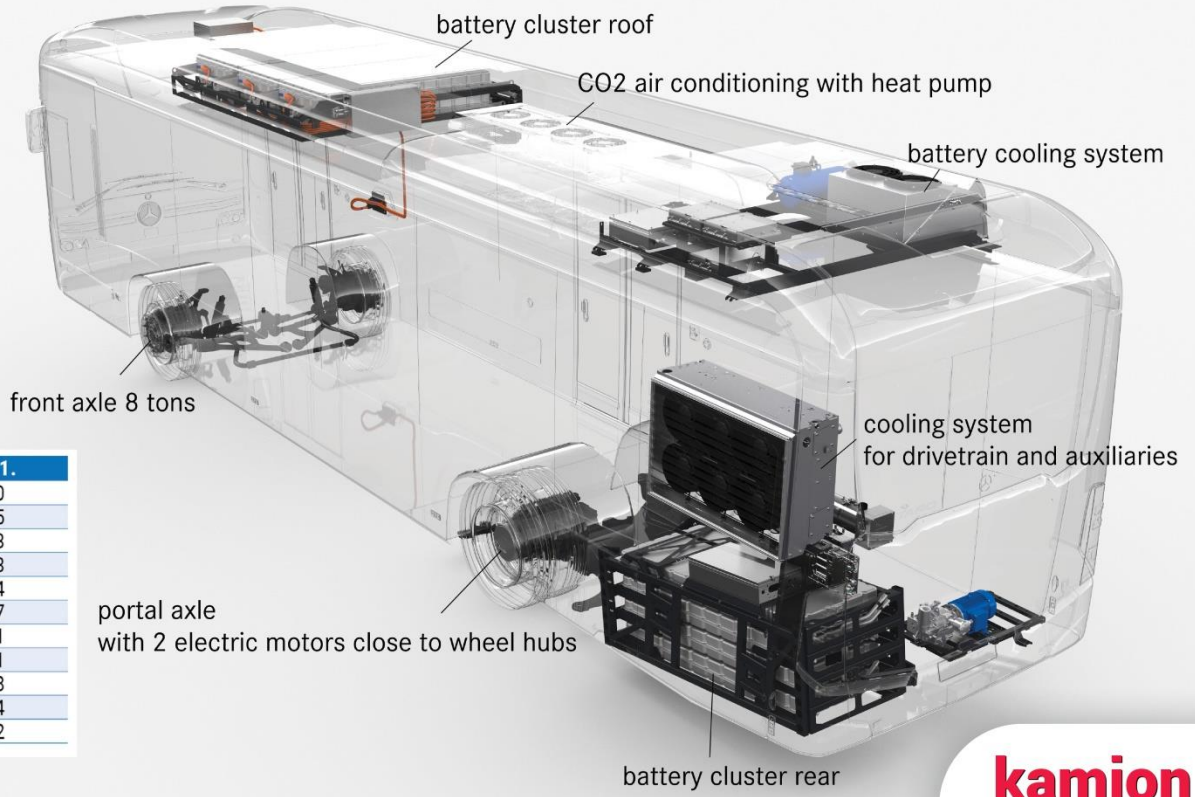
Trenutna ponuda **električnih kamiona**

Scania P/L Electric
Snaga: 230/295 kW
Baterije: 165 do 300 kWh
Do 250 km
Najveća snaga punjenja: 130 kW
Do 29 tona NDM

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Električni autobusi



ISPORUKE ELEKTRIČNIH AUTOBUSA	2020.	2021.
Solaris	406	390
BYD - ADL	190	375
Mercedes-Benz	98	333
Yutong	153	303
Iveco Bus	113	274
BYD	412	257
Volvo	217	211
Irizar	25	201
VDL	127	178
MAN	25	134
Ebusco	109	132

Trenutna ponuda **električnih autobusa**

Iveco E-Way
Snaga: 190 kW
Baterije: 419/460 kWh

MAN Lion's City 12E
Snaga: 160-270 kW
Baterija: 480 kWh
Doseg: 200 do 270 km
Najveća snaga punjenja: 150 kW

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Trenutna ponuda **električnih autobusa**

Mercedes-Benz eCitaro
Baterija:292 kWh/400 kWh (solid-state)
Snaga: 250 kW
Najveća snaga punjenja: 150 kW
Doseg: 170 do 300 km

Volvo 7900 electric
Baterija: 300 kW/330 kWh (18 m)
Snaga: 200 kW (2x200 kW 18 m)
Najveća snaga punjenja; 150 kW /
Pantograf 300 – 450 kW
Doseg: 200 km

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Trenutna ponuda **električnih autobusa**

Scania Citywide LF Electric
Baterija: 254 do 330 kWh
Snaga: 250 kW
Najveća snaga punjenja:
150 kW / 300 kW (pantograf)
Doseg: 320 km

Solaris Urbino electric (9 – 18 m)
Baterija: 200 kWh
Snaga: 300 kW
Najveća snaga punjenja: 220 kW
Doseg:

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Vodik kao pogonsko gorivo

1. Vodik u motorima s unutarnjim izgaranjem

- Vodik - jedina rijetkih supstanci koja gori, a ne sadrži ugljik
- Vodik je plin bez boje i mirisa, a ujedno se i radi o najlakšem poznatom elementu čija je atomska masa 1.
- Gustoća tekućeg vodika je 0,08988 kg/m^3 dok je gustoća vode 1.000 kg/m^3, a benzina 750 kg/m^3.
- Litra vode ima masu od 1 kg, litra benzina 750 g, a litra vodika tek 9 g

kamion & BUS

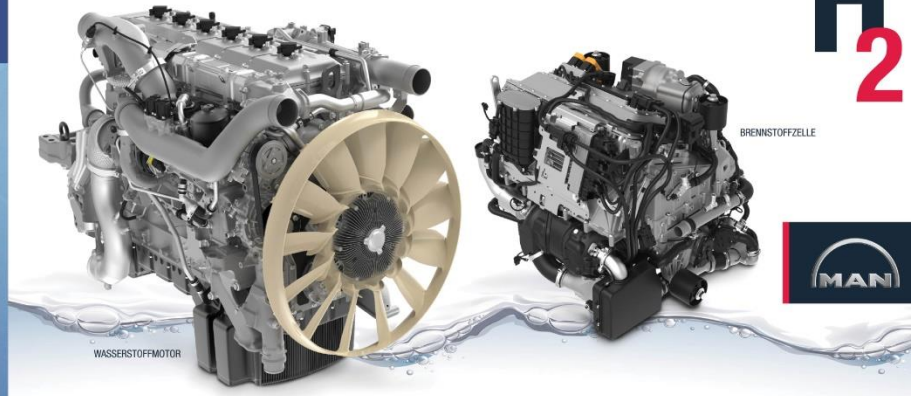
kamion & BUS 2022 FORUM

Vodik kao pogonsko gorivo

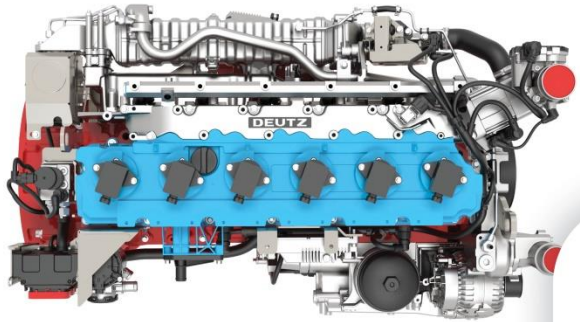
DAF XF hydrogen
MX-13 motor (13 litara prilagođen za rad s vodikom) cca 300 KS i 1.750 Nm

HYDROGEN TECHNOLOGIES – POWERED BY MAN

H2

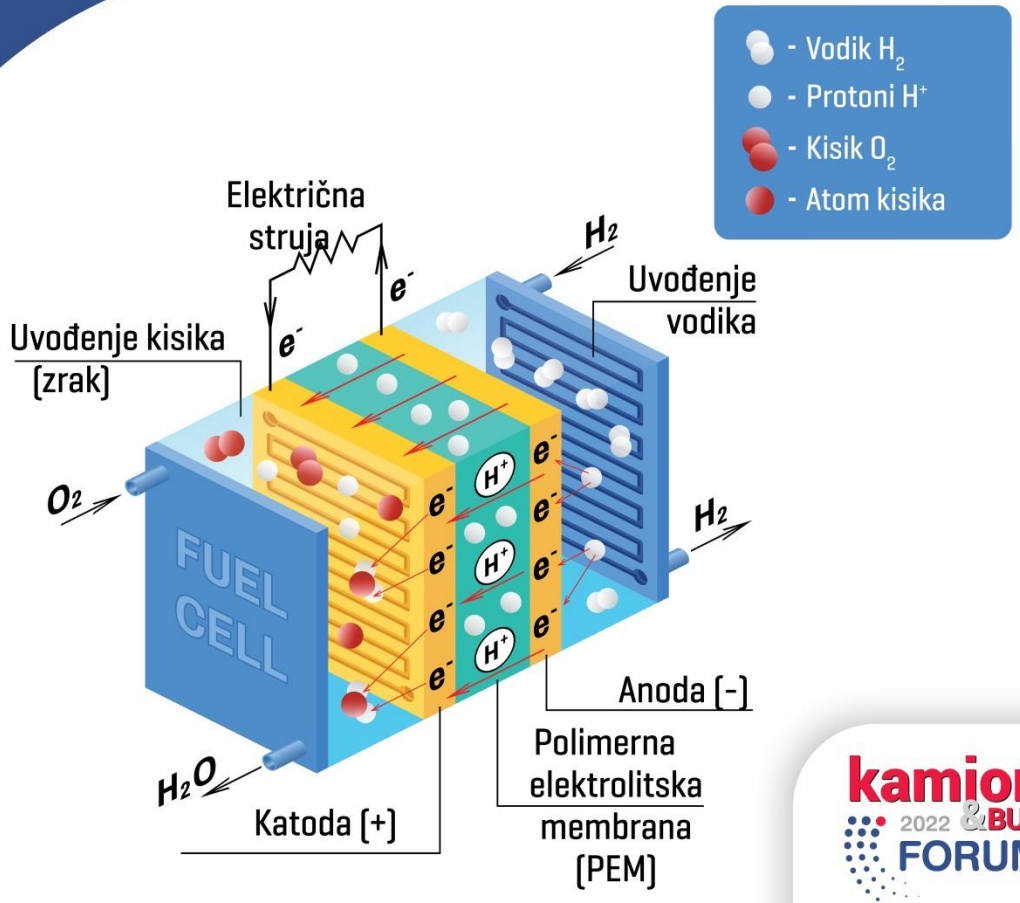


Deutz



kamion & BUS FORUM 2022

Vodik u vodikovim člancima (gorivnim člancima, gorivim ćelijama, fuel cell)

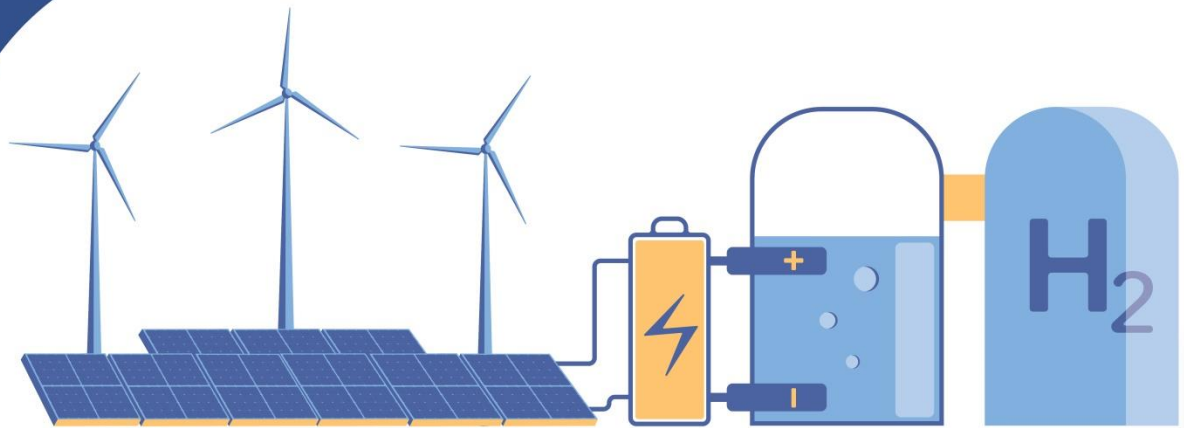


kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Elektroliza vode

Vodik se proizvodi razdvajanjem molekule vode (H2O) na vodik i kisik uz pomoć električne energije. Koristi se istosmjerna struja koja se spaja na elektrode koje se nalaze u vodi, a reakcijom koja nastaje vodik se skuplja na katodi, a kisik na anodi. Elektroliza čiste vode je spora i troši puno energije pa se vodi dodaju elektroliti, odnosno različite soli.

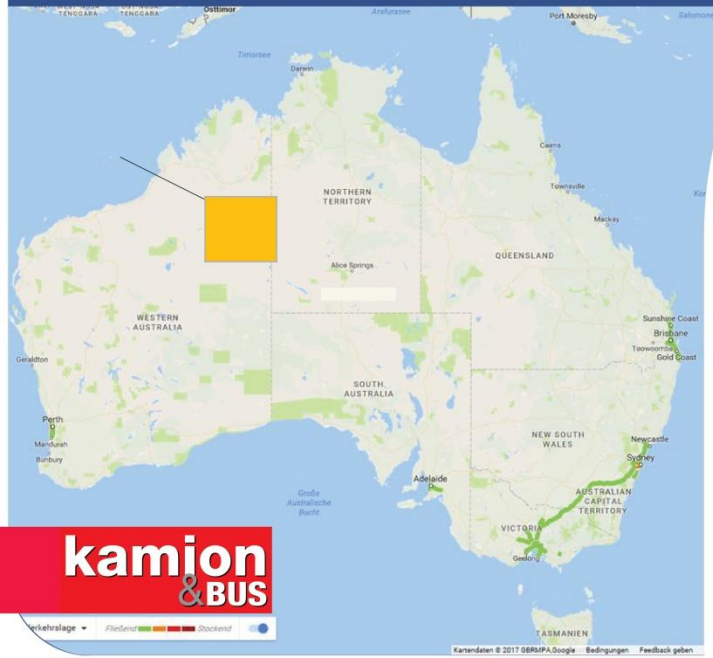


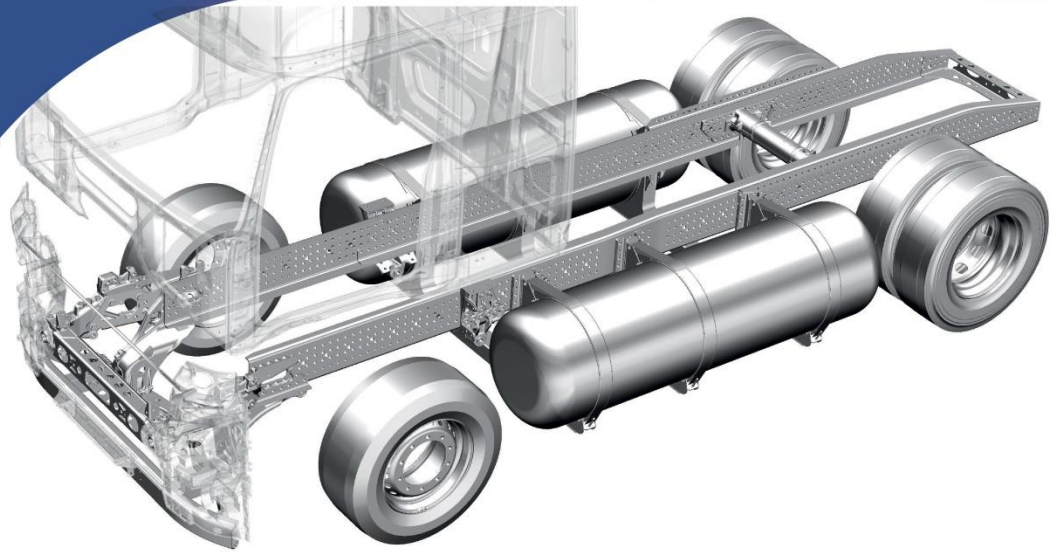
kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

7000 TWh energije godišnje potroši svjetski teretni prijevoz

Kvadrat stranica 370 km ima površinu od 136.900 km²





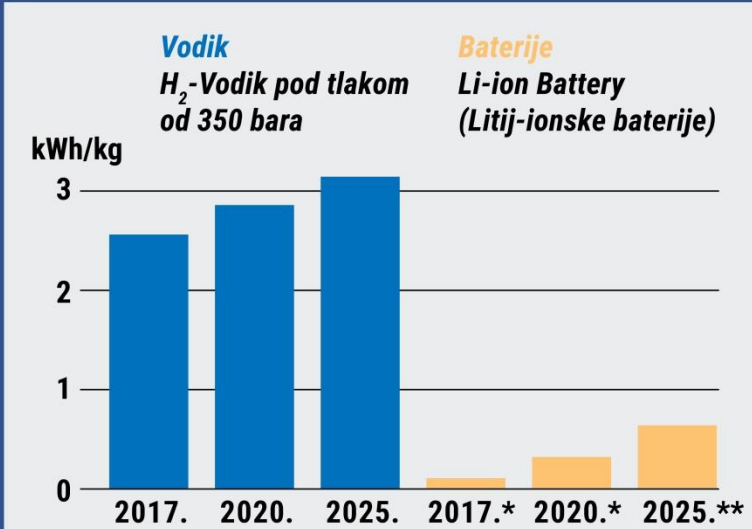
Površina solarnih ćelija je potrebna za proizvodnju struje kojom bi se proizvela dovoljna količina vodika za zadovoljenje potreba teretnog prijevoza u svijetu

Dva spremnika je 830 litara ukapljenog vodika (-235 stupnjeva) koji sadrži 2.000 kWh energije. Ova količina energije dostatna je za vožnju od 800 km

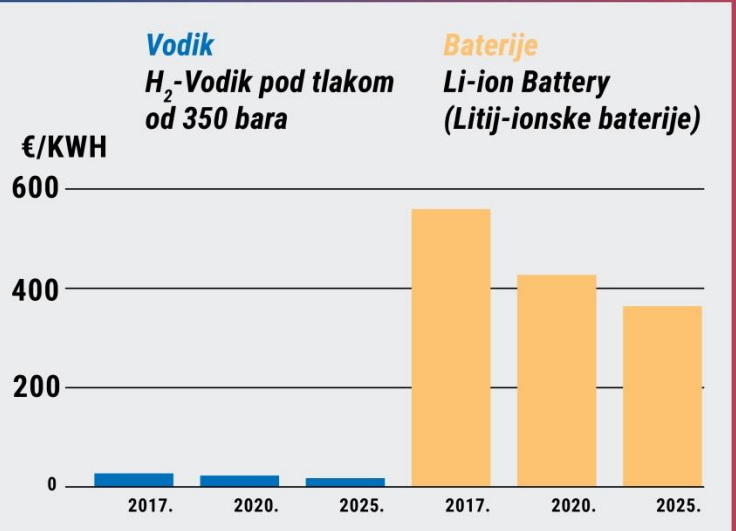
kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Energetska gustoća **vodika i baterija**



Potrebna težina za kWh energije - vodik ima 25 puta veću energetsku gustoću



Usporedba cijene skladištenja iste količine energije - vodik je 23 puta jeftiniji od baterije

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Energetska gustoća **vodika i baterija**

S istom težinom spremnika energije, vozilo na vodik može prevaliti 12 puta duži put od istog vozila s baterijama

S istim dosegom, vozilo s pogonom na vodik ima dvostruko veću nosivost od vozila s baterijama

Vozilo s pogonom na vodik je dva do tri puta jeftinije od istog vozila s pogonom na baterije sličnih performansi

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Mercedes-Benz **GenH2**

1. Dva modula vodikovih članaka 2x150 kW
2. Rashladni toranj
3. Spremnici s ukapljenim vodikom 80 kg na -252,8 °C

Baterija kapaciteta 70 kWh
(može isporučiti do 400 kW)
Motori 2x330 kW
Doseg 1.000 km

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM

Hyundai Xcient **Fuel Cell**

Vodikovi članci 2x95 kW
Baterija 72 kWh
Elektromotor 350 kW
Spremnici 32 kg vodika (350 bara)
Doseg 450 km

kamion & BUS

kamion & BUS 2022 FORUM