

Оптимизационен модел за производство и логистика на биодизел в България

Драгомир Добруджалиев, Боян Иванов

An optimization model for production and logistics of biodiesel in Bulgaria: Biodiesel is here considered as an alternative fuel in Bulgaria in order to benefit from environmental aspects and contribution to final energy demand. An analytical tool is developed to consider different scenarios in biodiesel production. This study provides a regional framework in terms of techno-economic parameters to deeply understand the agricultural, technical, and economic aspects of biodiesel supply chain of Bulgaria including resources, production, distribution, and consumer. The study further assesses the potential of biodiesel production in different geographical regions of Bulgaria. It reveals the contribution of current potential resources to make the future biodiesel demand.

Key words: Biodiesel supply chain, MILP optimization model, logistics, Bulgarian scale

ВЪВЕДЕНИЕ

Една от основните задачи на нашето съвремие е терсене и използване на алтернативни източници на енергия. Причините за това са непрекъснатото намаляване на суровинните запаси на енергийните източници. като едно от тези решения се явява „зелената енергия“. Тя предоставя възможност за получаване на биогорива от възобновяеми суровини на растителна основа – биомаса и маслодайни семена. Получаваните биогорива се отличават с добри енергийни и експлоатационни характеристики, които ги прави използвани в близкото бъдеще.

Днес използването на биогорива може да се приложи в съществуващите топлинно-енергийни и транспортни системи. Те в повечето случаи не могат да заменят напълно конвенционалните горива, които се използват. Причините за това са много и най-вече свързани с използването на сериозни материални, финансови и времеви ресурси. За това съвременната тенденция е тяхното използване, като добавки, частични или пълни заместители на стандартните горива. Техните високи екологични показатели и достъпните възобновяеми суровинни източници ще предопредели тяхното бъдещо използване.

Според Европейското законодателство и подписаната от всички страни членки на Европейския съюз Директива за използване на биогорива се очертава тенденцията за все по-голямо процентно добавяне към използваните горива. Това не изисква и големи конструктивни промени в горивните системи и прави тяхното приложение достъпно. Така например в тази Директива внасянето на биодизел, като добавка към стандартния дизел вече нарастна до 6%, а до 2020 г. този процент трябва да нарастне до 10% [1].

В отговор на това нашата страна трябва да осигури необходимите количества биодизел, създавайки производствени мощности и оптимална транспортна схема за разпространяването му.

ЦЕЛ

Целта на настоящата разработка е да се създаде оптимизационен модел, който да предлага създаване на производствени мощности и логистика на биодизел за определена територия (държава), съобразявайки се с нените специфични особености. Този модел да бъде приложен за нашата страна.

Метод за оптимален синтез и управление на ресурсно-осигурителни вериги /РОВ/ за биодизел

РОВ намират широко приложение през последните години. Това се налага от факта, че нарастват изискванията на пазара, и необходимостта от адекватен и бърз

отговор на производителите, а също така достигане на максимални икономически показатели чрез оптимално съгласуване между елементите на веригата.

Терминът РОВ се появява през втората половина на 90-те години на XX век и се дефинира, като процес на координация между съставните ѝ компоненти като • Доставчици; • Производители; • Складове; • Дистрибутори; • Потребители. [2, 3]

Етапите на жизнения цикъл за производство и разпределение на биодизел, според подхода включва: отглеждане на биомасата, транспорт до заводите за биодизел, производство на биодизел и транспортиране до потребителите.

Кратко описание на проблема

Предполага се, че са зададени:

- ◆ Местоположението на възможните места за производство на видовете биомаса като суровина за производство на биодизел;
- ◆ Местоположението на възможните места за производство на биодизел;
- ◆ Разходи за отглеждане на биомасата;
- ◆ Разходи за производство на биодизела по зададена технология;
- ◆ Транспортна логистика (разходи, режими, наличности);
- ◆ Капитални разходи за инсталиране на производствени мощности;
- ◆ Специфичните емисии на парниковите газове за етапите на жизнения цикъл;
- ◆ Данък върху въглеродните емисии;
- ◆ Правителствените стимули за производство и използване на биогорива.

Необходимо е да се определят оптималните параметри на РОВ като:

- ◆ Вида на биомаса, къде да се отглежда и в какво количество;
- ◆ Местоположение на производствените мощности;
- ◆ Местоположение на центрове за смесване на биогорива;
- ◆ Потоци на биомаса и биогорива между регионите;
- ◆ Режими на транспорт на биомаса и биогорива между регионите;
- ◆ Емисии на парниковите газове за всеки етап от жизнения цикъл.

Математическа формулировка на проблема

Проблемът за оптималния синтез на РОВ при производство и доставка на биодизел формулираме, като задача на смесеното линейно програмиране. За целта въвеждаме:

Множества

- I - Множество на биоресурсите за производство на биодизел.
- L - Множество на видовете транспорт.
- G - Множество на регионите, на които е разделена територията.

Параметри

- $EFBC_{ig}$ - Емисионен коефициент за отглеждане на биомасата ($kgCO_2 - eq / t$).
- $EFBP_i$ - Емисионен коефициент за производство на биодизела ($kgCO_2 - eq / t$).
- $EFTRA_{il}$ - Емисионен коефициент за транспортиране на единица биомаса от тип i с транспорт от тип l ($kg CO_2 - eq ton^{-1} km^{-1}$).
- $ADD_{g,g,l}$ - Действително разстояние между регионите при транспорт l (km).
- γ_i - Коефициент на преобразуване на биомаса i в биодизел.

Непрекъснати и бинарни променливи

- Df_{igj} - Търсене на биомаса от тип i за завод в регион g произвеждащ единица биогориво от тип j за единица време;

P_{ig} - Производителност на биомаса от тип i в региона g ;

$Q_{igg'l}$ - Поток на биомаса i от регион g до g' чрез транспорт l (td^{-1});

TEI - Общо екологично въздействие на РОВ за целия жизнен цикъл ($kgCO_2 - eqd^{-1}$);

PB_g - Производителност на завода за биодизел, построен в регион g ;

X_{igf} - 0-1 двоична променлива, която е равна на 1 ако биомасата $i \in I$ се транспортира от регион $g \in G$ до $f \in F$ използвайки транспортот тип $l \in L$ и е 0 в противен случай;

Y_{fcb} - 0-1 двоична променлива, която е равна на 1 ако биодизеласе транспортира от регион $f \in F$ до $c \in C$ използвайки транспорт от тип $b \in B$ и е 0 в противен случай;

Z_{pf} - 0-1 двоична променлива, която е равна на 1 ако завод с мощност $p \in P$ е инсталиран в регион $f \in F$ и е 0 в противен случай.

Критерии за оптималност на РОВ.

Оценката на РОВ за оптималност се извършва по два критерия - икономически и екологичен. Оптималното решение е компромисното между тези два критерия.

A/ Екологичен критерий.

Той представлява оценка на общото въздействие върху околната среда при работа на РОВ за производство на биогорива и се изразява чрез отделящите се емисии на парникови газове.

$$TEI = EL_{BC} + EL_{BP} + EL_{TR} \quad (1)$$

където:

EL_{BC} - Емисии на парникови газове за производство на биомасата ($kgCO_2 - eq / y$)

EL_{BP} - Емисии на парникови газове при производството на биодизела ($kgCO_2 - eq / y$);

EL_{TR} - Емисии на парникови газове при транспортиране ($kgCO_2 - eq / y$)

B/ Икономически критерий

Той представя цената на годишните разходи с включената цена за построяване и експлоатация на РОВ за срока за откупуване. Тази цена се изразява с израза:

$$TDC = TIC / H + TPC + TTC + TTAXB - TL \quad (2)$$

където:

H - Срок за откупуване на инвестицията ($year$);

TIC - Цена на капиталните разходи (\$)

TPC - Цена на разходите за годишно производство на биодизела ($\$year^{-1}$);

TTC - Разходи за транспортиране на биомасата и биодизела ($\$year^{-1}$);

$TTAXB$ - Данък върху генерираните въглеродни емисии; ($\$year^{-1}$);

TL - Правителствени стимули за използване на биодизела. ($\$year^{-1}$).

Формулиране на оптимизация проблем

Икономическата цел се свежда до определяне на минимум на общите разходи за годишна база, които включват: капиталови разходи, разход за експлоатация, правителствени стимули, както и разходите за излъчване на

вълеродни емисии. Задачата за определяне на оптималното място на съоръженията в регионите и техните параметри се формулира, както следва:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{MINIMIZE } \{TDC\} \rightarrow (Eq.2) \\ \text{subject to} \\ TEI \leq TEI_{\max} \\ \text{Производствени ограничения} \\ \text{Ограничения по търсенето на продукта} \\ \text{Устойчивост на ограниченията} \\ \text{Транспортни ограничения} \end{array} \right\} \quad (3)$$

Екологичната цел се свежда до определяне на минимум на емисии на парникови газове за целия жизнен цикъл на продукта, отнесени за годишна база (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{MINIMIZE } \{TEI\} \rightarrow (Eq.1) \\ \text{subject to} \\ TDC \leq TDC_{\max} \\ \text{Производствени ограничения} \\ \text{Ограничения по търсенето на продукта} \\ \text{Устойчивост на ограниченията} \\ \text{Транспортни ограничения} \end{array} \right\} \quad (4)$$

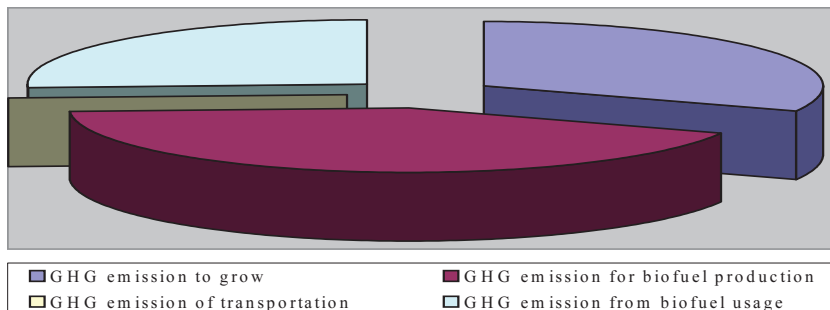
Проблемите (3) и (4) са задачи на смесеното цялочисло линейно програмиране (MILP) и могат да бъдат решени като се използват стандартни техники като например комерсиалния софтуер **GAMS** с помощта на **CPLEX** [4].

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ОПТИМИЗАЦИОННИЯ МОДЕЛ ЗА БЪЛГАРИЯ

Решаване на оптимизационната задача е извършено с помощта на програмния пакет “**BIOFUEL**”, разработен в Института по инженерна химия при БАН в средата на **GAMS**. За целта са събрани данни относно териториалното делене на България, икономически и екологични показатели за биодизела и биомасата. Територията е разделена на 27 региона според административното делене на България [5].

Резултати за емисиите на парниковите газове за всеки етап от жизнения цикъл

Резултати за количеството и разпределението на парниковите газове при всеки етап от жизнения цикъл (Фиг. 1).



Фиг. 1 Разпределение на емисиите на парникови газове за различни етапи от жизнения цикъл на биодизел при критерий: (а)-Минимално общо количество на емисиите на парникови газове

Местоположение на заводите

Една от най-важните характеристики на РОВ е местоположението на производствените мощности. Това е показано на Фиг. 2. Определено е, че заводите за производство на биодизел са разположени в Регион 9-Ловеч, Регион 10-Плевен, Регион 21-Русе и Регион 26-Варна при критерий минимално общо количество на емисиите на парникови газове. Оптималната мощност на заводите, които осигуряват достигане на изискванията за 5.75% биокomпонента при общата годишна консумация на дизел в България от 1710987 тона за 2012 година е съответно за: Ловеч-9 – 32500, Плевен-10 – 34838, Русе-21 – 12000 и Варна-26 – 26000 тона на година



Фиг.2. Отимално местоположение на заводите за биодизел при критерий: (а)- Минимално общо количество на емисиите на парникови газове

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработен е оптимизационен модел за създаване на производствени мощности и логистика на биодизел за определена териториална единица. Той включва създаване на математичен модел, определяне на фактори и целеви функции. Въз основа на него върху платформата “**BIOFUEL**” е създаден приложен софтуер. Моделът е приложен за България, но той е приложим за всяка територия, имайки предвид нейната спецификата на икономическата и пътна инфраструктура.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dir 2009/28/EC. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- [2] Shah N., Process industry supply chains: Advances and challenges. Computers & Chemical Engineering, 2005, 29, 1225-1236.
- [3] Papageorgiou L.G., Supply chain utilization for the process industries: Advances and opportunities, Computers & Chemical Engineering, 2009, 32, 1931-1938.
- [4] McCarl BA, Meeraus A, Eijk Pvd, Bussieck M, Dirkse S, McCarlExpanded GAMS user Guide Version 22.9. GAMS Development Corporation, 2008.
- [5] <http://www.nsi.bg>

Докладът е рецензиран