

# BIODIZEL - REGULATIVA I SMJEROVI PROIZVODNJE

*mr. sc. Bernard-Luka BARAKA, dipl. ing.*

*Biodizel - što donosi, a što odnosi? Na pragu je njegova komercijalna uporaba u Hrvatskoj, no je li Hrvatska spremna za to (i kroz regulativu i kroz svijest korisnika)? Biodizel je definitivno budućnost, ali je smjer te budućnosti nužno ispravno definirati.*

## Povijest biodizela

Ideja proizvodnje biodizela potječe još s kraja 19. stoljeća. Prva transesterifikacija (kemijska reakcija kojom iz biljnog ili životinjskog ulja, odnosno masti i metanola uz prisutnost katalizatora nastaje metilni ester, odnosno biodizel i glicerol s nusproizvodima) najvjerojatnije je izvedena 1853. godine, kada su dva znanstvenika (E. DUFFY i J. PATRICK) izrađivala sapun. Za samu ideju korištenja biodizela kao supstituta fosilnom gorivu i za komercijalizaciju procesa proizvodnje biodizela najzaslužniji je konstruktor dizelskih motora, Rudolf DIESEL (1858. - 1913) koji se i navodi kao izumitelj biodizela i dizelskog (Dieselovog) motora. U veljači 1892. godine Diesel je svoj izum prijavio patentnom zavodu i zaštitio ga, a već godinu dana kasnije započela je proizvodnja prema njegovim nacrtima. Godine 1912. izjavio je: 'Uporaba biljnih ulja za pokretanje motora s unutarnjim izgaranjem može se činiti nevažnom u današnje vrijeme, ali takvo gorivo s vremenom može postati važno kao i proizvodi od fosilnih goriva danas.'

Sve do 2. svjetskog rata biljna ulja su se koristila kao gorivo za pogon motora kopnenih vozila i brodova svih vrsta. Međutim, nakon rata, dijelom zbog tehnološkog razvoja dizelskih motora, a još više zbog politike vodećih industrijskih zemalja koje su gospodarski razvoj temeljile na jeftinoj nafti došlo je do potiskivanja razvoja biodizela nastavilo se sve do velike naftne krize ranih sedamdesetih godina prošlog stoljeća, kada se biodizel ponovo spominje kao alternativa naftnim derivatima. Tada se njegovim razvojem počinju baviti zemlje koje nisu imale utjecaj na svjetsku politiku i naftu (Australija i Novi Zeland). Za te je zemlje pronalazak alternative fosilnim gorivima bilo pitanje opstanka i gospodarskog razvoja. Stoga je upravo u njihovim laboratorijima nastao suvremeni biodizel, odnosno alternativni energent koji je ekvivalentan gorivu fosilnog porijekla, ali značajno ma-

nje štetan za okoliš. Tek potom uslijedili su pokusi i razvoj u SAD-u i europskim zemljama.

## Općenito o biodizelu

Prema članku 4. Uredbe o kakvoći biogoriva (NN 141/2005), biodizel je: 'metilni ester masnih kiselina (FAME) koji se proizvodi od biljnog ili životinjskog ulja, koji ima svojstva dizela, da bi se koristio kao biogorivo'. Pojednostavljeno rečeno, biodizel je obnovljivo i biorazgradivo gorivo koje se može proizvesti iz biljnih ulja, životinjskih masti i otpadnog jestivog ulja. Kvaliteta proizvedenog biodizela mora udovoljavati EN 14 214.

U cilju smanjenja emisije štetnih tvari (iz ispušnih plinova) i zaštite okoliša općenito, početkom devedesetih (pa čak i u osamdesetima) aktualizirala se tema proizvodnje biogoriva. Sukladno ideji zaštite okoliša, Europska unija je propisala direktive o minimalnim količinama biogoriva u ukupnoj količini pogonskih goriva. U skladu s time, Vlada je definirala cilj za osiguravanje minimalnog udjela biogoriva i drugih obnovljivih goriva na tržištu za potrebe prijevoza radi zaštite okoliša, a to je do 31. prosinca 2010. godine u promet staviti biogoriva u ukupnom udjelu od 5,75% (prema čl. 14, stavku 1. Uredbe o kakvoći biogoriva). S obzirom na to da će gotovo 100% biogoriva koja se koriste za prijevoz činiti biodizel, može se kazati da se ta odredba o 5,75% odnosi na biodizel. Što bi u prijevodu (s obzirom na činjenicu da Hrvatska troši oko 4,5 mil. t 'bijelih' derivata, odnosno goriva za potrebe prijevoza) značilo da će trebati oko 260 000 t biodizela. To znači da će ga trebati uvoziti ili proizvoditi u tvornicama u Hrvatskoj. S obzirom na to, nužno je donijeti cjelokupnu regulativu (tehničku, pravnu i ekonomsku) o biogorivima jer Hrvatska za sada, osim spomenute Uredbe, još nema zakon o biogorivima. Na taj bi način Hrvatska potencijalnim investitorima olakšala odluku o investiranju u postrojenja za proizvodnju biodizela, a sebi osigurala proizvodnju iz domaćih kapaciteta i dodatni iskorak u energetskom sektoru.

Sukladno smjernicama iz Bruxellesa od siječnja ove godine, EU kao cilj do 2020. godine ima tendenciju povećanja udjela biogoriva na čak 20% u gorivima koja se koriste za potrebe prijevoza jer, između ostalog, time želi osigurati stabilnost investicija u taj sektor i iz njega povećati prihode, uz primarno očuvanje okoliša.

Proizvodni proces biodizela temelji se na reakciji viših nezasićenih masnih kiselina i alkohola (u

proizvodnom procesu najčešće metanola,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ) uz prisutnost alkalnih katalizatora (NaOH ili KOH). Ta se reakcija naziva transesterifikacijom (cijepanjem alkoholom, odnosno tzv. alkoholizom), pri čemu kao nusprodukt nastaje glicerol (tj. tehnički glicerol, ~ 85% čisti ako nema daljnje obrade).

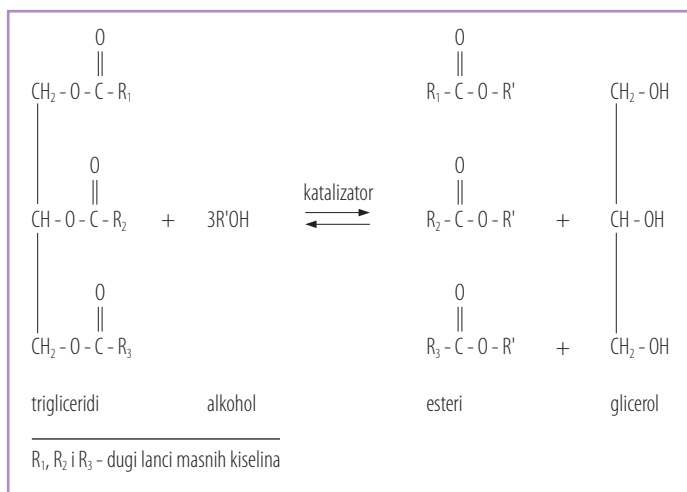
Iako se metanol najčešće primjenjuje (zbog komercijalnih razloga, odnosno zato što alkohol ima najmanju molekularnu masu, polaran je i rašireno industrijsko otapalo), u reakciji transesterifikacije mogu se koristiti i ostali alkoholi (etanol, propanol, butanol itd).

Unatoč činjenici da sirova biljna ulja imaju svojstva slična dizelskom gorivu, njihova dugotrajna uporaba u dizelskim motorima može uzrokovati brojne probleme kao što su formiranje koksa na injektoru, onečišćenje ulja za podmazivanje, stvaranje naslaga i povećanu emisiju štetnih ispušnih plinova. One su prvenstveno posljedica njihove veće viskoznosti u odnosu na dizelsko gorivo (11 - 17 puta) koja štetno utječe na proces ubrizgavanja goriva (trajanje, tlak i raspršivanje) što rezultira povišenjem tlakova i temperatura izgaranja te povećanom emisijom  $\text{NO}_x$  u ispušnim plinovima.

Procesom transesterifikacije smanjuje se viskoznost biljnih ulja jer dolazi do razgradnje viših masnih kiselina u katalitičkoj reakciji s alkoholom te nastaju esteri i glicerol. Reakcija transesterifikacije prikazana je na il. 1, a kemijska struktura glicerola na il. 2.

### Sirovine za proizvodnju biodizela

Izbor sirovine za proizvodnju biodizela ovisi o udjelu poljoprivrednih kultura u pojedinoj zemlji. Kao što je rečeno, sirovine koje se koriste za proizvodnju biodizela (osim raznih aditiva i katalizatora) s teoretskog su aspekta biljna ili korištena jestiva ulja (reciklirano jestivo i ulje za prženje, jestive masti) i životinjske masti. Međutim, s komercijalnog se aspekta u realnoj proizvodnji koriste jedino biljna ulja i to: repičino, sojino, suncokretovo, palmino, jatrofino i ulje od kikirikija. Sirovina je i najvažnija karika u procesu proizvodnje biodizela jer o njoj ovisi i način vođenja procesa u cilju postizanja definirane kvalitete te isplativost proizvodnje. Proizvodni proces biodizela gotovo se odvija po jednadžbi: 1 l ulazne sirovine = 1 l proizvedenog biodizela, tako da je iskoristivost gotovo 100%. Sukladno tome (a uz činjenicu da je za proizvodnju 1 l repičinog ulja potrebno oko 3 kg repičina sjemena te da je količina minimalnog proizvedenog biodizela propisana uredbama koje su vezane za godišnje količine goriva koje se koriste za prijevoz), očito je da se radi o sve većim potrebama za biodizelom, odnosno ulaznim sirovinama, tj. agrarnim površinama za proizvodnju sjemena uljarica. Mnoge su polemike na temu da se poljoprivredne površine



**Ilustracija 1**  
Kemijska shema procesa transesterifikacije triglicerida s alkoholom

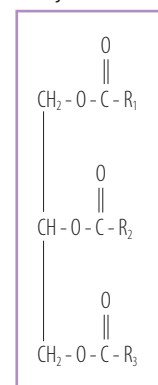
namijenjene za proizvodnju hrane koriste za proizvodnju sjemena uljarica iz kojih se proizvodi biodizel te da se te uljarice ne koriste u prehrambene, nego u energetske svrhe i da prijeti glad. To su nagađanja donesena bez provedenih studija pa ih u ovoj fazi razvoja ne treba promatrati ozbiljno, ali na tragu tih misli treba provesti studije koje će pokazati (ne)istinitost tih ideja. Naglasak pri tome treba staviti na jatrofu. To je biljka koja se ne koristi u prehrambene svrhe (ni ljudske ni životinjske), ne zahtijeva gnojivu ni uporabu pesticida, vrlo je otporna na klimatske uvjete i ne zahtijeva previše vode te je vrlo otporna i na poplave, a može se koristiti i za mnoge druge svrhe (u kozmetičkoj, poljoprivrednoj i medicinskoj industriji). Zbog toga će sigurno biti sirovina za proizvodnju biodizela u budućnosti.

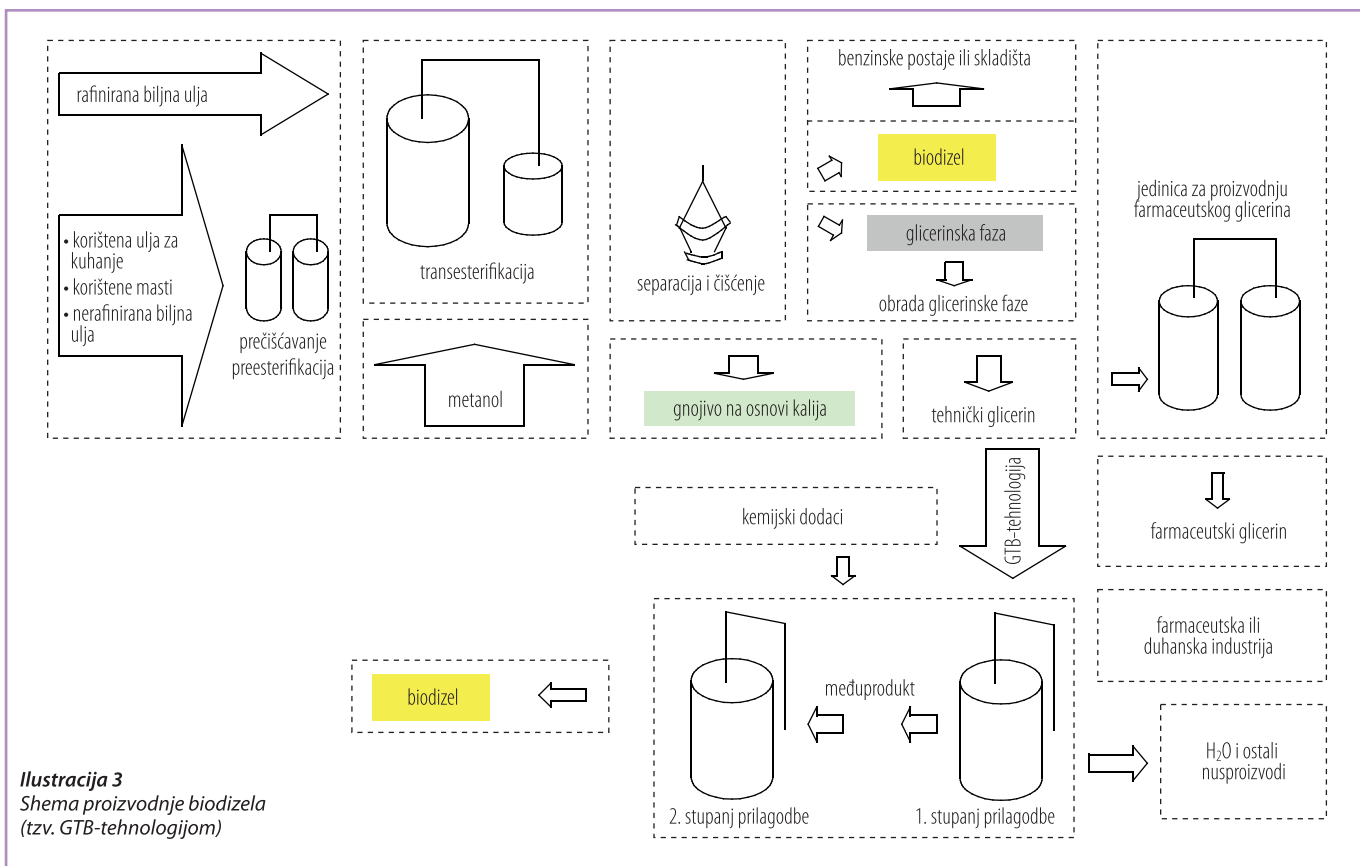
S obzirom na hrvatske prilike i spomenute odnose, u cilju ostvarenja vlastite proizvodnje, bit će nužno uvoziti biljna ulja kao ulazne sirovine jer hrvatske poljoprivredne površine nisu dovoljno velike da se uljarice proizvode u 'vlastitom dvorištu'. S obzirom na to, očito je da je značajan čimbenik isplativosti projekta proizvodnje biodizela logistika, odnosno lokacija postrojenja (u smislu mogućnosti dopreme ulazne sirovine i otpreme gotovih proizvoda).

### Proizvodnja biodizela

Osim logistike, za proces proizvodnje biodizela ključno je definiranje projektnog zadatka u smislu odabira ulazne sirovine i proizvodnog procesa, tj. gotovog proizvoda. Naime, važno je imati polivalentno i fleksibilno postrojenje koje može proizvoditi biodizel od svih uljarica (i međusobnih kombinacija) jer se cijene ulaznih sirovina dosta razlikuju u ovisnosti o stanju na tržištu. Što se gotovog proizvoda tiče, u proizvodnji biodizela nusprodukt je tehnički glicerol koji se može (ovisno o odabranoj tehnologiji) dodatno pročistiti i dobiti u čistoći farmaceutskog glicerina (99,99%) ili ponovno (nakon kemijske prerade), kao aditiv vratiti na početak proizvodnog procesa.

**Ilustracija 2**  
Kemijska struktura glicerola





**Ilustracija 3**  
Shema proizvodnje biodizela  
(tzv. GTB-tehnologijom)

### Proces proizvodnje

Sažeto rečeno, proces proizvodnje biodizela razlikuje se ovisno o odabranoj tehnologiji, ali zajedničko svima je da ulja ulaze u kemijski proces transesterifikacije u kojem se dodaju razni aditivi te separacije, odnosno čišćenja i na kraju dobivanja produkata. Razlika u tehnologijama u načelu je u ulazu u proizvodnju i izlazu iz nje. Naime, određeni ponuđači nude tehnologiju u kojoj se radi pročišćavanje, odnosno preesterifikacija ulja čime se proizvođaču omogućava ulazak s finiranim uljima u proces proizvodnje što omogućava isplativiji i polivalentniji proces, odnosno jeftiniju i jednostavniju nabavu sirovina. Također, neki ponuđači kao izlazni produkt (osim biodizela i gnojiva) nude glicerol farmaceutske čistoće ili čak preradu tehničkog glicerina u aditiv koji se vraća u proces proizvodnje (tzv. GTB-tehnologija, eng. glycerine to biodiesel). Na taj način nema otpadnih sirovina u procesu (poput lecitinske vode koja predstavlja ostatak u proizvodnji glicerina), već je on posve zaokružen (od ulazne sirovine do finalnog proizvoda).

Procesno postrojenje za proizvodnju biodizela se, ovisno o logistici i odabranoj tehnologiji, može sastojati od sljedećih komponenti (il. 3, 4 i 5):

- silosa za skladištenje sjemenki uljarice (ako korisnik uvozi sjemenje uljarice i od njega prešanjem proizvodi ulje)

- postrojenja za prešanje i separaciju ulja (ako korisnik uvozi sjemenje uljarice i od njega prešanjem proizvodi ulje)
- skladišta 'kolača', odnosno hrane za stoku, tj. krutog ostatka separata (ako korisnik uvozi sjemenje uljarice i od njega prešanjem proizvodi ulje)
- skladišta biljnog ulja, aditiva i biodizela (kada je tehnologija takva da se biljna ulja kao ulazna sirovina uvoze, radi se o većim skladišnim kapacitetima za sirovinu koja se uobičajeno projektiraju na 30-dnevne zalihe)
- reaktora (srce proizvodnog sustava, sastoji se od raznih tlačnih posuda u kojima se obavlja proces transesterifikacije, kotla za pripremu tehnološke pare, rashladnog sustava, pumpi za sirovinu i biodizel, dijela za preradu tehničkog glicerina itd)
- postojenja za otpremu biodizela (ovisno o logistici, to može biti punilište u cisterne, vagone ili petrolejski gat)
- laboratorija za kontrolu kvalitete sirovine i biodizela
- centralne upravljačke i kontrolne prostorije.

### Primjena biodizela

Biodizel se u motorima s unutarnjim izgaranjem može koristiti na dva načina:

1. kao dodatak čistom dizelskom gorivu, odnosno uz primješavanje fosilnom gorivu u određenim omjerima (tzv. blendanje)
2. kao čisti biodizel.

Zbog razmjerno male proizvodnje i apsolutno velike potrošnje fosilnih goriva i maloprodajne cijene čistog biodizela koja je gotovo jednaka cijeni eurodizela (npr. u Njemačkoj je razlika u maloprodajnoj cijeni oko 5 eura), češći način korištenja biodizela je primješavanje, odnosno kombinacija s fosilnim gorivom. Najčešći primjeri blendinga su B5, B20, B50 i B100, pri čemu slovo B označava biodizel, a broj njegov udio (odnosno metilnog estera) u mješavini. Dodavanjem metilnog estera poboljšava se mazivost, pri čemu se ne povećava sadržaj sumpora (naime, dizelska goriva fosilnog porijekla sa smanjenim sadržajem sumpora imaju loša mazivna svojstva).

### Prednosti i nedostaci biodizela

Osnovne prednosti i nedostaci biodizela su sljedeće:

- značajno manji rizik pri transportu i skladištenju jer je netoksičan i biorazgradiv za razliku od uobičajenog dizela te se pri njegovom transportu poduzimaju zaštitne mjere kao kod biljnih ulja (međutim, kada se transportira i skladišti mješavina fosilnog i biodizela, poduzimaju se preventivne sigurnosne mjere kao da se radi o fosilnom dizelu)
- pri njegovom transportu i skladištenju treba izbjegavati izlaganje vlazi s obzirom na činjenicu da je metilni ester vrlo higroskopan
- niža oksidacijska stabilnost i pogodnost za razvoj mikroorganizama
- njegovom uporabom se smanjuje emisija štetnih tvari, odnosno stakleničkih plinova u okoliš
- vrlo visoka točka zapaljenja (~ 130 °C)
- nema štetnih utjecaja na zdravlje
- posebno je pogodan za pomorski promet jer je biorazgradiv (pa u slučaju havarije nema opasnosti od onečišćenja okoliša).

Ispitivanja su pokazala da dizelski motori pogonjeni čistim biodizelom B100 imaju značajno manju emisiju dima i čestica (eng. PM - particulate matter). To smanjenje u prosjeku iznosi oko 40%. Manja emisija dima i čestica postiže se i kod primjene mješavina konvencionalnog dizela i metilnog estera (npr. za B20 smanjenje emisije čestica iznosi 12%, CO 12% i ugljikovodika 20%, no emisija NO<sub>x</sub> se povećava za 2%).

Emisija dušičnih oksida pri pogonu dizelskih motora na biodizel je veća jer molekule metilnog estera sadrže kemijski vezan kisik. Međutim, emisija policikličkih aromatskih ugljikovodika (eng. PAH - polycyclic aromatic hydrocarbons) manja je za oko 80%.

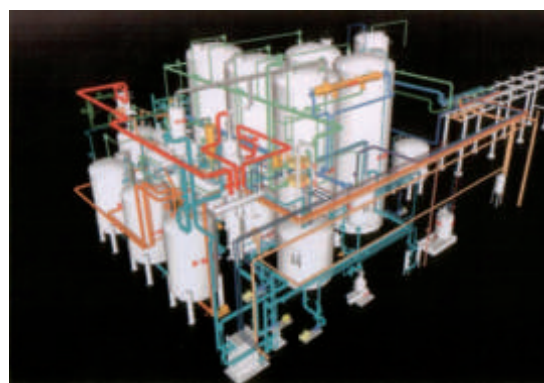
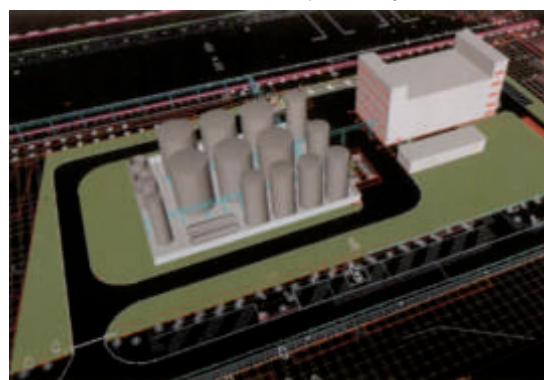
Ukupna bilanca stakleničkih plinova pokazuje da se izgaranjem i proizvodnjom 1 kg dizela emitira 4,01 kg ekvivalenta CO<sub>2</sub>, dok se proizvodnjom i korištenjem biodizela i sporednih proizvoda emitiraju sljedeće ekvivalentne mase CO<sub>2</sub>:

- 0,926 kg/kg biodizela
- 0,314 kg/kg ostatka sjemena uljarice
- 0,42 kg/kg glicerola.

### Zaključak

S obzirom na sve spomenuto i energetske razvoj, nužno je da Hrvatska čim prije donese kvalitetan i cjelovit zakon o biogorivima u skladu s ciljem razvoja EU-a po pitanju biogoriva jer će se time (osim zaštite okoliša) i potencijalni proizvođači moći definirati spram investicija i tehnologija. Sukladno tome, naglasak treba dati na pomorski promet i marine. Naime, u nautičkoj sezoni na Jadranu ima čak oko 70 000 plovila (što velikih, što malih, što domaćih, što stranih). Kada bi se uvela obveza korištenja biodizela za plovila, značajno bi se smanjila opasnost od onečišćenja mora i rasteretila bi se atmosfera od emisija štetnih plinova, odnosno u velikoj bi se mjeri zaštitilo Jadransko more koje je najsajjniji biser u kruni prirodnih potencijala Hrvatske. Također valja naglasiti da se uporabom biodizela u sredstvima javnog prometa u većim gradovima (od nedavno i u Zagrebu) značajno smanjuje emisija štetnih tvari u okoliš. Što se biodizela tiče, očito je da se sukladno smjernicama iz Bruxellesa želi značajno smanjiti emisija stakleničkih plinova. Međutim, s povećanom uporabom biodizela, dio poljoprivrednih površina koje su služile za druge svrhe (prehrambene, šume itd) koristit će se za proizvodnju sjemenja uljarica što može dovesti do debalansa u smislu ekološkog lanca (s naglaskom na prehranu). Stoga je nužno kroz cjelovite studije pronaći optimum načina njegove proizvodnje (od količina, tehnologije, logistike pa sve do selekcije sirovina) u odnosu na poljoprivredne površine koje se koriste za tu namjenu i potrebe za energijom tog porijekla. Na taj će se način uspostaviti ravnoteža u ekosustavu na svim razinama. ■

**Ilustracija 4**  
Shema procesnog postojanja za proizvodnju biodizela



**Ilustracija 5**  
Shema reaktorskog dijela za proizvodnju biodizela i glicerina