

¹Marija Sigurnjak, ¹Elvira Vidović, ²Maja Fabulić Ruszkowski

¹Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Marulićev trg 19

² INA-Industrija nafte d.d., Lovinčićeva 4, Zagreb

marijas@fkit.hr

UVOD

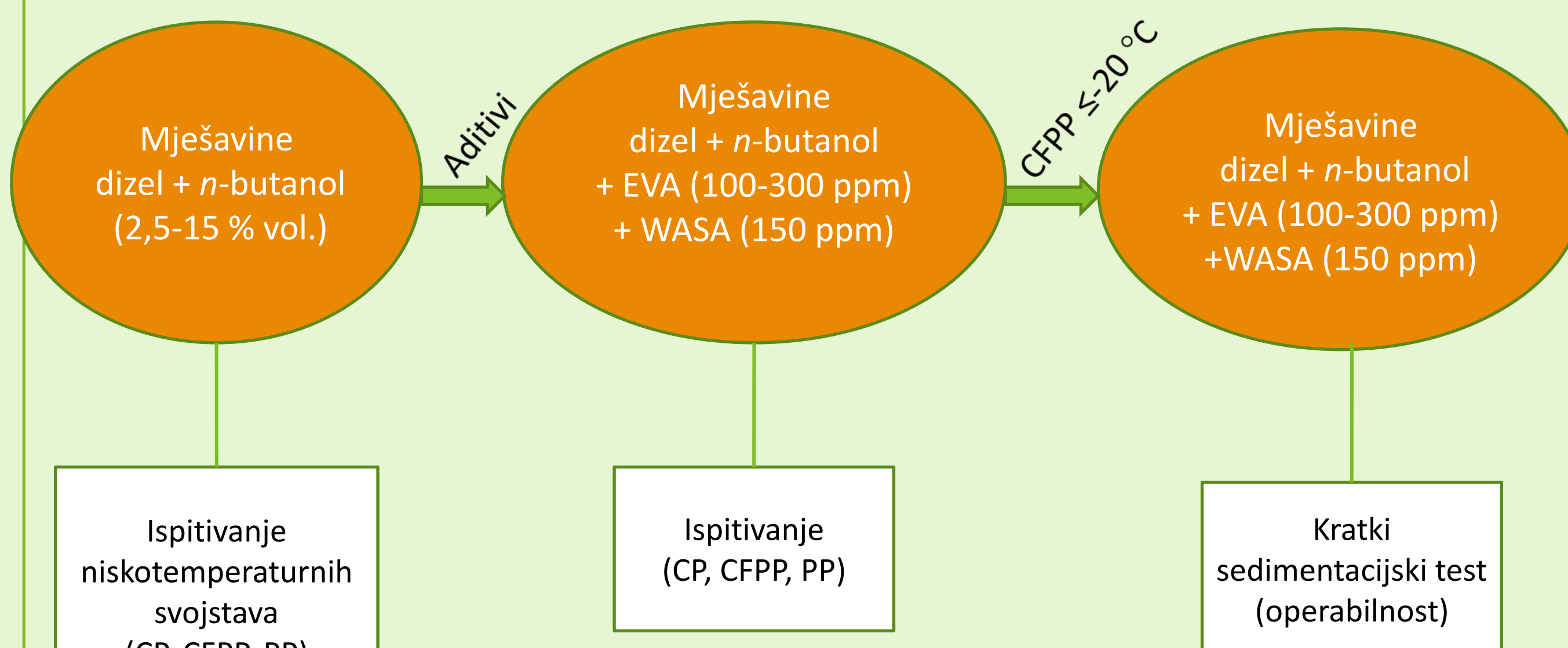
Sve veća potražnja za energijom i potreba za ekološki prihvatljivijim gorivima koja bi zamijenila za okoliš štetna fosilna goriva glavni su pokretači brojnih istraživanja alternativnih goriva. Biogoriva su najpopularnija alternativna goriva na tržištu, a uključuju sva plinovita ili kapljevitna goriva koja su dobivena iz biomase. Vrlo obećavajuće biogorivo za pogon motora je biobutanol, obnovljivo gorivo koje se može proizvesti alkoholnom fermentacijom biomase. Namješavanjem *n*-butanola u dizelsko gorivo može se postići smanjenje emisija, CO₂, NO_x spojeva i čestica pri izgaranju.

EKSPERIMENTALNI DIO

Za provedbu eksperimenata pripremljene su mješavine dizelskog goriva i *n*-butanola u udjelima od 2,5 do 15 % vol. u koje su namješavana dva komercijalna aditiva, aditiv za poboljšanje tečenja na bazi poli (etilen-vinil acetata) (EVA) te aditiv disperzant parafina (WASA).

U Laboratoriju za kontrolu kvalitete naftnih proizvoda (INA d.d.-Industrija nafte) provedena su ispitivanja gustoće, točke tečenja (PP), točke filtrabilnosti (CFPP), točke zamućenja (CP) te operabilnost (OP) mješavina dizelskog goriva i *n*-butanola bez i uz dodatak komercijalnih EVA i WASA aditiva.

Na FKIT-u su provedena mjerenja diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom (DSC) kako bi se ispitalo utjecaj *n*-butanola na kristalizaciju parafina dizelskom gorivu.



DSC analiza



Slika 1. Automatski analizator za određivanje točke filtrabilnosti (Herzog HCP 842)



Slika 2. Diferencijalni pretražni kalorimetar Mettler Toledo DSC823^e

ZAKLJUČAK

- Dodatak *n*-butanola u različitom udjelu (2,5 – 15 % vol.) u dizelsko gorivo nema utjecaja na niskotemperaturna svojstva mješavina
- Dodatak EVA i WASA aditiva mješavinama dizelskog goriva i *n*-butanola uzrokuje značajno smanjenje vrijednosti točke filtrabilnosti i točke tečenja, dok nema utjecaja na vrijednost točke zamućenja
- U aditiviranim uzorcima s najmanjim sadržajem *n*-butanola (2,5 i 5 % vol.) zabilježeno je značajno smanjenje točke filtrabilnosti; daljnjim povećanjem sadržaja *n*-butanola (7,5, 10 i 15 % vol.) smanjenje vrijednosti točke filtrabilnosti je manje izraženo
- Dodatak *n*-butanola značajno pogoršava operabilnost mješavina; vrijednosti su se smanjile s -9 °C (čisto dizelsko gorivo nakon testa) na -1,4 °C (5 % vol. *n*-butanola), -3,1 °C (10 % vol. *n*-butanola)
- U mješavinama djelovanja između molekula *n*-butanola i molekula parafina viših molekulskih masa uzrokuju povišenje temperature početka kristalizacije, osim uzorka sa 7,5 % vol. *n*-butanola
- U mješavini s udjelom *n*-butanola 7,5 % vol. postignuta je veća homogenost koja se očituje u zabilježenom samo 1 vrhu;
- Kratki sedimentacijski test ukazuje na izrazitu nekompatibilnost sustava te bi za daljnja istraživanja trebalo koristiti drugačiji tip aditiva kako bi se postigla zadovoljavajuća operabilnost

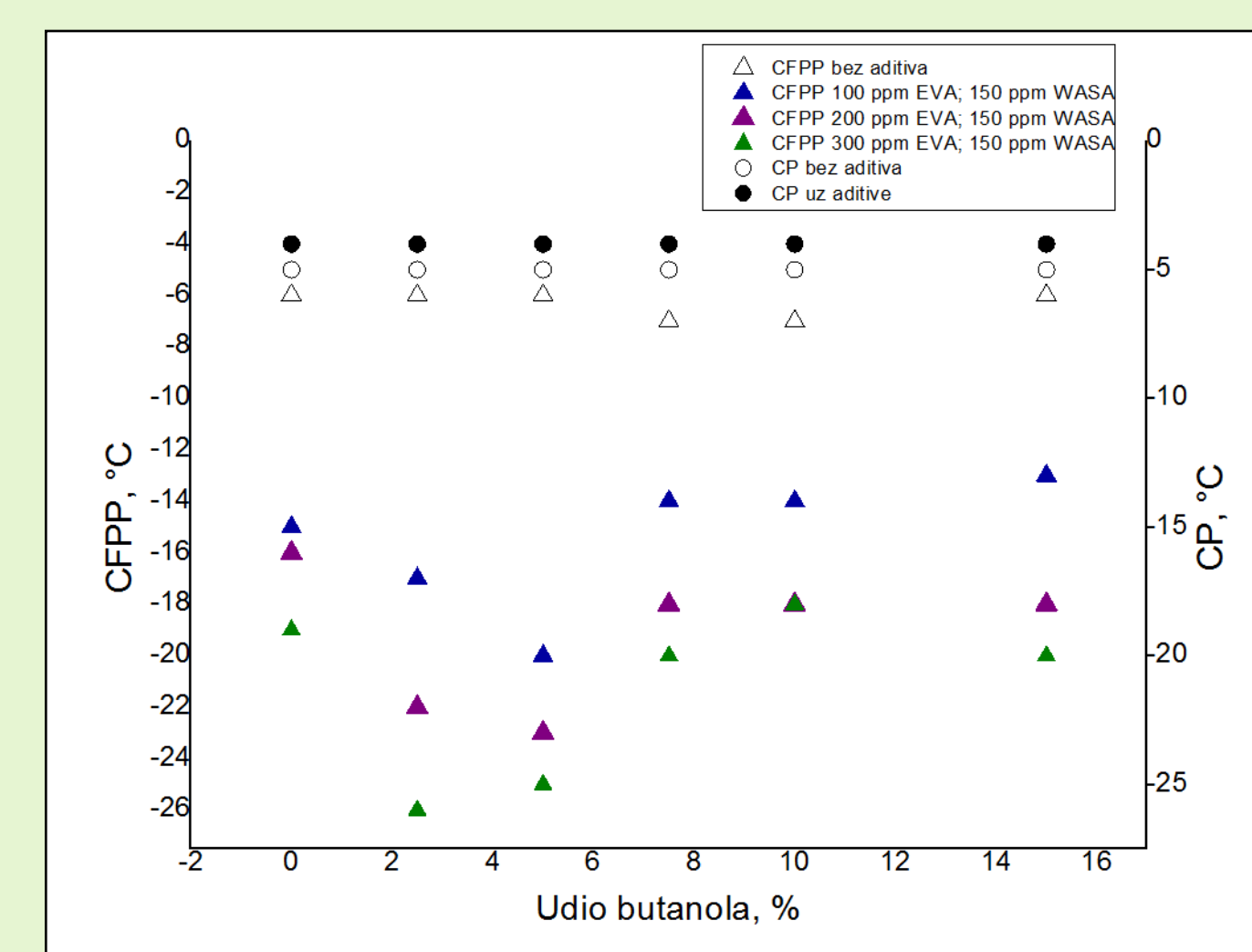
REZULTATI

Tablica 1. Gustoća i niskotemperaturna svojstva dvokomponentnih mješavina dizelskog goriva i *n*-butanola

Udio <i>n</i> -butanola, % vol.	0	2,5	5	7,5	10	15
Gustoća, kg m ⁻³	833,2	833,1	833,0	833,0	832,9	832,8
Točka zamućenja, °C	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Točka filtrabilnosti °C	-6	-6	-6	-7	-7	-6
Točka tečenja, °C	-21	-18	-18	-18	-18	-18

Svojstva mješavina dizelskog goriva s različitim udjelima *n*-butanola prikazana su u tablici 1. Dodatak *n*-butanola ne utječe na niskotemperaturna svojstva mješavina.

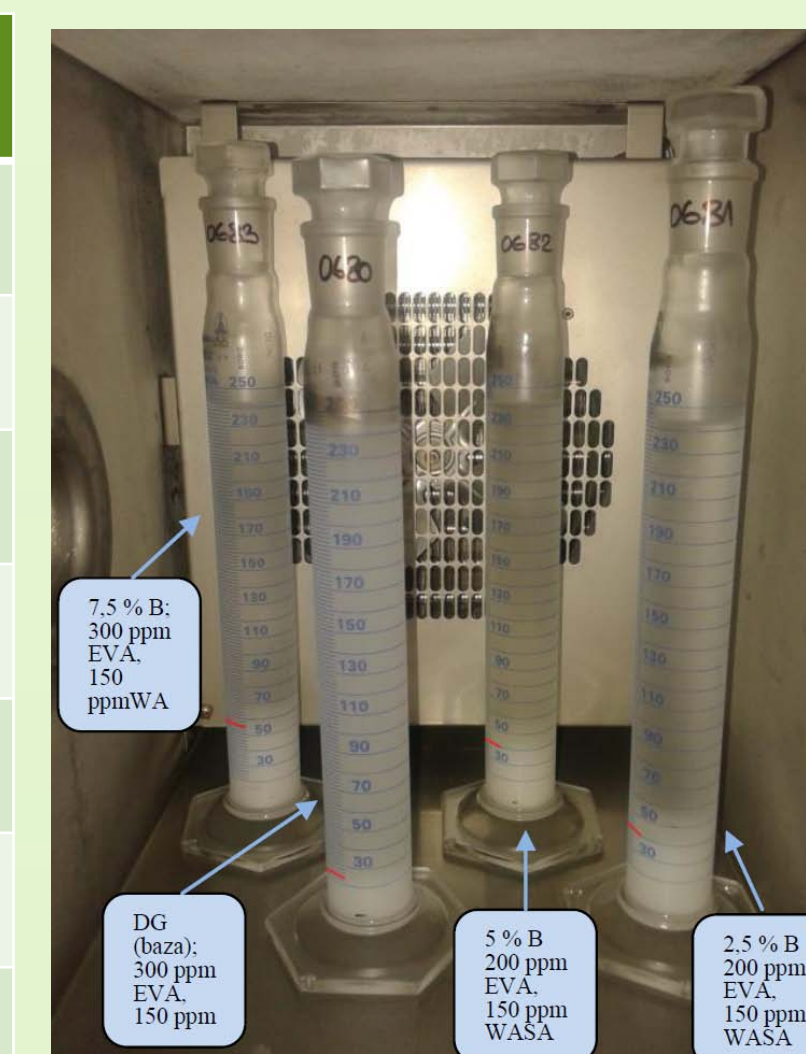
Na slici 3. grafički je prikazana promjena točke filtrabilnosti (CFPP) i točke zamućenja (CP) promjenom udjela *n*-butanola bez i uz dodatak aditiva. Dodatak aditiva ne utječe na promjenu vrijednosti točke zamućenja. Vrijednosti točke filtrabilnosti su se smanjile u svim mješavinama dodatkom EVA i WASA aditiva te se porastom koncentracije EVA aditiva dalje smanjuju.



Slika 3. Grafički prikaz promjene točke filtrabilnosti (CFPP) i točke zamućenja (CP) promjenom koncentracije *n*-butanola uz dodatak aditiva

Tablica 2. Promjena točke zamućenja nakon kratkog sedimentacijskog testa i operabilnost mješavina (DG - dizelsko gorivo; B - *n*-butanol)

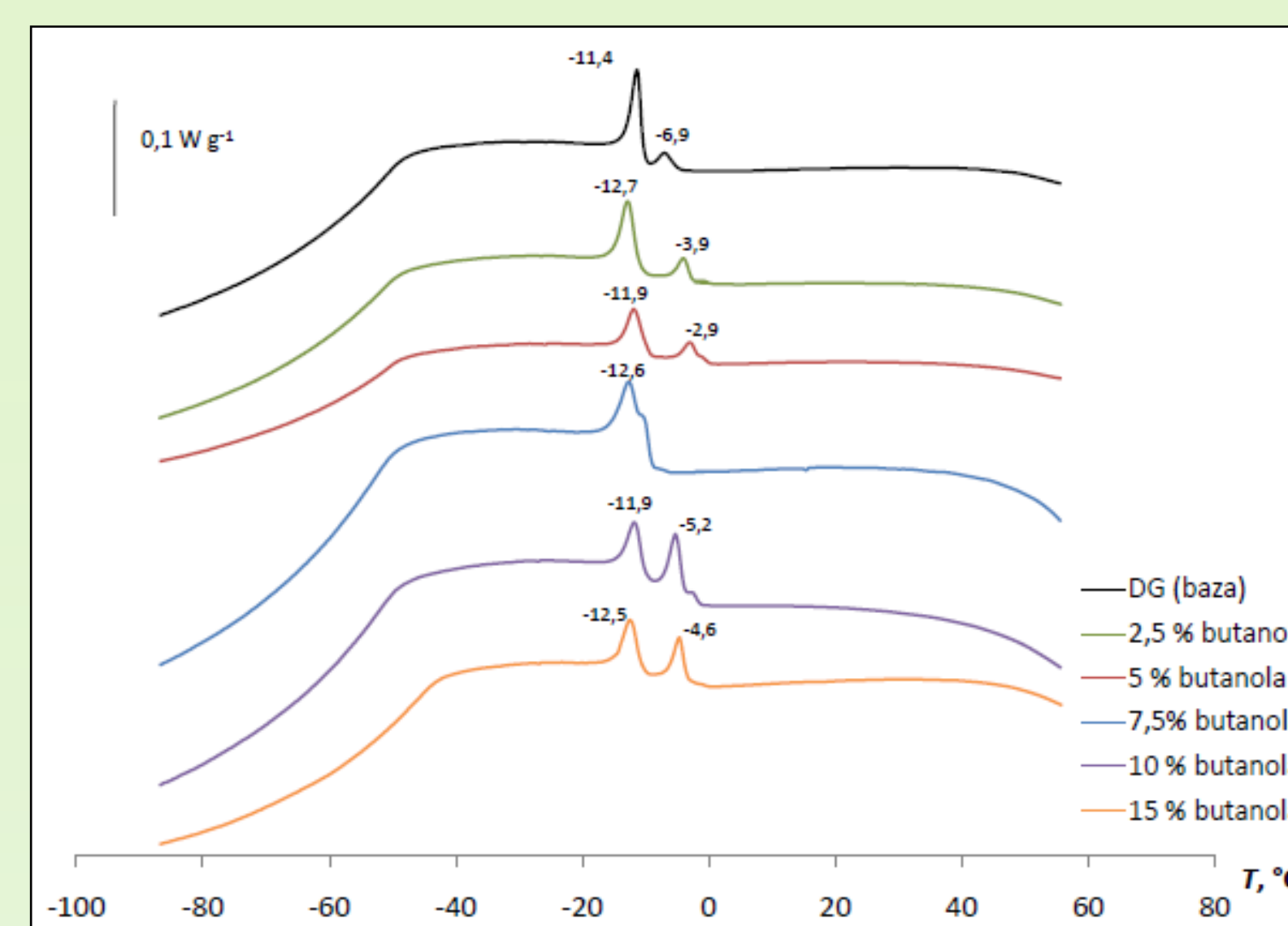
Uzorak	Točka zamućenja, °C		Točka filtrabilnosti, °C		Operabilnost, °C
	Prije testa	Poslije testa	Prije testa	Poslije testa	
DG + 300 ppm EVA + 150 ppm WASA	-5	1	-22	-19	-9,0
2,5 % B + 200 ppm EVA + 150 ppm WASA	-4	8	-21	2	-1,4
5 % B + 200 ppm EVA + 150 ppm WASA	-4	8	-20	-1	-1,8
7,5 % B + 300 ppm EVA + 150 ppm WASA	-4	8	-21	-1	-1,4
10 % B + 300 ppm EVA + 150 ppm WASA	-4	7	-22	-1	-3,1
15 % B + 300 ppm EVA + 150 ppm WASA	-4	8	-23	-1	-2,6



Slika 4. Fotografija uzoraka mješavina nakon Aral testa

Nakon kratkog sedimentacijskog testa (Aral test) određena je operabilnost mješavina (tablica 2, slika 4).

Na slici 5. prikazane su krivulje čistog dizelskog goriva te mješavina dizelskog goriva i *n*-butanola različite koncentracije (od 2,5 do 15 % vol.) dobivene diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom.



Slika 5. DSC krivulje dizelskog goriva uz dodatak *n*-butanola (hlađenje)

LITERATURA

1. C. Jin, M. Yao, H. Liuc, C. F. Leed, J. Ji, *Progress in the production and application of n-butanol as a biofuel*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (2011) 4080–4106
2. S. Kumar, J. H. Cho, J. Park, Il Moon, *Advances in diesel-alcohol blends and their effects on the performance and emissions of diesel engines*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 22 (2013) 46–72