

ЈАВНО ПОСРЕДСТВО ЗА ПРИБЛИЖАВАЊЕ
"БЕОГРАД"

бр. IV 3057

12 OCT 2023 20____ године
БЕОГРАД, Кнегиње Љубице бр. 29

**Испитивање реформулатора горива "Comet fuel saving systema"
на смањење потрошње горива у ЈКП ГСП "Београд"**

Београд, септембар 2023.

Уводне напомене

Тестирање система за реформулацију погонског горива "**Comet fuel saving systema**" (у даљем тексту **CFSS**), представља заједнички пројекат ЈКП ГСП "Београд" и фирме "Comet Consulting Group d.o.o", са циљем утврђивања ефеката смањења потрошње дизел горива и могућности примене у аутобусима који се користе у јавном градском превозу.

CFSS је склоп уређаја међу којима централно место заузима реформулатор горива, произведен и патентиран у САД који се монтира у дистрибуциони систем дотока горива мотора пре "Comon rail". Проласком горива кроз реформулатор, молекулима дизел горива као типичног парафинског угљоводоника, побољшава се способност везивања са молекулима кисеоника у фази убризгавања, паљења и сагоревања горива у мотору, чиме се остварује бољи топлотни биланс мотора током процеса сагоревања што утиче на смањење потрошње горива.



Слика 1. Реформулатор горива



Слика 2. Монтирање система "**Comet fuel saving systema**"

Поред реформулатора горива на возила су постављени и GPS уређаји за праћење и позиционирање возила у реалном времену као и сонда и чеп за резервоар са могућношћу регистрација покушаја отварања чепа резервоара.

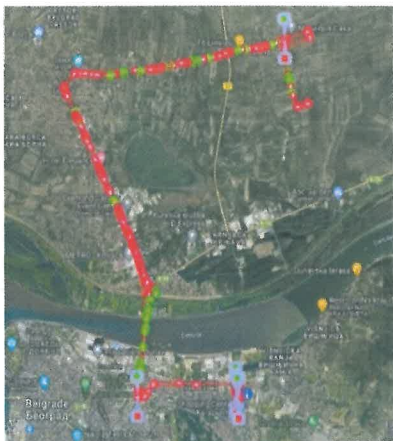
CFSS до сад је успешно имплементиран у компанијама ЕПС Србија, копови Костолац и Колубара у помоћну механизацију, Рударски басен Бор и Мајданпек, Трајал, Ласта, турска грађевинска компанија Tasyari (изградња аутопута Београд-Сарајево) и другим компанијама у земљи и иностранству.

Методологија испитивања CFSS

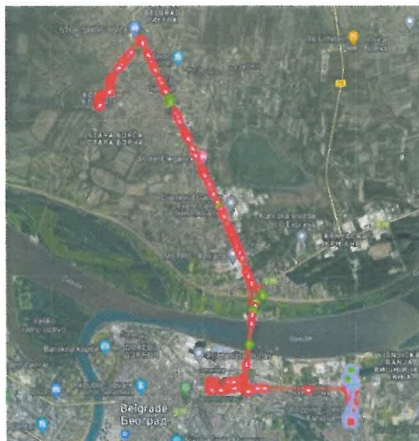
Испитивање **CFSS** на ефекат смањења потрошње горива у реалним условима експлоатације обављено је у периоду 20.08-03.09.2023. године на три аутобуса у које је монтиран **CFSS**:

- Higer , соло аутобус, Еуро 6, гаражни број **3432**, линија 105 (Омлад. стадион-Овча),
- Higer , соло аутобус, Еуро 6, гаражни број **3437**, линија 96 (Омлад. стадион-Борча 3),
- Solaris Urbino 18, Еуро 5, зглобни аутобус, гаражни број **3155**, линија 101(Омлад. стадион-Падинска скела).

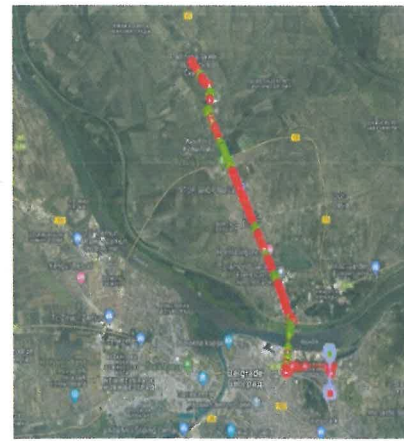
A handwritten signature in blue ink, located in the bottom right corner of the page.



Слика 3. Линија 105



Слика 4. Линија 96



Слика 5. Линија 101

Поред наведених аутобуса у које је постављен **CFSS** за потребе тестирања ангажовани су и аутобуси истог типа и произвођача који су радили на изабраним линијама све време током испитног периода у идентичним уловима експлоатације како би се извршило поређење потрошње горива са аутобусима у које је постављен **CFSS**.

- Higer , гаражни број 3430, линија 105
- Higer , гаражни број 3467, линија 96
- Solaris Urbino 18 , гаражни број 3144, линија 101

Такође и у ова возила су монтирани GPS уређаји за праћење и позиционирање возила у реалном времену као и чеп за резервоар.

Прикупљање и обрада резултата потрошње горива рађена је по две методологије:

1. Методологија аквизиције података преко протокола CAN мреже аутобуса са ECU рачунара аутобуса, коју је урадио стручни тим "Comet Consulting Group d.o.o".
2. На основу података о уточеној количини горива и пређеној километражи аутобуса из Информационог система ЈКП ГСП Београд, коју је урадио стручни тим ЈКП ГСП Београда.

Резултати мерења по испитној методи 1.

Резултати мерења по испитној методологији 1. за аутобусе Higer гаржни број 3430 и **3432** (имплементиран **CFSS**) који су радили на линији 105 представљени су у табелама 1 и 2.

Табела 1.

Возило: **A1 Higer, г.б. 3430**Рег. број: **BG1795UP**

Датум	Пређено километара [km]	Укупни часови рада мотора	Часови рада мотора у месту (idling)	Потрошено гориво [lit.]		Експл. брзина [km/h]	Рад мотора у месту (Idling) [%]	Просечна потрошња горива [L/100km]
				Укупно	Рад у месту (Idling)			
20.08.2023	484.7	21.2	7.2	224.4	45.4	34.5	33.8%	46.29
21.08.2023	454.0	20.9	6.4	206.8	37.9	31.3	30.6%	45.54
22.08.2023	478.2	20.8	5.8	218.0	39.5	32.0	28.0%	45.59
23.08.2023	463.9	21.2	6.2	218.0	33.1	31.1	29.5%	47.00
24.08.2023	449.5	20.1	5.9	215.3	34.7	31.6	29.2%	47.90
25.08.2023	469.0	21.9	7.0	225.5	43.3	31.7	32.3%	48.08
26.08.2023	217.9	9.6	2.5	98.8	14.4	30.4	25.6%	45.37
27.08.2023	470.5	20.3	5.8	216.9	34.7	32.4	28.7%	46.11
30.08.2023	32.8	1.7	0.4	17.1	1.1	26.2	25.7%	52.13
31.08.2023	418.3	19.5	6.0	185.4	24.6	31.0	30.9%	44.33
01.09.2023	161.8	9.0	3.2	76.9	12.8	27.5	34.9%	47.55

Просечна потрошња на основу узорка: **46.90 [L/100 km]**

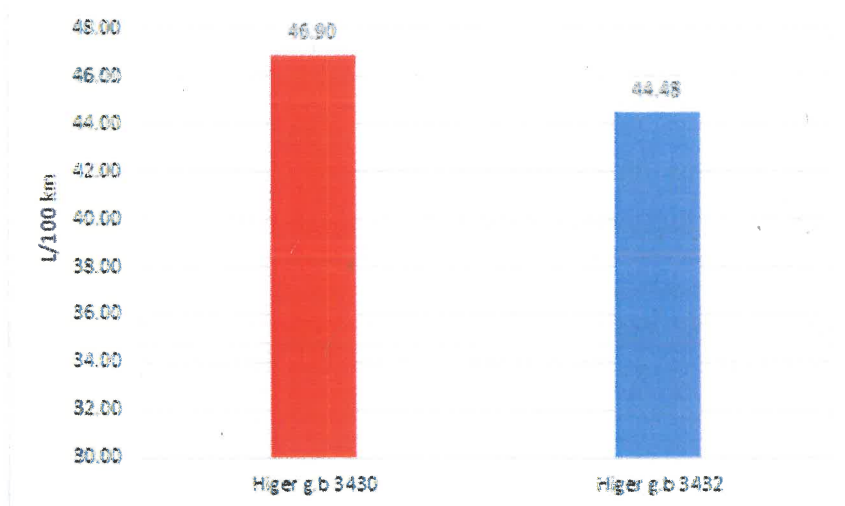
Табела 2.

Возило: **A2 Higer 3432**Рег.број: **BG1795UR**

Датум	Пређено километара [km]	Укупни часови рада мотора	Часови рада мотора у месту (idling)	Потрошено гориво [lit.]		Експл. брзина [km/h]	Рад мотора у месту (Idling) [%]	Просечна потрошња горива [L/100km]
				Укупно	Рад у месту (Idling)			
20.08.2023	480.9	20.8	6.1	216.6	36.8	32.7	29.5%	45.04
21.08.2023	38.0	1.7	0.4	16.1	2.1	29.0	22.8%	42.26
22.08.2023	325.1	15.2	4.5	149.8	30.1	30.4	29.7%	46.07
23.08.2023	325.7	14.9	4.5	152.9	31.6	31.4	30.4%	46.94
24.08.2023	326.2	15.0	4.1	151.8	23.8	30.0	27.4%	46.56
25.08.2023	421.2	19.6	5.9	184.5	31.6	30.7	30.0%	43.80
26.08.2023	458.8	20.1	5.9	211.4	41.5	32.5	29.6%	46.08
27.08.2023	478.5	20.1	5.8	219.2	37.8	33.6	29.0%	45.82
28.08.2023	345.4	14.8	4.1	156.5	29.5	32.2	27.6%	45.31
29.08.2023	325.4	15.1	4.2	138.9	24.4	30.0	28.1%	42.68
30.08.2023	325.3	14.5	4.3	136.8	21.8	31.8	29.4%	42.06
31.08.2023	325.7	14.2	3.6	134.7	20.2	30.8	25.4%	41.37
01.09.2023	131.0	7.7	2.8	58.0	12.4	26.4	35.7%	44.29

Просечна потрошња на основу узорка: **44.48 [L/100 km]**

На основу добијених резултата просечне потрошње гориве за аутобусе Higer г.б 3430 и 3432 који су остварени у посматраном периоду рада на линији 105, следи да је аутобус Higer г.б 3432 на коме је био постављен уређај за реформулацију горива остварио просечну потрошњу од 44.48 [L/100km] док је просечна потрошња горива за аутобус Higer г.б 3430 износила 49.90 [L/100km]. Аутобус Higer г.б 3432 остварио је мању потрошњу од 2.42 [L/100km] што је за 5.16 % мање у односу на аутобус Higer г.б 3430.



Слика 6. Упоредни приказ просечне потрошње горива за аутобусе Higer г.б 3430, г.б 3432

Да би утврдили да ли разлика у потрошњи горива аутобуса на коме је био постављен уређај за реформулисање горива има статистички значај, коришћен је Т-тест (Студентов тест) једнакости средњих вредности два статистичка скупа на основу средње вредности потрошње и стандардног одступања добијених из посматраних узорака два статистичка скупа ($n_1+n_2<30$) који су се односили на аутобусе Higer г.б 3430 и г.б 3432. Вредност променљиве $|t|=2.986$ има већу вредност од граничне вредности, $t_{0.05}^{k=22}=2.110$, чиме се доказује да мања потрошња горива аутобуса Higer г.б 3432 има статистички значај.

Резултати мерења по испитној методологији 1. за аутобусе Higer г.б. 3467 и г.б. 3437 који су радили на линији 96 представљени су у табелама 3 и 4.

Табела 3.

Возило: **B1 Higer 3467**

Рег.број: **BG1795KI**

Датум	Пређено километара [km]	Укупни часови рада мотора	Часови рада мотора у месту (idling)	Потрошено гориво [lit.]		Експл. брзина [km/h]	Рад мотора у месту (Idling) [%]	Просечна потрошња горива [L/100km]
				Укупно	Рад у месту (Idling)			
20.08.2023	316.4	18.5	7.0	171.5	43.1	27.5	37.9%	54.21
21.08.2023	272.1	16.1	5.9	153.1	36.8	26.7	36.7%	56.26
22.08.2023	247.7	15.0	5.9	139.9	33.7	27.1	39.1%	56.51
23.08.2023	250.6	15.5	5.7	147.8	36.3	25.5	36.6%	58.98
25.08.2023	318.3	18.7	6.9	174.1	39.5	26.9	36.9%	54.71
26.08.2023	343.0	19.6	7.5	182.6	41.0	28.4	38.4%	53.22
27.08.2023	339.3	19.4	7.4	177.8	40.5	28.3	38.3%	52.41
28.08.2023	342.4	19.5	7.1	186.2	40.0	27.7	36.5%	54.39
29.08.2023	343.6	19.3	7.2	175.2	33.7	28.6	37.5%	50.99
30.08.2023	275.4	17.2	6.6	146.8	36.3	25.9	38.2%	53.30
31.08.2023	226.5	14.8	6.4	120.5	26.8	26.9	43.2%	53.19
01.09.2023	307.3	20.3	8.5	155.2	36.3	26.0	41.7%	50.50
02.09.2023	323.2	19.5	7.7	165.7	35.8	27.4	39.6%	51.28
03.09.2023	340.6	19.4	6.9	164.7	32.6	27.4	35.7%	48.35

Просечна потрошња на основу узорка: **53.45 [L/100 km]**

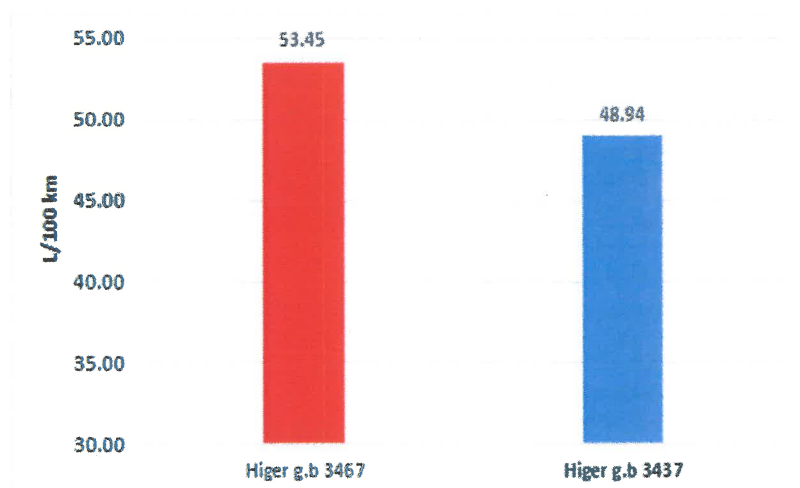
Табела 4.

Возило: **B2 Higer 3437**Рег.број: **BG2031RA**

Датум	Пређено километара [km]	Укупни часови рада мотора	Часови рада мотора у месту (idling)	Потрошено гориво [lit.]		Експл. брзина [km/h]	Рад мотора у месту (Idling) [%]	Просечна потрошња горива [L/100km]
				Укупно	Рад у месту (Idling)			
20.08.2023	345.3	19.4	6.8	164.2	32.1	27.4	35.1%	47.55
21.08.2023	330.4	18.8	6.5	160.2	32.3	26.8	34.6%	48.50
22.08.2023	319.9	19.4	7.8	164.2	39.0	27.6	40.1%	51.34
23.08.2023	319.7	19.5	7.4	162.9	34.9	26.6	38.2%	50.96
25.08.2023	319.6	19.2	7.5	160.4	36.8	27.3	39.2%	50.18
26.08.2023	332.2	19.2	7.0	172.5	38.3	27.3	36.6%	51.93
27.08.2023	352.6	19.1	8.8	176.4	41.7	34.4	46.3%	50.01
28.08.2023	319.4	19.3	7.8	169.7	38.6	27.7	40.4%	53.14
29.08.2023	320.0	19.4	7.6	153.4	31.1	27.2	39.2%	47.94
30.08.2023	250.2	16.1	6.8	126.9	29.5	27.0	42.4%	50.72
31.08.2023	319.8	19.4	7.5	150.3	30.6	26.9	38.8%	47.02
01.09.2023	297.6	18.0	6.5	138.8	28.4	25.9	36.1%	46.63
02.09.2023	275.0	16.4	5.9	127.5	28.3	26.2	35.8%	46.36
03.09.2023	326.2	18.7	7.0	139.6	29.4	27.9	37.6%	42.81

Просечна потрошња на основу узорка: **48.94 [L/100 km]**

На основу резултата просечне потрошње гориве за аутобусе Higer г.б. 3467 и 3437 који су остварени у посматраном периоду рада на линији 96, следи да је аутобус Higer г.б. 3437 на коме је био постављен уређај за реформулацију горива остварио просечну потрошњу од 48.94 [L/100km] док је просечна потрошња горива за аутобус Higer г.б. 3467 износила 53.45 [L/100km]. Аутобус Higer г.б. 3437 остварио је мању потрошњу од 4.51 [L/100km] што је за 8.44 % мање у односу на аутобус Higer г.б. 3467.



Слика 7. Упоредни приказ просечне потрошње горива за аутобусе Higer г.б. 3467 г.б. 3437

Да би утврдили да ли разлика у потрошњи горива аутобуса на коме је био постављен уређај за реформулисање горива има статистички значај, коришћен је Т-тест (Студентов тест) једнакости средњих вредности два статистичка скупа на основу средње вредности потрошње и стандардног

одступања добијених из посматраних узорака два статистичка скупа који су се односили на аутобусе Higer г.б. 3467 и 3437. Вредност променљиве $|t|=4.346$ има већу вредност од граничне вредности, $t_{0,05}^{k=26}=2,056$, чиме се доказује да мања потрошња горива аутобуса Higer г.б. 3437 има статистички значај.

Резултати мерења по испитној методологији 1. за аутобусе Solaris Urbino 18, г.б. 3144 и г.б. 3155 који су радили на линији 101 представљени су у табелама 5 и 6.

Табела 5.

Возило: C1 Solaris 3144

Рег.број: BG1994FH

Датум	Пређено километара [km]	Укупни часови рада мотора	Часови рада мотора у месту (idling)	Потрошено гориво [lit.]		Експл. брзина [km/h]	Рад мотора у месту (Idling) [%]	Просечна потрошња горива [L/100km]
				Укупно	Рад у месту (Idling)			
21.08.2023	220.9	10.0	3.4	135.55	22.2	33.1	33.6%	61.38
22.08.2023	462.6	21.2	6.3	272.10	45.5	31.1	29.8%	58.83
23.08.2023	461.3	19.8	5.4	269.98	48.1	31.9	27.1%	58.53
24.08.2023	461.4	19.9	5.2	259.13	41.4	31.4	26.2%	56.17
25.08.2023	299.7	16.3	5.3	195.60	36.7	27.4	32.9%	65.28
26.08.2023	73.4	4.1	1.7	41.90	9.3	30.5	41.5%	57.12
27.08.2023	137.2	7.0	2.7	79.30	17.6	31.6	38.1%	57.82
28.08.2023	157.5	9.2	4.0	95.20	21.7	30.0	43.0%	60.46
30.08.2023	171.2	12.4	4.2	123.10	29.5	21.0	34.0%	71.93
31.08.2023	187.7	10.3	3.2	108.70	20.7	26.4	30.9%	57.93
03.09.2023	105.2	6.0	2.6	51.20	11.4	31.2	43.6%	48.70

Просечна потрошња на основу узорка: 59.47 [L/100 km]

Табела 6.

Возило: C2 Solaris 3155

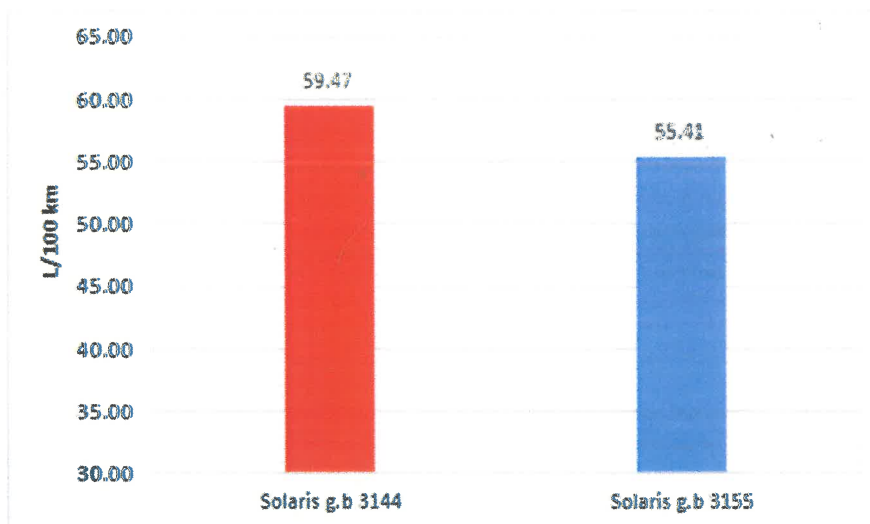
Рег.број: BG1816JV

Датум	Пређено километара [km]	Укупни часови рада мотора	Часови рада мотора у месту (idling)	Потрошено гориво [lit.]		Експл. брзина [km/h]	Рад мотора у месту (Idling) [%]	Просечна потрошња горива [L/100km]
				Укупно	Рад у месту (Idling)			
20.08.2023	134.5	6.8	2.5	56.6	13.5	31.0	36.2%	42.05
21.08.2023	263.6	14.5	5.5	158.8	36.3	29.2	37.7%	60.25
23.08.2023	426.7	20.7	6.6	269.4	48.9	30.4	32.1%	63.14
24.08.2023	487.0	21.6	6.2	284.2	47.6	31.5	28.5%	58.35
25.08.2023	190.6	10.0	3.4	115.7	25.3	29.0	34.0%	60.72
26.08.2023	422.2	17.9	4.6	260.3	44.8	31.7	25.6%	61.65
27.08.2023	378.0	16.2	4.5	217.2	32.7	32.3	27.9%	57.45
29.08.2023	389.2	16.7	4.1	193.3	27.8	30.9	24.7%	49.66
31.08.2023	455.8	21.0	5.7	241.5	36.4	29.8	27.2%	52.99
02.09.2023	464.8	20.0	5.1	246.5	38.7	31.2	25.6%	53.03
03.09.2023	484.6	20.4	5.5	243.6	39.0	32.4	26.9%	50.27

Просечна потрошња на основу узорка: 55.41 [L/100 km]

На основу резултата просечне потрошње гориве за аутобусе Solaris Urbino 18 г.б. 3144 и г.б. 3155 који су остварени у посматраном периоду рада на линији 101, следи да је аутобус Solaris Urbino 18 г.б. 3155 на коме је био постављен уређај за реформулацију горива остварио просечну потрошњу од 55.41 [L/100km] док је просечна потрошња горива за аутобус Solaris г.б. 3144 износила 59.47

[L/100km]. Автобус Solaris г.б. 3155 остварио је мању потрошњу од 4.06 [L/100km] што је за 6.83 % мање у односу на автобус Solaris г.б. 3144.

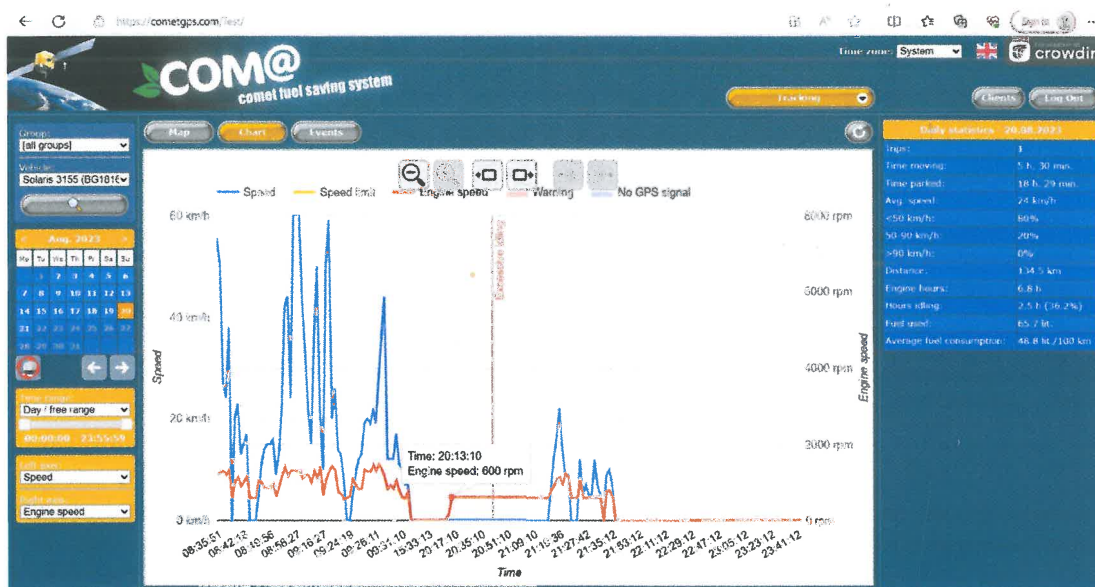


Слика 8. Упоредни приказ просечне потрошње горива за автобусе Solaris г.б. 3144 г.б 3155

Током спровођења теста на аутобусу Solaris г.б. 3155 регистрован је чест случај да је аутобус током боравка у гаражи радио са упаљеним моторем у месту што се одражавало на повећање потрошње горива возила као последица тога. У том смислу за анализу резултата остварене потрошње горива који су приказани у табелама 5 и 6 узети су само они дани када рад у месту аутобуса (idling) био највише до 40 % од укупног времена рада возила. Пример стајања аутобуса г.б. 3155 са упаљеним моторем у гаражи Карабурма приказан је на сликама 6 и 7.



Слика 9. Рад возила г.б 3155 са упаљеним моторем у месту, 21.8.2023. године у периоду 02:04:03 до 02:44:03 и од 03:12:28 до 04:12:28



Слика 10. Рад возила г.б 3155 са упаленим моторем у месту, 20.8.2023. године у периоду 20:17:10 до 21:19:36

Из слике 9. се уочава да је возило г.б 3155 током боравка у гаражи 21.8.2023. године стајало са упаленим мотором више од 100 минута а 20.8.2023.године око 60 минута. У табели 6. за наведене датуме урађена је корекција (умањење) укупне количине потрошеног горива за количину која је непотребно утрошена током рада возила у месту.

Резултати мерења по испитној методи 2.

Резултати мерења потрошње горива на аутобусима г.б. 3432, 3437 и 3155 у којима је био постављен CFSS и аутобусима г.б. 3430, 3467 и 3144 без CFSS, обрађени су методом 2, односно онако како се иначе прати потрошња горива у ЈКП ГСП „Београд“, од стручног тима ЈКП ГСП Београд коришћењем података о уточеној количини горива и оствареној километражи возила, преузетих из информационог система предузећа. Резултати испитивања су приказани у табелама 7., 8. и 9., по испитним паровима, за посматрани период од 20.08.2023. до 03.09.2023. године.

Из овако приказаних података јасно се може уочити да су у већини случајева возила чија је потрошња праћена, мењала линије и поласке у односу на планиране по распореду рада, што свакако утиче на резултате потрошње горива. Због тога је извршена редукција података тако да подаци за дане када је било одступања од планираног распореда рада возила нису узимани у разматрање. На овај начин за разматрање узети подаци:

- за аутобус гаражног броја 3430 за дане 20., 21., 22., 23., 24., 25, 26., 27., 30., 31.08.2023. године и 01.09.2023. године (као и у табели 1.);
- за аутобус гаражног броја 3432 за дане 20., 21., 22., 23., 24., 25, 26., 27., 28., 29., 30., 31.08.2023. године и 01.09.2023. године (као и у табели 2.);
- за аутобус гаражног броја 3467 за дане 20., 21., 22., 23., 25, 26., 27., 28., 29., 30., 31.08.2023. године и 01., 02., и 03.09.2023. године (као и у табели 3.);
- за аутобус гаражног броја 3437 за дане 20., 21., 22., 23., 25, 26., 27., 28., 29., 30., 31.08.2023. године и 01., 02. и 03.09.2023. године (као и у табели 4.);
- за аутобус гаражног броја 3144 за дане 21., 22., 23., 24., 25, 26., 27., 28., 30., 31.08.2023. године и 03.09.2023. године (као и у табели 5.);
- за аутобус гаражног броја 3155 за дане 20., 21., 23., 24., 25, 26., 27., 29., 30., 31.08.2023. године и 02. и 03.09.2023. године (као и у табели 6.).

На основу овако редукованих података добијени су резултати просечне потрошње горива приказани у табели 10., који се могу упоређивати са подацима донијеним методом 1.

Табела 7. Резултати мерења потрошње горива испитног пара аутобуса 3430-3432 по испитној методи 2

гар.бр.	3430				3432			
тип возила	HIGER KLQ6129GQ1				HIGER KLQ6129GQ1			
	полазак /линија	пређени пут	доливно гориво	просечна потрошња	полазак /линија	пређени пут	доливно гориво	просечна потрошња
датум		[km]	[L]	[L/100km]		[km]	[L]	[L/100km]
20.8.2023	1/105	484,00	223,90	46,26	2/105	479,00	219,50	45,82
21.8.2023	1/105	483,00	219,50	45,45	2/105	326,00	157,70	48,37
22.8.2023	1/105	479,00	217,01	45,30	2/105	326,00	149,50	45,86
23.8.2023	1/105, 1/104	434,00	216,94	49,99	2/105	325,00	146,27	45,01
24.8.2023	1/105	479,00	224,00	46,76	2/105	326,00	160,89	49,35
25.8.2023	1/105, 3/105	460,00	224,41	48,78		423,00	188,51	44,57
26.8.2023	1/105	198,00	101,50	51,26	2/105	479,00	219,00	45,72
27.8.2023	1/105	475,00	213,01	44,84	2/105	480,00	204,00	42,50
28.8.2023		0,00	0,00	0,00	2/105	325,00	171,00	52,62
29.8.2023		0,00	0,00	0,00	2/105	325,00	141,00	43,38
30.8.2023	икарбус	40,00	39,01	97,53	2/105	325,00	136,00	41,85
31.8.2023	1/105	445,00	196,01	44,05	2/105	326,00	120,00	36,81
1.9.2023	10/96	131,00	71,02	54,21	9/96	131,00	76,56	58,44
2.9.2023	9/96	102,00	49,50	48,53		0,00	0,00	0,00
3.9.2023	3/31	27,00	20,05	74,26		0,00	0,00	0,00
укупно		4.237,00	2.015,86	47,58		4.596,00	2.089,93	45,47

Табела 8. Резултати мерења потрошње горива испитног пара аутобуса 3437-3467 по испитној методи 2

гар.бр.	3437				3467			
тип возила	HIGER KLQ6129GQ1				HIGER KLQ6129GQ1			
	полазак /линија	пређени пут	доливно гориво	просечна потрошња	полазак /линија	пређени пут	доливно гориво	просечна потрошња
датум		[km]	[L]	[L/100km]		[km]	[L]	[L/100km]
20.8.2023	5/96	345,00	166,85	48,36	6/96	341,00	171,00	50,15
21.8.2023	7/96	319,00	160,03	50,17	6/96	248,00	154,62	62,35
22.8.2023	7/96	320,00	168,29	52,59	6/96	248,00	140,00	56,45
23.8.2023	7/96	320,00	154,42	48,26	6/96	250,00	145,71	58,28
24.8.2023		0,00	0,00	0,00	6/96	153,00	85,00	55,56
25.8.2023	7/96	320,00	151,03	47,20	6/96, 2/105Л	344,00	186,00	54,07
26.8.2023	5/96	345,00	163,00	47,25	6/96	341,00	162,02	47,51
27.8.2023	5/96, 2/106	340,00	171,00	50,29	6/96	342,00	193,01	56,44
28.8.2023	7/96	320,00	185,00	57,81	6/96, 2/105Л	343,00	188,03	54,82
29.8.2023	7/96	320,00	161,00	50,31	6/96, 2/105Л	344,00	176,00	51,16
30.8.2023	7/96	250,00	122,00	48,80	6/96	250,00	126,00	50,40
31.8.2023	7/96	319,00	155,00	48,59	6/96	226,00	130,00	57,52
1.9.2023	5/96	298,00	134,06	44,99	6/96	321,00	157,00	48,91
2.9.2023	5/96	275,00	109,01	39,64	6/96	324,00	166,50	51,39
3.9.2023	5/96	276,00	142,00	51,45	4/96, 2/105Л	340,00	168,01	49,41
укупно		4.367,00	2.142,69	49,07		4.415,00	2.348,90	53,2



Табела 9. Резултати мерења потрошње горива испитног пара аутобуса 3437-3467 по испитној методи 2

гар.бр.	3144				3155			
тип возила	Solaris				Solaris			
	полазак /линија	пређени пут	доливено гориво	просечна потрошња	полазак /линија	пређени пут	доливено гориво	просечна потрошња
датум		[km]	[L]	[L/100km]		[km]	[L]	[L/100km]
20.8.2023	4/101	169,00	112,00	66,27	3/101	135,00	71,05	52,63
21.8.2023	4/101	223,00	147,02	65,93	3/101	263,00	167,24	63,59
22.8.2023	4/101	463,00	265,00	57,24		0,00	0,00	0,00
23.8.2023	4/101	461,00	265,00	57,48	3/101	454,00	291,00	64,10
24.8.2023	4/101	461,00	259,00	56,18	3/101	487,00	285,00	58,52
25.8.2023	3/101, 6/23	299,00	200,00	66,89	4/101, 1/106, 3/108, 16/16	164,00	104,00	63,41
26.8.2023	3/101	75,00	49,04	65,39	4/101, 2/101	423,00	256,01	60,52
27.8.2023	3/101	208,00	77,00	37,02	4/101	378,00	226,20	59,84
28.8.2023	3/101, 2/108	162,00	93,03	57,43	3/101	102,00	75,66	74,18
29.8.2023	гар-Лешће, 15/31	47,00	70,00	148,94	4/101	392,00	197,01	50,26
30.8.2023	18/16, 8/16	171,00	124,00	72,51	4/101	71,00	50,02	70,45
31.8.2023	3/101, 18/16	187,00	105,00	56,15	4/101	456,00	240,00	52,63
1.9.2023	4/101	139,00	69,01	49,65	19/16, 8/77	63,00	62,09	98,56
2.9.2023		0,00	0,00	0,00	3/101	467,00	250,00	53,53
3.9.2023	4/101	105,00	45,00	42,86	3/101, 1/108	482,00	254,03	52,70
укупно		3.170,00	1.880,10	59,31		4.337,00	2.529,31	58,32

Табела 10. Резултати мерења потрошње горива по испитној методи 2 са редукованим подацима

	Пређени километри [km]	Сипано гориво [L]	Просечна потрошња [L/100km]
Higer, г.б 3430	4.004,00	1.895,34	47,34
Higer, г.б 3432	4.596,00	2.089,93	45,47
Higer, г.б 3467	4.262,00	2.263,90	53,12
Higer, г.б 3437	4.367,00	2142,00	49,07
Solaris, г.б 3144	3.170,00	1.895,11	59,78
Solaris, г.б 3155	4.337,00	2.535,31	58,46

На основу резултата мерења на линији 105, применом методе 2 са редукованим подацима добијено је да аутобус Higer г.б. 3432 у који је био постављен CFSS је остварио просечну потрошњу од 45.47 [L/100km] док је аутобус Higer г.б. 3430 остварио просечну потрошњу од 47.34 [L/100km]. Произилази да је аутобус Higer г.б 3432 са CFSS имао мању просечну потрошњу горива за 3.95 %.

На линији 96, аутобус Higer г.б 3437 у који је био постављен CFSS је остварио просечну потрошњу од 49.07 [L/100km] док је аутобус Higer г.б 3467 остварио просечну потрошњу од 53.12 [L/100km] по методологији 2 са редукованим подацима. Изказано у процентима аутобус Higer г.б 3437 са CFSS имао је мању просечну потрошњу горива за 7.62 %.

На линији 101, аутобус Solaris г.б 3155 у који је био постављен CFSS је остварио просечну потрошњу од 58.46 [L/100km] док је аутобус Solaris г.б 3144 остварио просечну потрошњу од 59.78 [L/100km] по методологији 2 са редукованим подацима. Изказано у процентима аутобус Solaris г.б 3155 са CFSS имао је мању просечну потрошњу горива за 2.22 %.

Анализа резултата мерења добијених по испитним методама 1 и 2

Из приказаних резултата мерења потрошње горива који су урађени по испитним методологијама 1 и 2 види се да добијени резултати на линијама 105 и 96 где су упоређене потрошње горива возила са CFSS и без (г.б 3432, г.б 3430) и (г.б 3437, г.б 3467) имају висок степен подудараности, док на линији 101 за аутобусе г.б 3155 и г.б 3144 постоји значајна разлика јер је по методи 1 уштеда на аутобусу г.б.3155 са CFSS је 6.83% а према методи 2 са редукованим подацима уштеда је 2.22%.

На основу праћења возила помоћу GPS опреме и праћења параметара рада мотора и возила по методи 1, очигледно је да је аутобус г.б 3155 са CFSS током целог испитног периода тестирања током боравка у гаражи Карабурма веома често прекомерно радио у месту што је систем идентификовао, при чему је та количина утрошеног горива улазила у укупни биланс потрошеног горива за анализирани период који су коришћени по методи 2 са редукованим подацима која не узима у обзир прекомерни рад возила у месту, што је код аутобуса са гаражним бројем 3155 довело до значајне разлике у резултатима добијеним применом ове две методе.

Критеријум за прекомерни рад у месту, је рад у месту без промене броја обртаја или кретања у периоду дужем од 30 минута. Само код аутобуса са г.б. 3155 током теста примећен је прекомерни рад у месту док код осталих возила није регистрован, у табели 8. је приказан број ситуација у којима детектован прекомеран рад у месту.

Табела 8. Прекомерни рад у месту испитиваних возила

Прекомерни рад у месту	
Гаражни број	Број регистрованих случајева прекомерног рада у месту
3430	0
3432	0
3437	0
3467	0
3144	0
3155	13

У наредној табели дат је пример прекомерног рада аутобуса г.б 3155 у месту који је забележен дана 20.8.2023. године.

Табела 9.

C2 Solaris

Возило: 3155

Рег.број: BG1816JV

Датум	Потрошено гориво [lit.]	Пређени километри [km]	Укупни часови рада мотора	Часовна потрошња [lit/h]	Рад мотора у месту (Idling) [h]	Рад мотора у месту (Idling) [%]
20.08.2023	5.4	0.5	1.3	4.15	1.2	87.5%
Укупно:	5.4	0.5	1.3	4.15	1.2	87.5%

Наведени пример није узет у анализу потрошње горива током испитног периода за аутобус г.б 3155 по методи 1, док је по испитној методи 2 са редукованим подацима обухваћен што је утицало да просечна потрошња за г.б 3155 по испитној методи 2 буде значајно већа.

Детаљна анализа рада возила г.б 3155 са упаљеним мотором у месту током боравка у гаражи Карабурма приказано је у наредној табели 10.

Табела 10. Аутобус г.б 3155, рад у месту са упаљеним мотором

Датум	Прекомерни рад у месту [km] [L]		Потрошено гориво [lit]	Пређени километри [km]	Просечна потрошња [L/100km]
20.08.	0.5	5.4	59.3	131.5	45.10
21.08.	1	11.1	157.9	263.1	60.02
23.08.	0	5.9	258.1	422.8	61.05
24.08.	0.2	2.8	257	438.1	58.66
25.08.			225.5	469	48.08
26.08.			260.3	442.2	58.86
27.08.	0.1	4	213.5	377.9	56.50
29.08.			193.3	389.2	49.67
31.08.	0	9.9	241.5	455.8	52.98
02.09.			246.6	464.8	53.06
03.09.			243.6	484.6	50.27
укупно	1.8	39.1	2356.6	4339	54.31

Из табеле се види да је током испитног периода аутобус г.б 3155 потрошио 39.1 L горива приликом рада возила у месту са упаљеним мотором, тачније возило је прешло само 1.8 km. Ако се изврши компензација непотребно утрошеног горива на нивоу дана како је приказано у табели 10, произилази да је просечна потрошња аутобуса г.б 3155 са CFSS у испитном периоду 54.31 [L/100km].

Када добијену вредност просечне потрошње горива од 54.31 [L/100km] за аутобус г.б 3155 са CFSS сада упоредимо са просечном потрошњом горива за аутобус г.б 3144 без CFSS која је износила 59.47 [L/100km], по методологији 1 (табела 5), произилази да је аутобус г.б 3155 са CFSS имао реално смањење од 8.67%, са статистичким значајем јер је вредност променљиве $|t|=2.114$ има већу вредност од граничне вредности, $t_{0.05}^{k=20}=2.086$,

Ако извршимо поређење са резултатима просечне потрошње горива за г.б 3144 по методологији 2 са редукованим подацима (табела 10) где је аутобус г.б 3144 остварио потрошњу од 59,78 [L/100km] следи да је аутобус г.б 3155 имао смањење од 9.14%.

Табела 11. Упредни приказ резултата просечне потрошње горива за аутобусе г.б 3144 и 3155

	Гаражни број		Уштеда [%]
	3144	3155	
Просечна потрошња по методологији 2 са редукованим подацима [L/100km]	59.78	58.46	-2.22
Просечна потрошња умањена за прекомерни рад у месту [L/100km]	59.78	54.31	-9.14

Еколошки ефекти примене реформулатора горива

Емисије штетних издувних гасова: угљен-моноксид (CO), угљо-водоници (C_xH_y), азотни-оксиди (NO_x), суспендоване микро-честице (PM_{5,10}) и емисије угљен-диоксида (CO₂), које настају у процесу сагоревања дизел горива у мотору у директној су пропорцији са количином потрошеног горива посматрано на нивоу једног аутобуса или групе возила. Добијени резултати мање потрошње дизел горива код аутобуса где је био уграђен CFSS имају утицај на мању емисију штетних издувних гасова и угљен-диоксида у односу на аутобусе на којима није био постављен реформулатор горива. У наредној табели дат је приказ прорачуна емисије штетних гасова и угљен-диоксида на годишњем нивоу на примеру аутобуса Higer г.б. 3467 и г.б. 3437 који су радили на линији 96, под претпоставком да возила прелазе 80.000 km годишње. Прорачун је урађен на основу оставрених потрошњи горива која је измерена по методологији 1 и еколошких перформанси мотора ЕУРО 6 који су уграђени у оба возила.

Табела 12. Упоредни приказ годишње емисије штетних гасова и CO₂ за аутобусе Higer г.б. 3467 и г.б. 3437

	Higer, г.б. 3467 (kg/god.)	Higer, г.б. 3437 (kg/god.)	Смањење емисије %
CO	632.80	579.20	-8.5
C _x H _y	25.60	23.20	-9.4
NO _x	72.80	66.40	-8.8
PM _{5,10}	1.60	1.44	-10.0
CO ₂	112456	102968	-8.4

Код аутобуса Higer г.б. 3437 на ком је био уграђен CFSS остварују се ниже емисије штетних гасова и угљен-диоксида у дијапазону од 8.4% до 10.0% зависно од полутанта како је приказано у табели 10.

Закључак

На основу спроведеног тестирања CFSS које је спроведено од 20.8.2023. године до 03.09.2023. године на три аутобуса ЈКП ГСП Београд од стране стручног тима "Comet Consulting Group d.o. O" и стручног тима ЈКП ГСП Београд може се закључити:

- На сва три аутобуса (г.б. 3432, г.б. 3437 и г.б. 3155) у којима је био постављен CFSS остварена је мања просечна потрошња горива посматрано респектабилно у односу на аутобусе (г.б. 3430, 3467 и 3144) који су радили у идентичним експлоатационим условима на линијама 105, 96 и 101, на основу обе примењене методологије мерења. Према методологији 1. за аутобусе (г.б. 3432, 3437 и 3155) процентуално смањење просечне потрошње горива је 5.16%, 8.44%, 8.67% посматрано респектабилно у односу на аутобусе (г.б. 3430, 3467 и 3144) има статистички значај. Према методологији 2. процентуално смањење је 3.95%, 7.62%, 2.22%. На основу додатне анализе где је узето у обзир прекомерни рад аутобуса г.б. 3155 са упаљеним мотором у месту у гаражи Карабурма, доказано је да је смањење потрошње горива у односу на аутобус г.б. 3144 за 9.14% посматрано по методи 2.

- Поред смањења потрошње горива ефекат примене система за реформулацију горива **"Comet fuel saving system"** имао би позитиван ефекат и на смањење емисије угљен-диоксида (CO_2) и штетних гасова: угљен-моноксид (CO), азотни-оксиди (NO_x), суспендоване честице ($\text{PM}_{5,10}$), као последица мање количине утрошеног горива.

- Смањење потрошње горива код аутобуса који би били опремљени системом за реформулацију горива **"Comet fuel saving system"** одразио би се на значајне финансијске уштеде које је могуће остварити применом овог система на већем броју аутобуса.

Добијени резултати спроведеног испитивања на посматраном узорку од три аутобуса, у временском периоду од 14 дана, показују да потенцијално смањење просечне потрошње горива по аутобусу може да се креће у распону од **5 % до 8 %**.

Уколико би се остварила потенцијална уштеда од 5 % по аутобусу на месечном нивоу, на бази реализованих 8.000 километара по аутобусу месечно, могућа је уштеда од око 200 литара дизел горива, што би на годишњем нивоу износило око 2.400 литара дизел горива. За потенцијалну уштеду од 8 %, могућа потенцијална уштеда би износила око 310 литара дизел горива месечно односно око 3.700 литара на годишњем нивоу.

Уколико би посматрали могућу потенцијалну годишњу уштеду за један аутобус, на бази просечне месечне километраже од 8.000 км, могућа финансијска уштеда по тренутно важећим ценама дизел горива би се кретала у распону од 500.000 динара (за 5 % потенцијалног смањења просечне потрошње горива) до 750.000 динара (за 8 % потенцијалне уштеде).

Извештај о резултатима испитивања уређаја за реформулацију горива **"Comet fuel saving system"** у ЈКП ГСП "Београд" који је спроведен у периоду 20.8-03.09.2023.године одобрен је од :

ЈКП ГСП "Београд"
стручни тим

"Comet Consulting Group d.o.o"

1. дипл.маш.инг. Иван Стојановић



2. дипл.маш.инг. Жељко Ковачевић



3. струк. мастер инж. саоб. Владан Младеновић



дип.инф. Горан Лазин

