

ΠΜΣ στη Βιομηχανική Διοίκηση & Τεχνολογία

Κατεύθυνση: Διαχείριση Ενέργειας και Περιβάλλοντος

Μάθημα: Π-ΕΚΕ303 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ POWER TO X

**Βιοντίζελ, ένα ανανεώσιμο εναλλακτικό καύσιμο.
Τροποποιημένοι κινητήρες οχημάτων για την καύση καθαρού
βιοντίζελ.**

**Μίγμα βιοντίζελ-ντίζελ για μη τροποποιημένους κινητήρες
αυτοκινήτων.**

Βιοντίζελ, ένα ασφαλές, βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο.

Παραγωγή και δίκτυο διανομής βιοντίζελ.

Η παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα.

2/11/2023

Δημήτριος Σιδηράς

Καθηγητής

Biodiesel

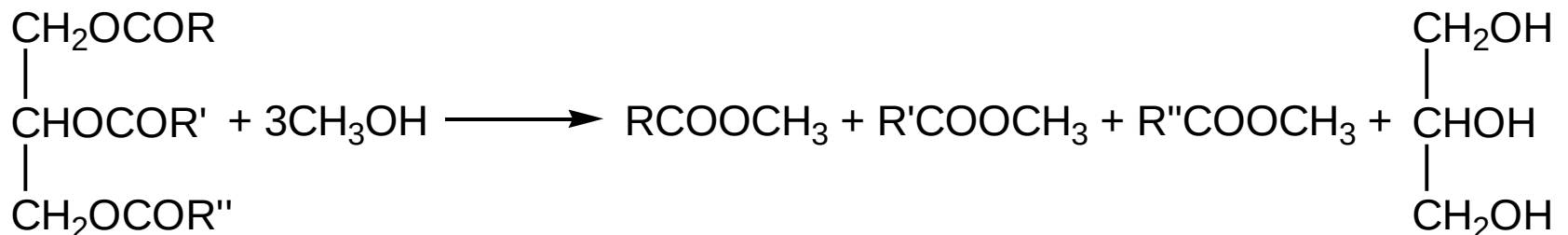


- Biodiesel is an alternative fuel based on vegetable oils or animal fats, even those recycled after restaurants have used them for cooking.
- Vehicle engines can be converted to burn biodiesel in its pure form, and biodiesel can also be blended with petroleum diesel and used in unmodified engines.
- **Positive:** Biodiesel is safe, biodegradable, reduces air pollutants associated with vehicle emissions, such as particulate matter, carbon monoxide and hydrocarbons.
- **Negative:** Limited production and distribution infrastructure.

Το βιοντίζελ. Πρόκειται για μίγμα εστέρων λιπαρών οξέων με μικρής μοριακής μάζας αλκοόλες κυρίως μεθανόλης. Είναι συνήθως μίγμα των εστέρων:



Προκύπτει από τα φυτικά ή ζωικά λίπη, με μια διαδικασία η οποία στη χημεία ονομάζεται μετεστεροποίηση. Το τελικό προϊόν έχει παρόμοια συμπεριφορά σε κινητήρες εσωτερικής καύσης με το ντίζελ το οποίο υποκαθιστά.



Το βιοντίζελ και το ντίζελ

- Το βιοντίζελ και το ντίζελ είναι διαφορετικές χημικές ουσίες, καθώς το ντίζελ είναι μίγμα υδρογονανθράκων, ενώ το βιοντίζελ είναι μίγμα εστέρων, συνήθως παλμιτικού μεθυλεστέρα, ελαϊκού μεθυλεστέρα και στεατικού μεθυλεστέρα.
- Οι νεκροί κορμοί των δένδρων, εάν δεν αξιοποιηθούν από τον άνθρωπο, μετά από την παρέλευση κάποιων ετών, μετατρέπονται σε ανόργανη ύλη κατά την διαδικασία της σήψης και την επέμβαση εντόμων, βακτηρίων και μυκήτων. Η διαδικασία χαρακτηρίζεται με το βιολογικό όρο: “αποικοδόμηση”.
- Κατά την διαδικασία όμως μετατροπής τους σε ανόργανη ύλη, παράγεται η ίδια ποσότητα CO_2 με εκείνη που θα παραγόταν κατά την καύση των ξύλων και η οποία αντιστοιχεί στην ποσότητα του CO_2 που προσελήφθηκε από το φυτό κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, για να προκύψει η συγκεκριμένη ποσότητα των κορμών των δένδρων.

Για την κοπή και τον τεμαχισμό των δένδρων, καθώς και για τη μεταφορά τους χρησιμοποιούνται μηχανές που καίνε παράγωγα του αργού πετρελαίου.

Τα βιοκαύσιμα, δεν είναι εντελώς «καθαρά».

Η διαδικασία παραγωγής βιοντίζελ απαιτούν εγκαταστάσεις οι οποίες καταναλώνουν, πλην των άλλων και ηλεκτρική ενέργεια.

Για κάθε δαπανώμενη KWh, επιφορτίζομαι την ατμόσφαιρα με ένα kg CO₂.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

- Τα βιοκαύσιμα παράγουν SO_2 , σε μικρότερες ποσότητες από ότι τα συμβατικά καύσιμα.
- Λίγα φυτά περιέχουν S σε υπολογίσιμες ποσότητες.
- Τα συστατικά του βιοντίζελ, ως εστέρες οργανικών οξέων, είναι βιοαποικοδομήσιμα.
- Στο βιοντίζελ δεν περιέχονται αρωματικοί υδρογονάνθρακες, οι οποίοι είναι καρκινογόνοι.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

- Αυξάνουν τις τιμές των αγροτικών προϊόντων.
- Συντελούν στην αποψίλωση των δασών.
- Υπάρχει σοβαρή αμφισβήτηση από μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας, σε ό, τι αφορά τη μη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με CO₂ για κάποιους τύπους βιοκαυσίμων.
- Παράγουν περισσότερο NO₂ από τα συμβατικά.
- Η βιοαιθανόλη παράγει κατά την καύση της ακεταλδεϋδη, η οποία είναι καρκινογόνος.

- Η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό άλλων καλλιεργειών με αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής των αγροτικών προϊόντων και των τροφίμων.
- Προκειμένου να καλλιεργηθούν ενεργειακά φυτά αποψιλώνονται δάση, κυρίως τροπικά, τα οποία συμβάλουν στην κατανάλωση του CO_2 , που είναι το κυριότερο από τα αέρια του θερμοκηπίου.
- Η αμφισβήτηση του περιορισμού των εκπομπών CO_2 αναφέρεται στα βιοκαύσιμα για την παραγωγή των οποίων καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας και ορυκτών καυσίμων.
- Οι καταλυτικοί μετατροπείς των αυτοκινήτων μετατρέπουν τα οξείδια του N σε N_2 και O_2 , ενώ τις ενώσεις που περιέχουν C, H και O όπως η CH_3CHO , τις μετατρέπουν σε CO_2 και H_2O .

Πόροι παραγωγής Βιοντίζελ στην Ελλάδα

Ηλίανθος: είναι ένα από τα κυριότερα φυτά που καλλιεργείται στην Ελλάδα και βρίσκεται κυρίως στις βόρειες περιοχές όπως στην Μακεδονία και στην Θράκη.



Ελαιοκράμβη: μπορεί να καλλιεργηθεί σαν ένα χειμερινό φυτό και το γεγονός ότι μπορεί να αναπτυχθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες το κάνει ένα πολύ σημαντικό φυτό σε σχέση με τα υπόλοιπα ελαιοφόρα φυτά.

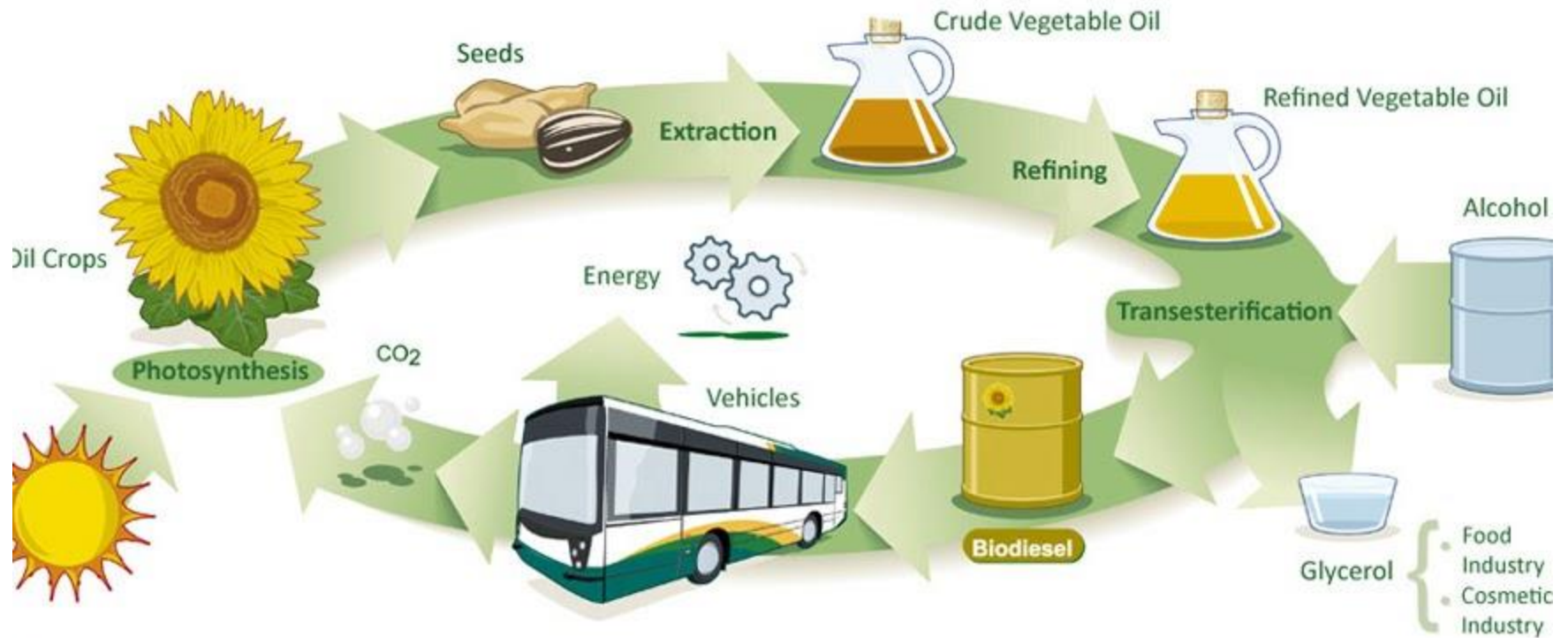
Η ελαιοκράμβη καλλιεργείται πειραματικά σε περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης, καθώς και της Κρήτης.

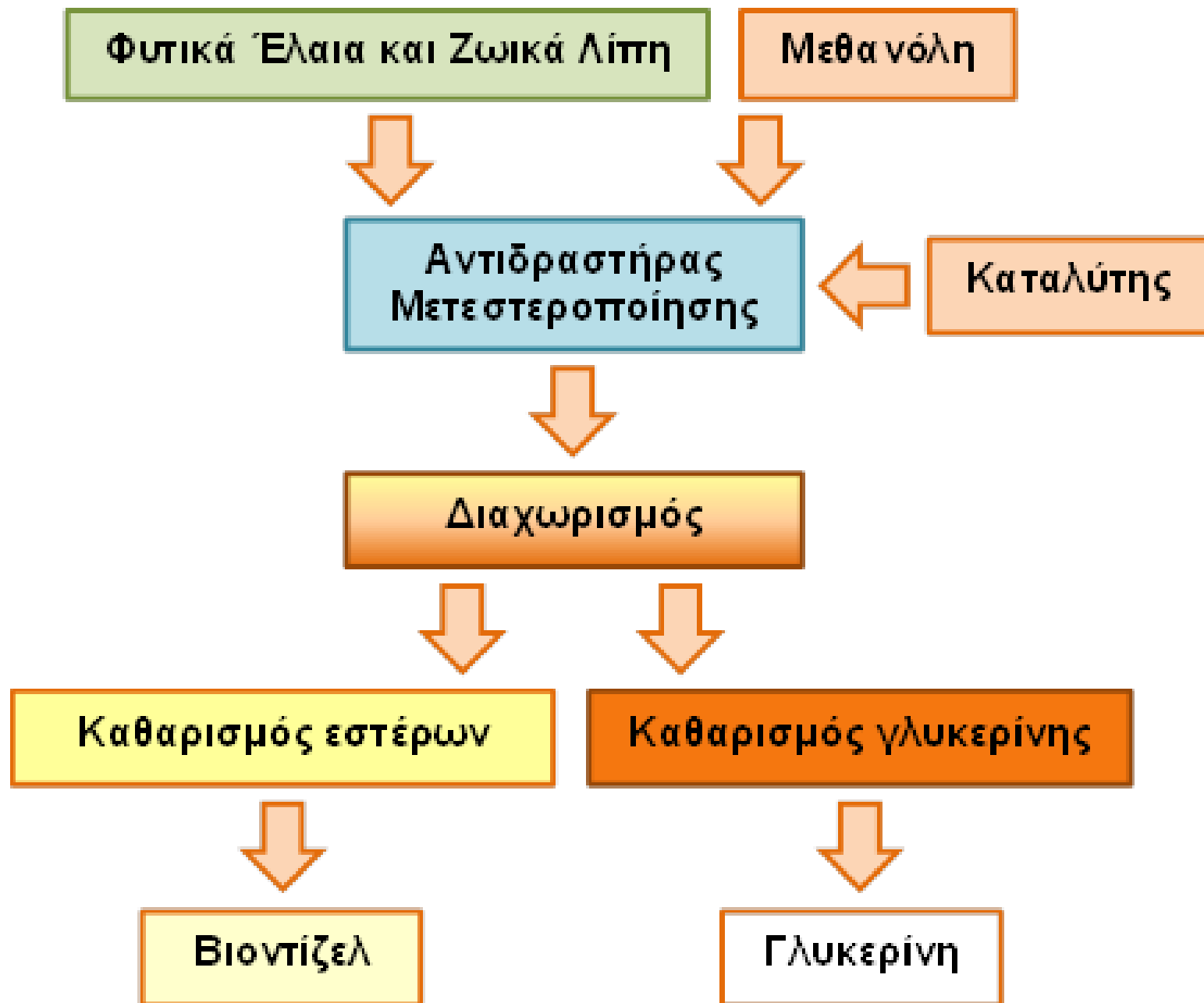


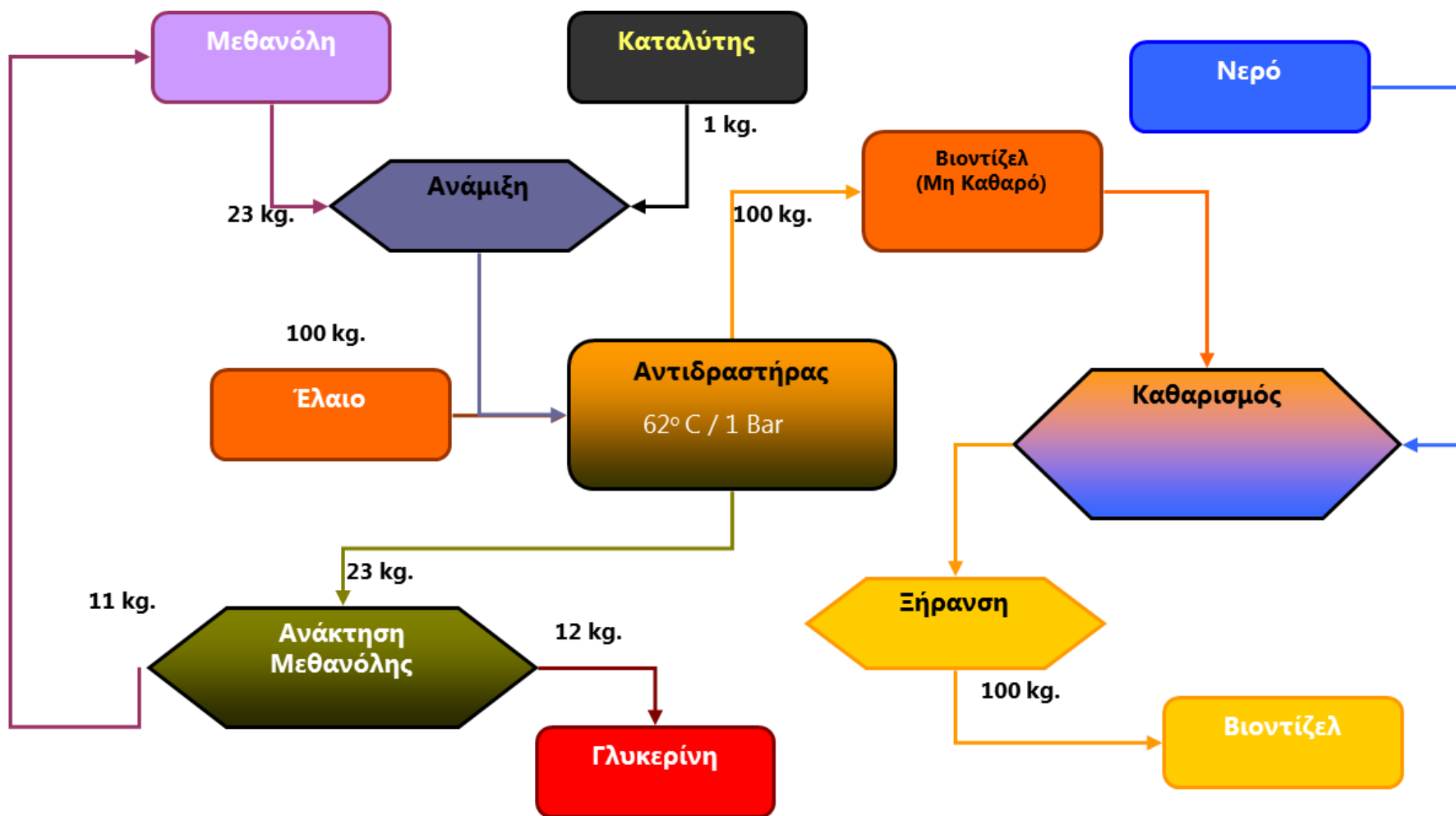
Εργοστάσιο παραγωγής βιοντίζελ

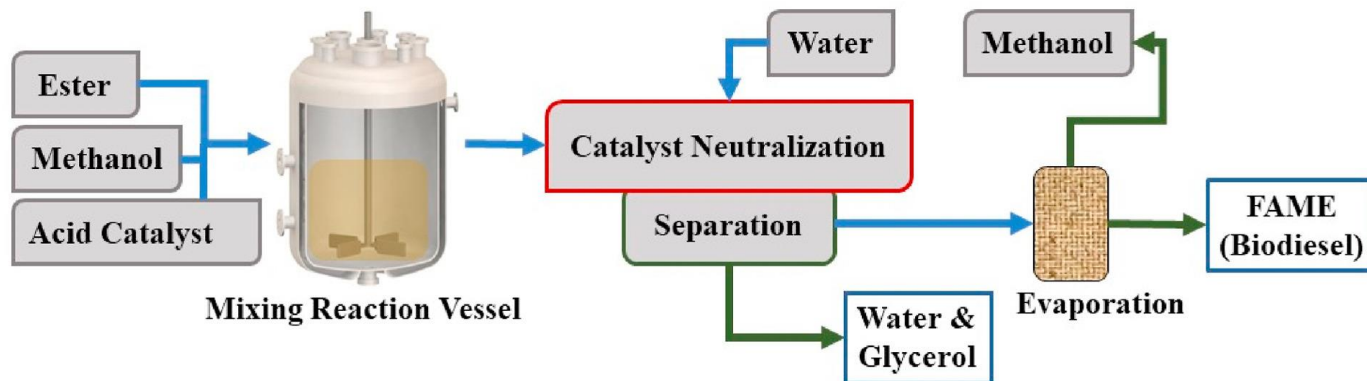
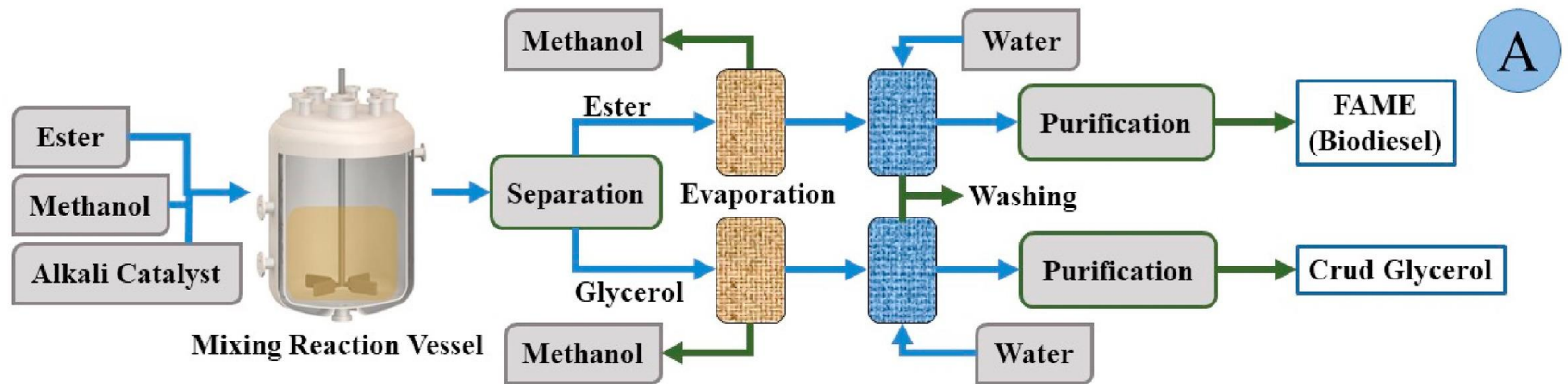


The Biodiesel Cycle

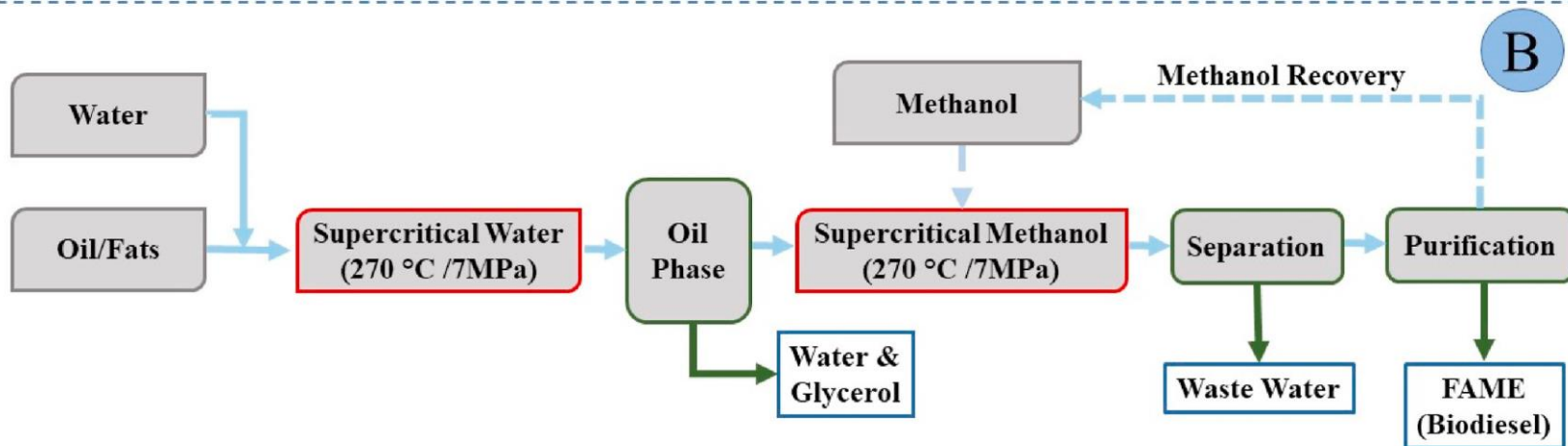
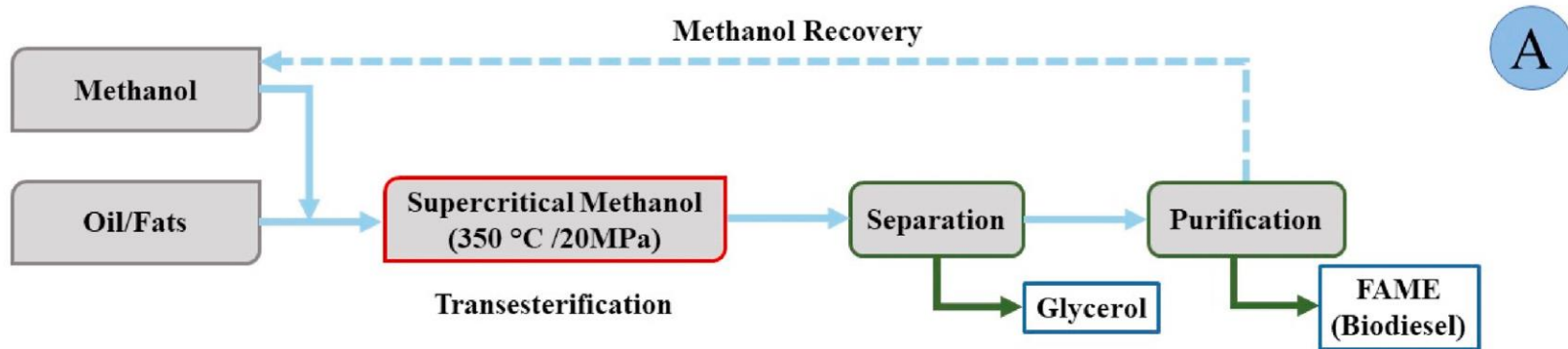






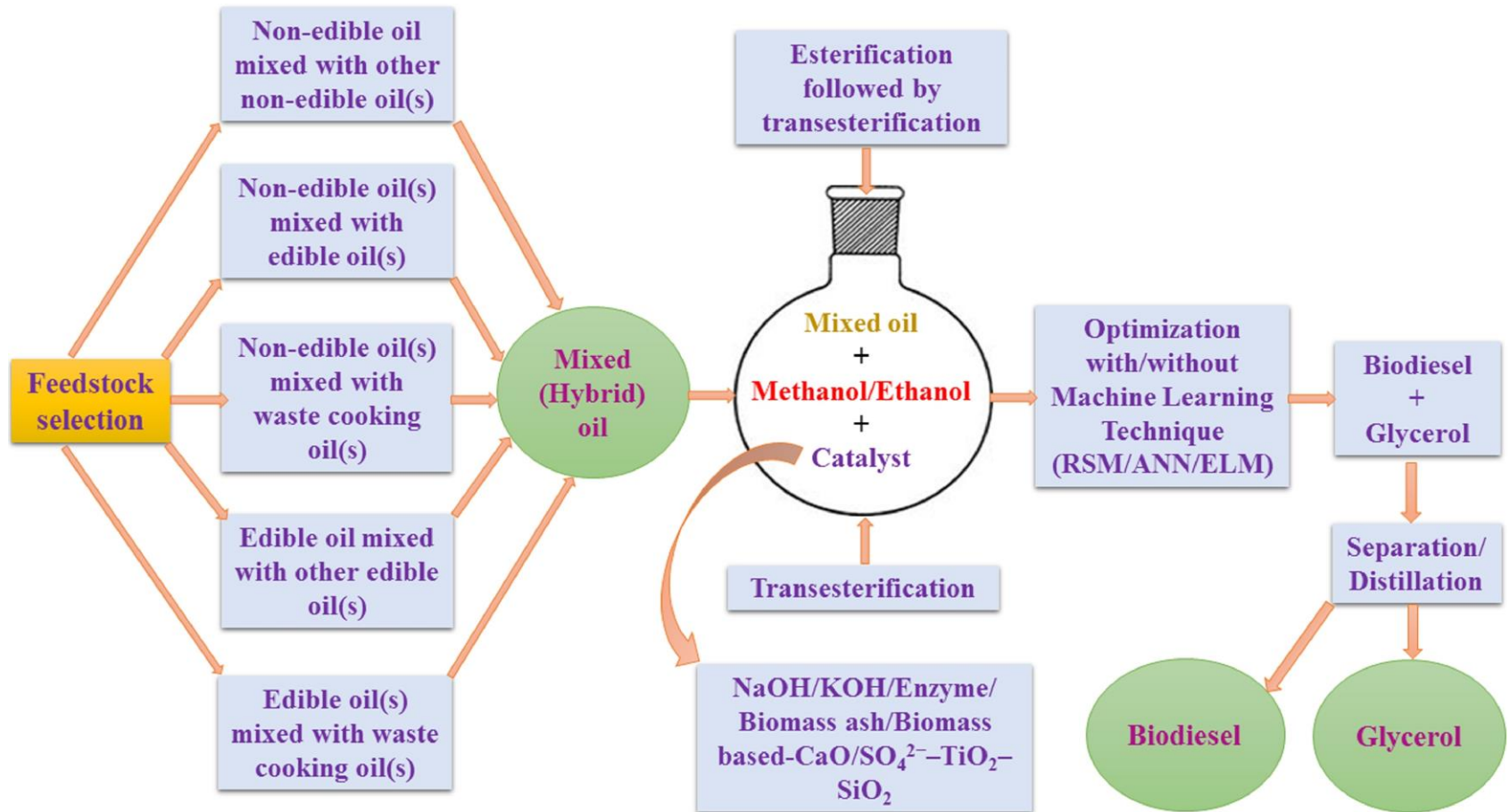


Schematic illustration of
A) Homogeneous alkali-catalyzed biodiesel production,
B) Homogeneous acid-catalyzed biodiesel production.

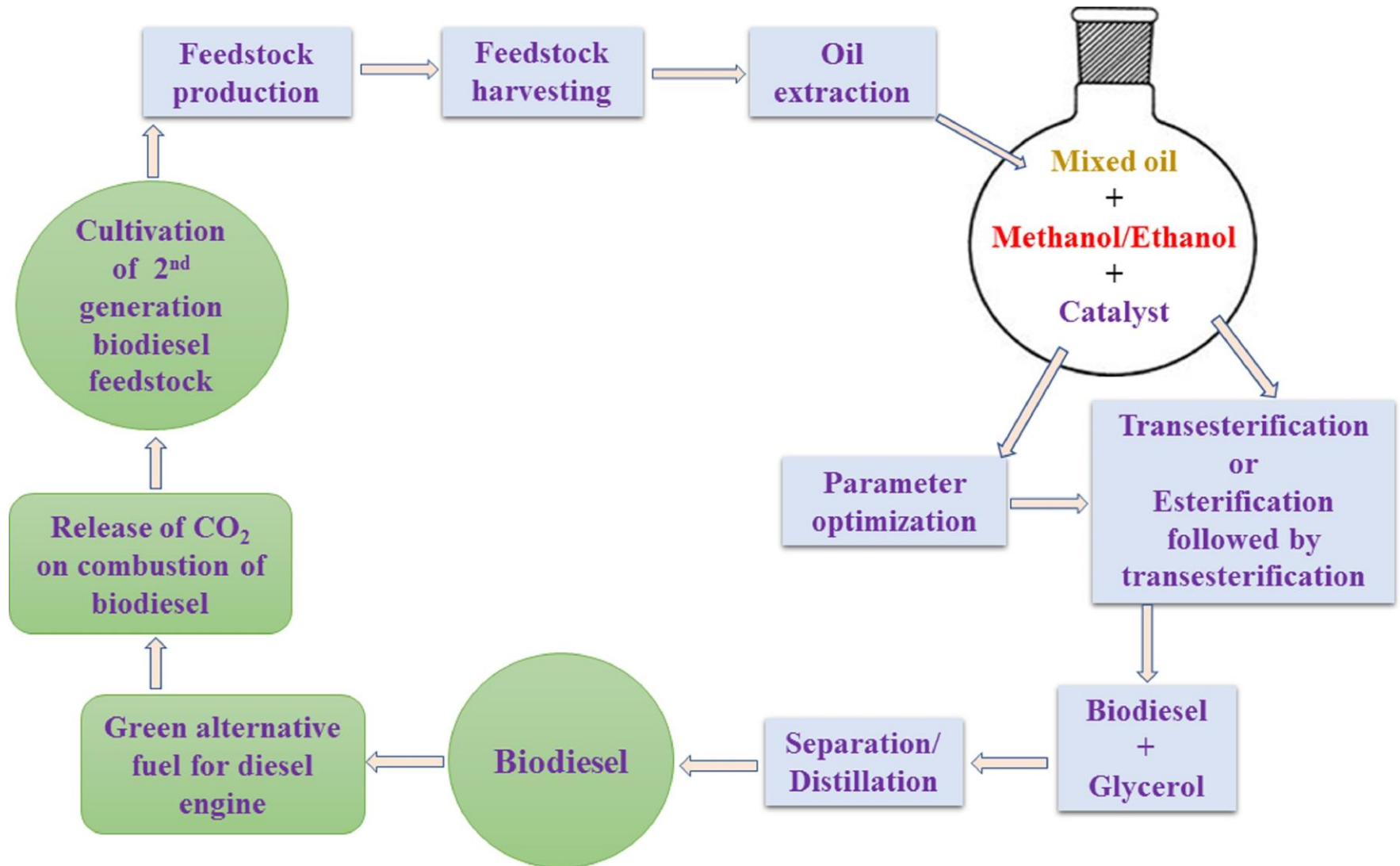


- A)** Non-Catalytic one-step supercritical methanol,
B) Non-Catalytic two-step supercritical methanol.

A flowchart showing the production of biodiesel from various mixed oils using different catalysts.



Production of biodiesel from the second generation feedstock



Σύστημα κατανομής βιοντίζελ

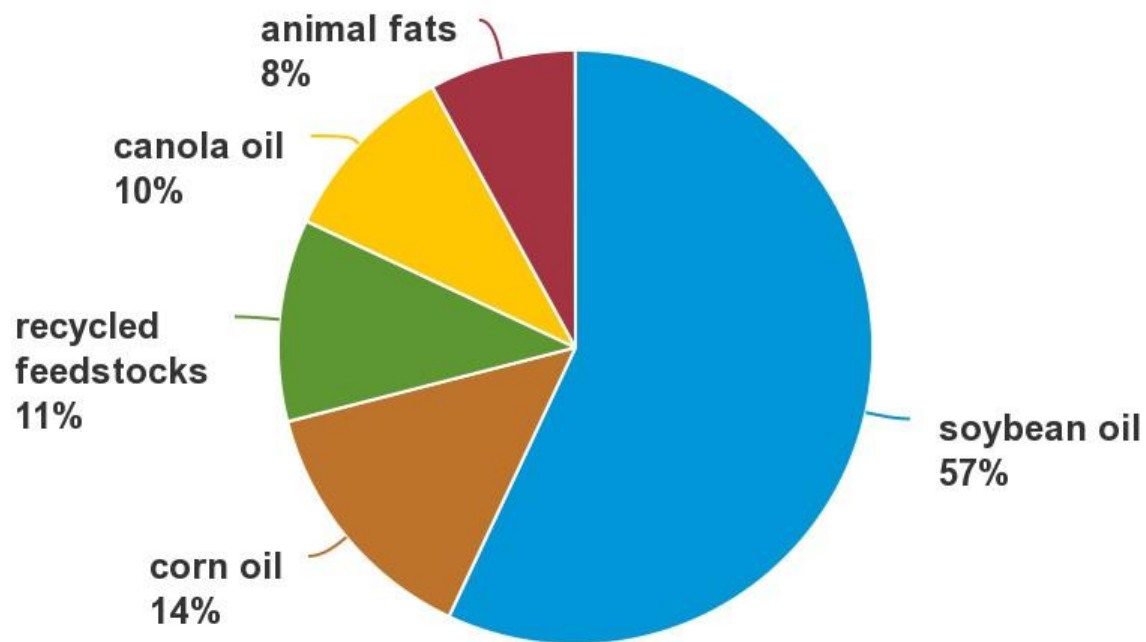
- Κατανέμεται η ποσότητα για κάθε έτος, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 15Α παρ. 5 του Ν. 3054/2002, όπως ισχύει μετά τη συμπλήρωσή του από το άρθρο 55 του Ν. 3653/2008, με την υποχρέωση να διαθέτει αυτές εντός της Ελληνικής Επικράτειας.
- Κριτήρια που εξετάστηκαν για την κατανομή:
 - Τιμή πώλησης
 - Πιστοποίηση ποιότητας κατά ISO 9001:2000
 - Δυναμικό παραγωγής
 - Συνέπεια στις παραδόσεις
 - Ποσοστώσεις παλαιότερων ετών
 - Χρήση εγχώριων ενεργειακών καλλιεργειών
 - Συμμετοχή σε έρευνα και ανάπτυξη

Βιοντίζελ

- Το βιοντίζελ είναι μεθυλεστέρας, ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, σόγια, βαμβακόσπορος κ.ά.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με ντίζελ σε πετρελαιοκινητήρες.
- Ο κύριος τρόπος παραγωγής του βιοντίζελ είναι η μετεστεροποίηση των φυτικών ελαίων (βιομηχανική επεξεργασία).
- Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ο κύριος παραγωγός βιοντίζελ σε παγκόσμιο επίπεδο. Από τις παραγωγές χώρες ηγετικό ρόλο έχει η Γερμανία.
- **Πλεονέκτημα:** Σημαντική μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- Η χρήση 100% βιοντίζελ μπορεί να μειώσει τις καθαρές εκπομπές CO₂ κατά 40-50%, αντίστοιχα η χρήση μίγματος 5% μειώνει το CO₂ κατά 2 – 2.5%.

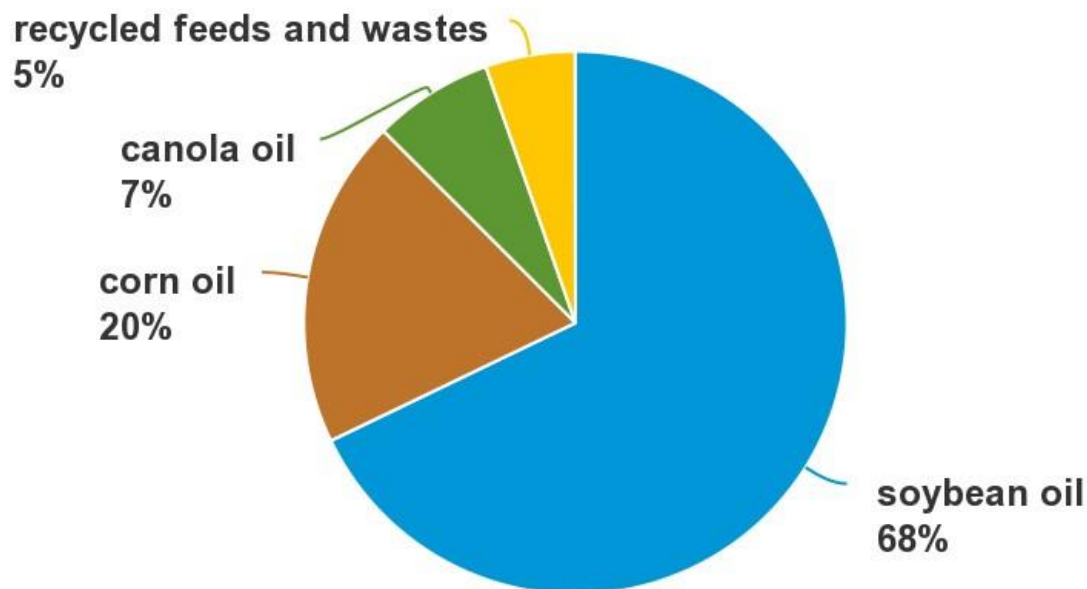
Feedstock inputs to U.S. biodiesel production, 2019

Total=12.75 billion pounds



Feedstock inputs to U.S. biodiesel, renewable diesel, and other biofuels production, 2021

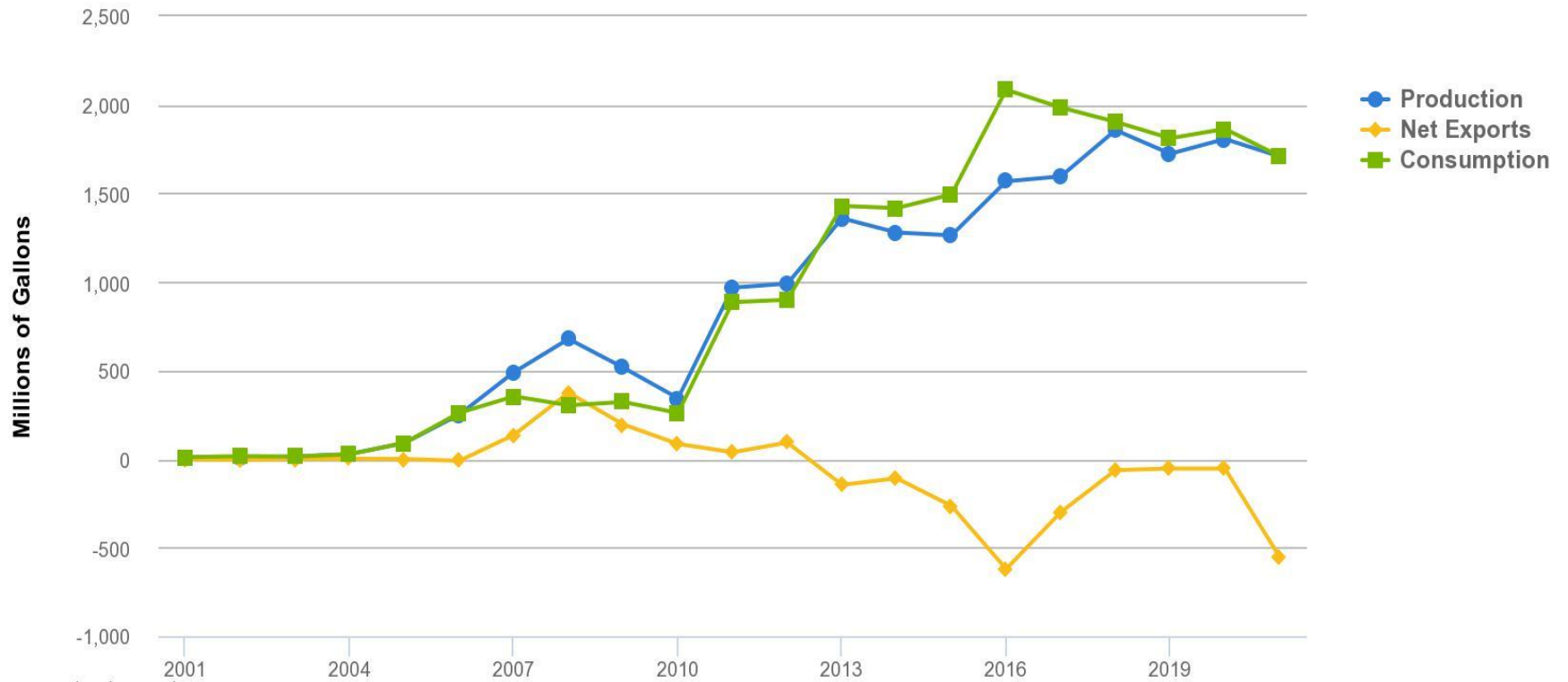
Total = 23.82 billion pounds



Data source: U.S. Energy Information Administration (EIA), *Monthly Biofuels Capacity and Feedstocks Update*, March 2022

Note: Feedstocks for ethanol production are not included.

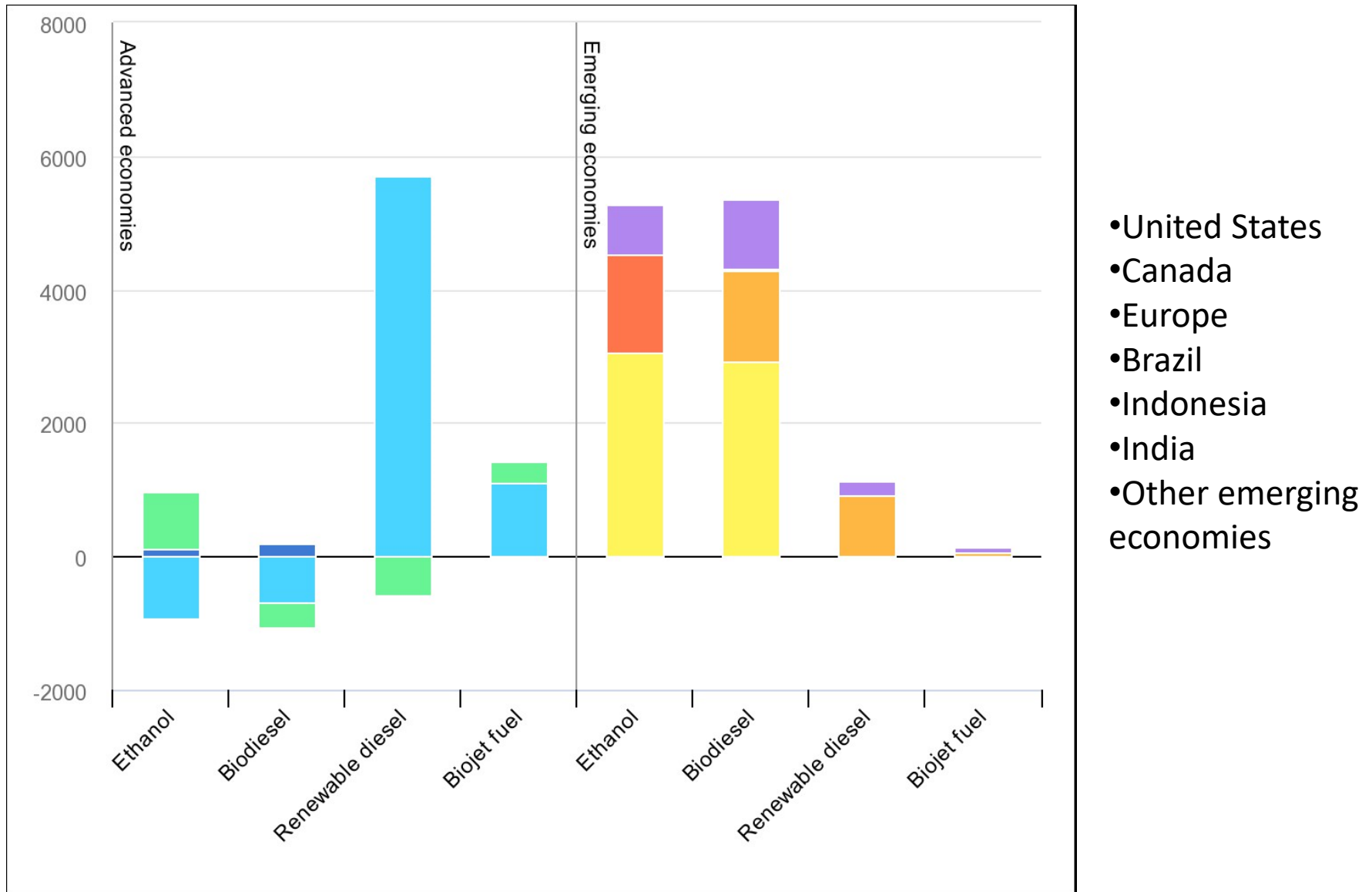
U.S. Biodiesel Production, Exports, and Consumption



Last updated: December 2022

Printed on: November 1

Biofuel demand growth by fuel and region, 2022-2024



Share of global biodiesel output by country, 2017-2023

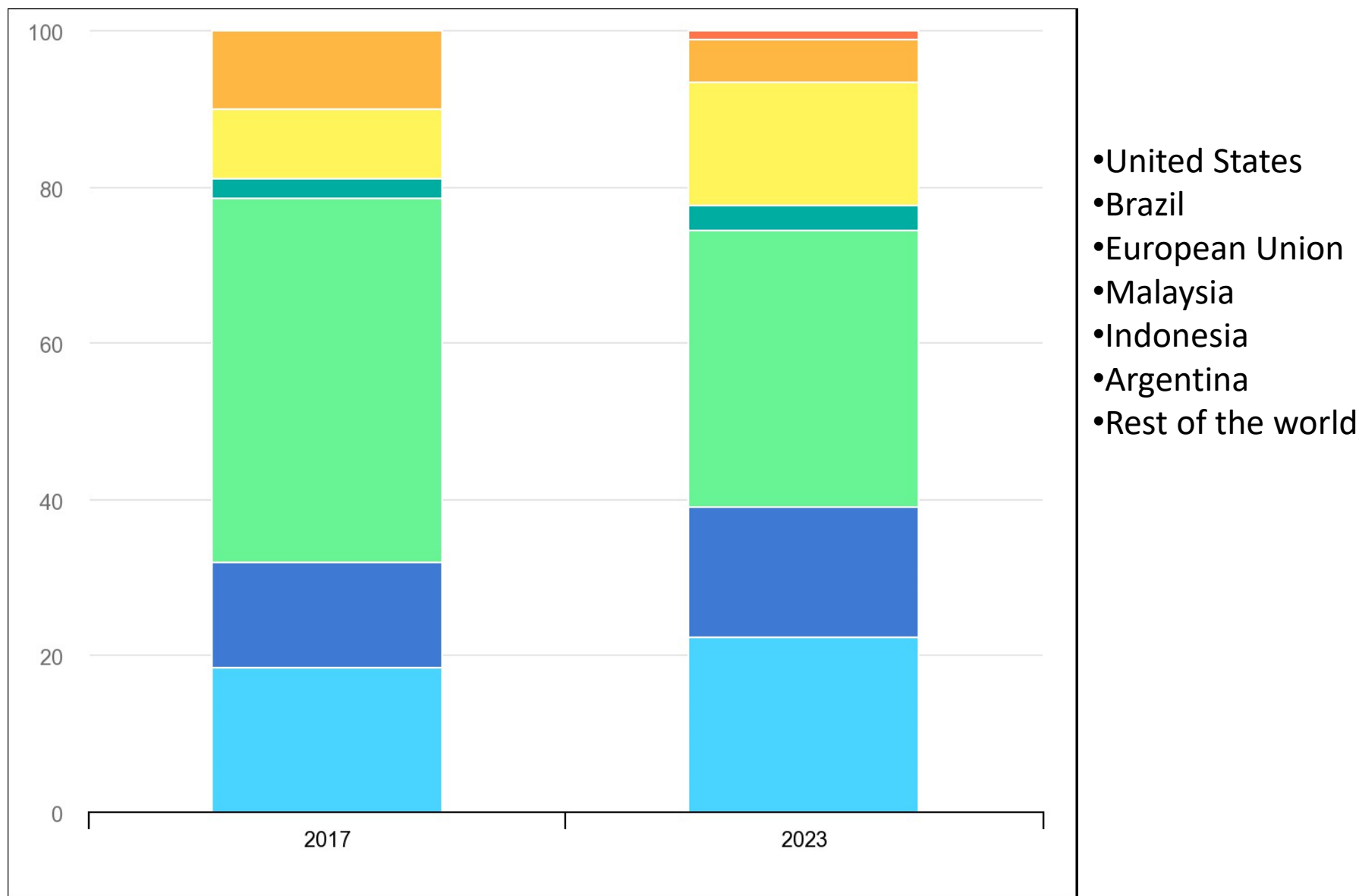
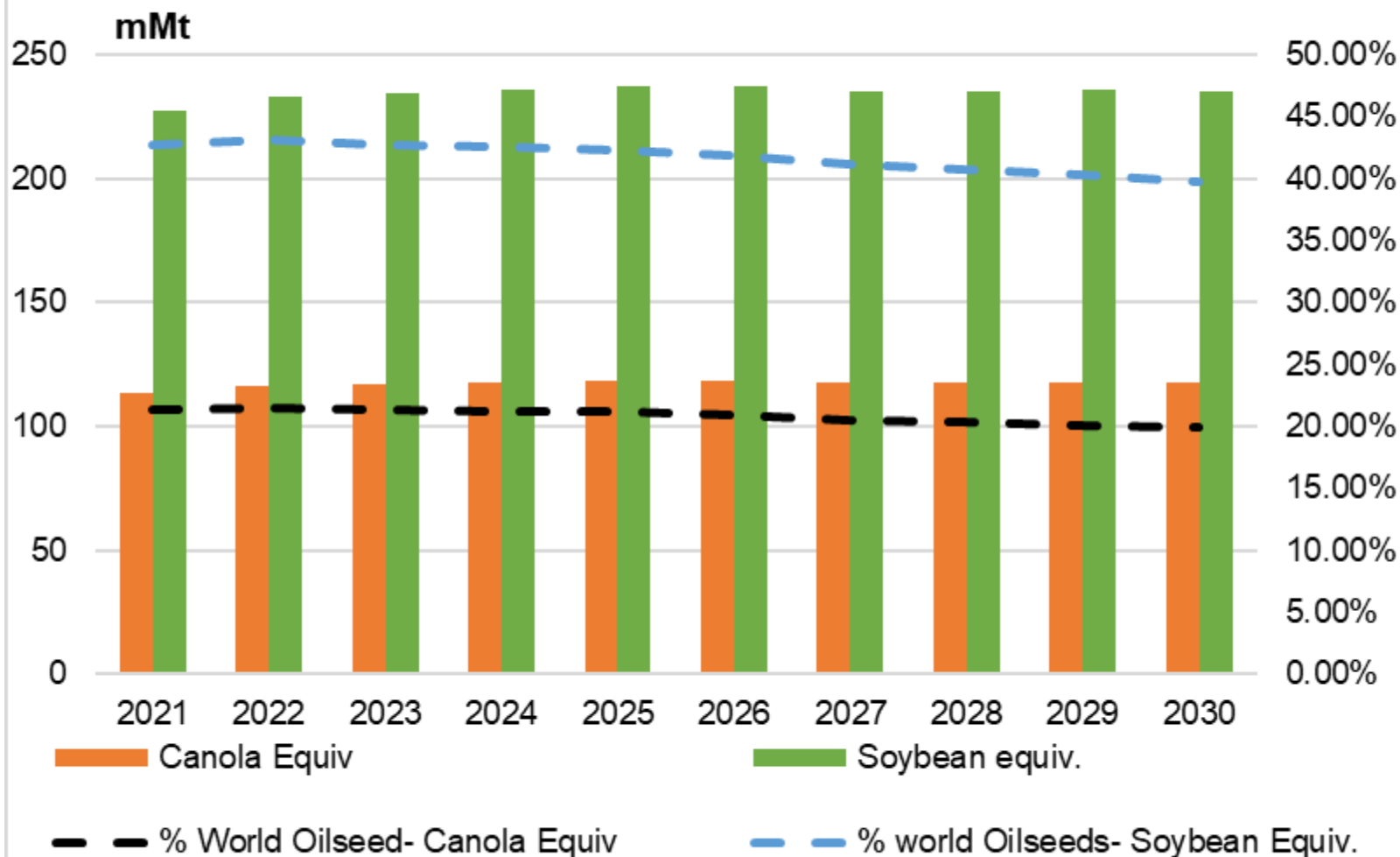
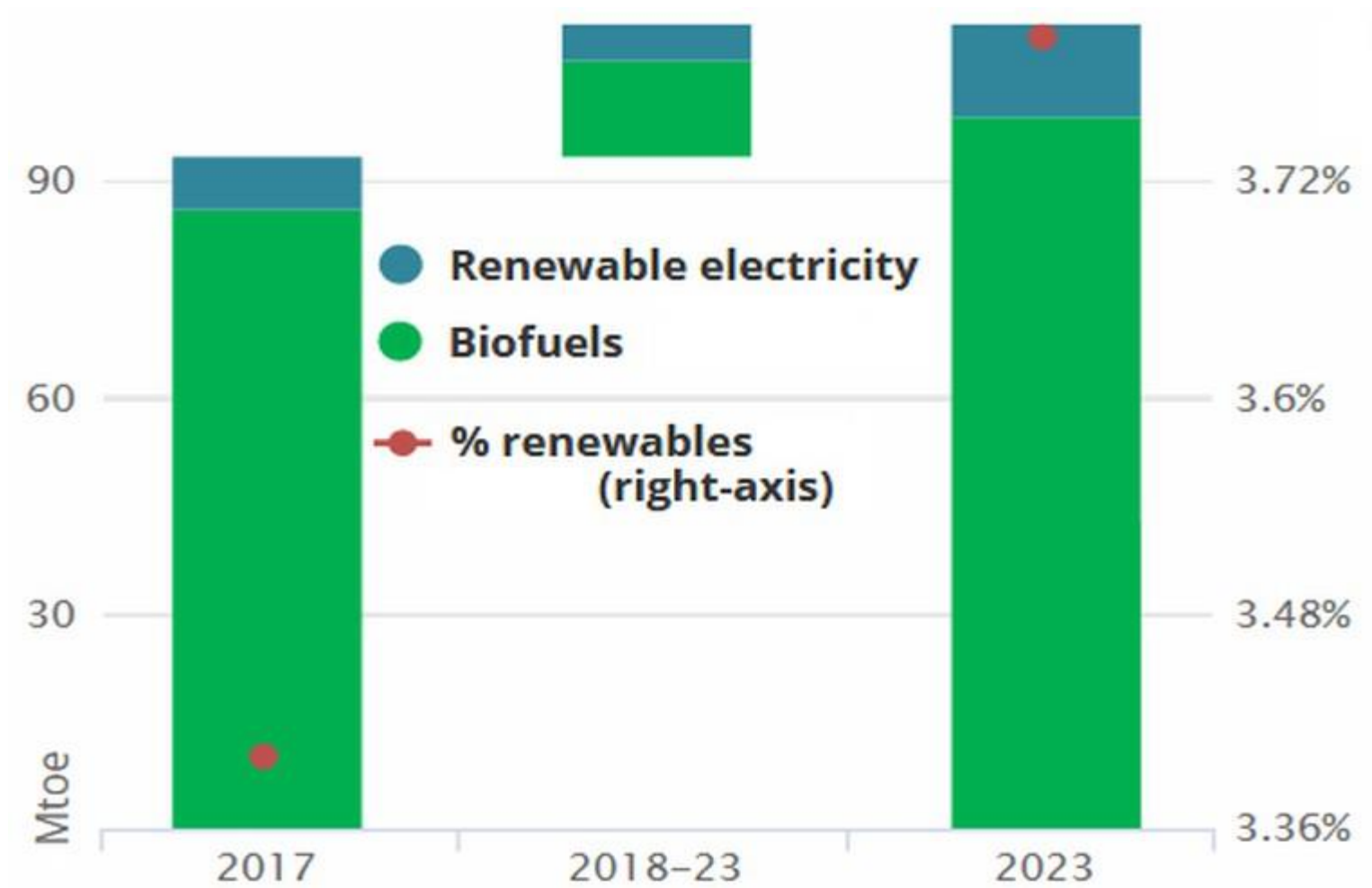


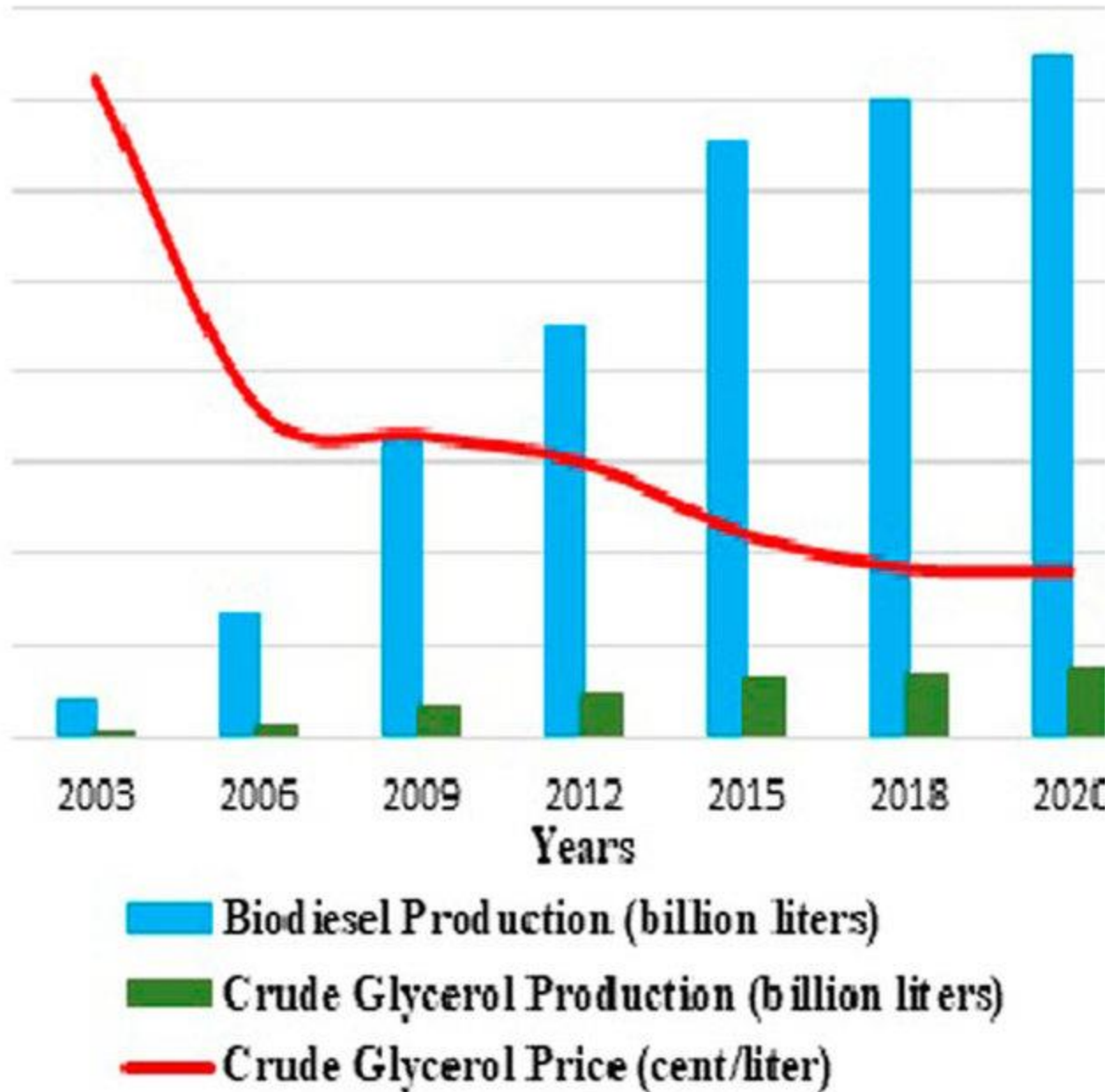
Figure 2. World Biodiesel- Seed Equivalent.



Source: OECD/FAO,

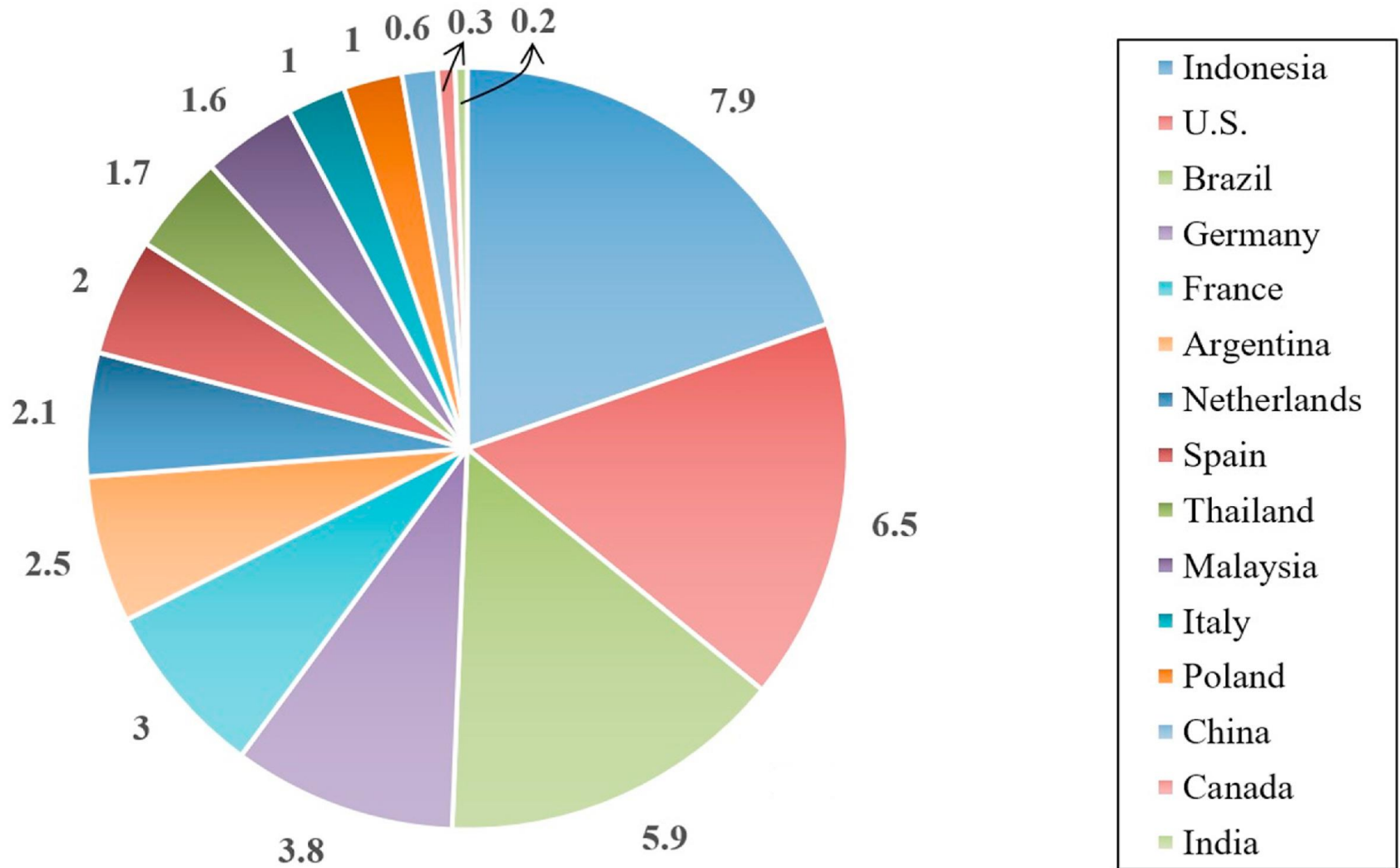


Global biodiesel production and crude glycerol price from 2003 to 2020



Global biodiesel production by country in 2019 (biodiesel production in billion liters)

REN21 Leading Biodiesel Producers Worldwide in 2019 (2021) by country (in billion liters) <https://www.statista.com/statistics/271472/biodiesel-production-in-selected-countries/>



ASTM [D6751](#) biodiesel quality standard.

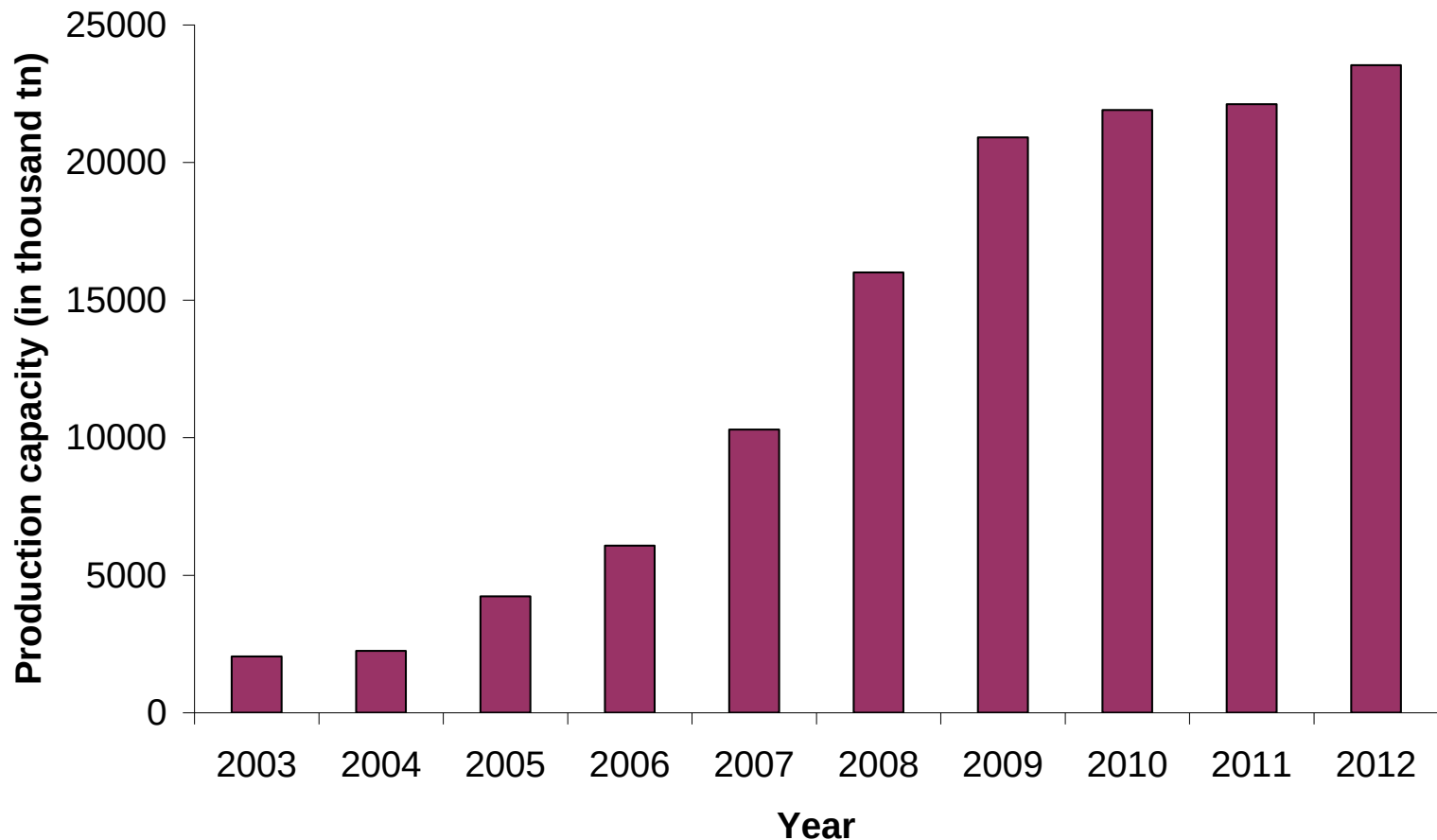
Quality Standards	Limit	Unit
Flashpoint closed cup	93 min	°C
Water content	0.050 max	% vol
Kinematic viscosity at 40 °C	1.9–6.0	mm ² /s
Sulfated ash	0.02 max	% mass
Sulfur content	0.0015 max	% mass (ppm)
Copper corrosion 3 h, 50 °C	3 max	–
Cetane index	47 min	–
Carbon residue	0.05 max	% mass
Acid number	0.50 max	mg KOH/g
Total glycerin	0.24	% mass
Phosphorus content	10 max	ppm

Different feedstock for biodiesel synthesis.

First-Generation Feedstocks	Second-Generation Feedstocks	Third-Generation Feedstocks
Soybean	<i>Jatropha curcas</i> Linnaeus	Autotrophic microalgae
Palm oil	<i>Pongamia pinnata</i>	Heterotrophic microalgae
Rapeseed	Sea mango	Municipal sewage sludge
Canola	Tallow	Yeasts
Sunflower	Poultry	Fungi
Cottonseed	Nile tilapia	Bacteria
Peanut	Castor	
Corn	Rubber seed	
Olive	Waste cooking oil (WCO)	
Coconut oil	Rendered fat	
Pumpkin	Lard oil	
Linseed		
Groundnut		
Sesame		

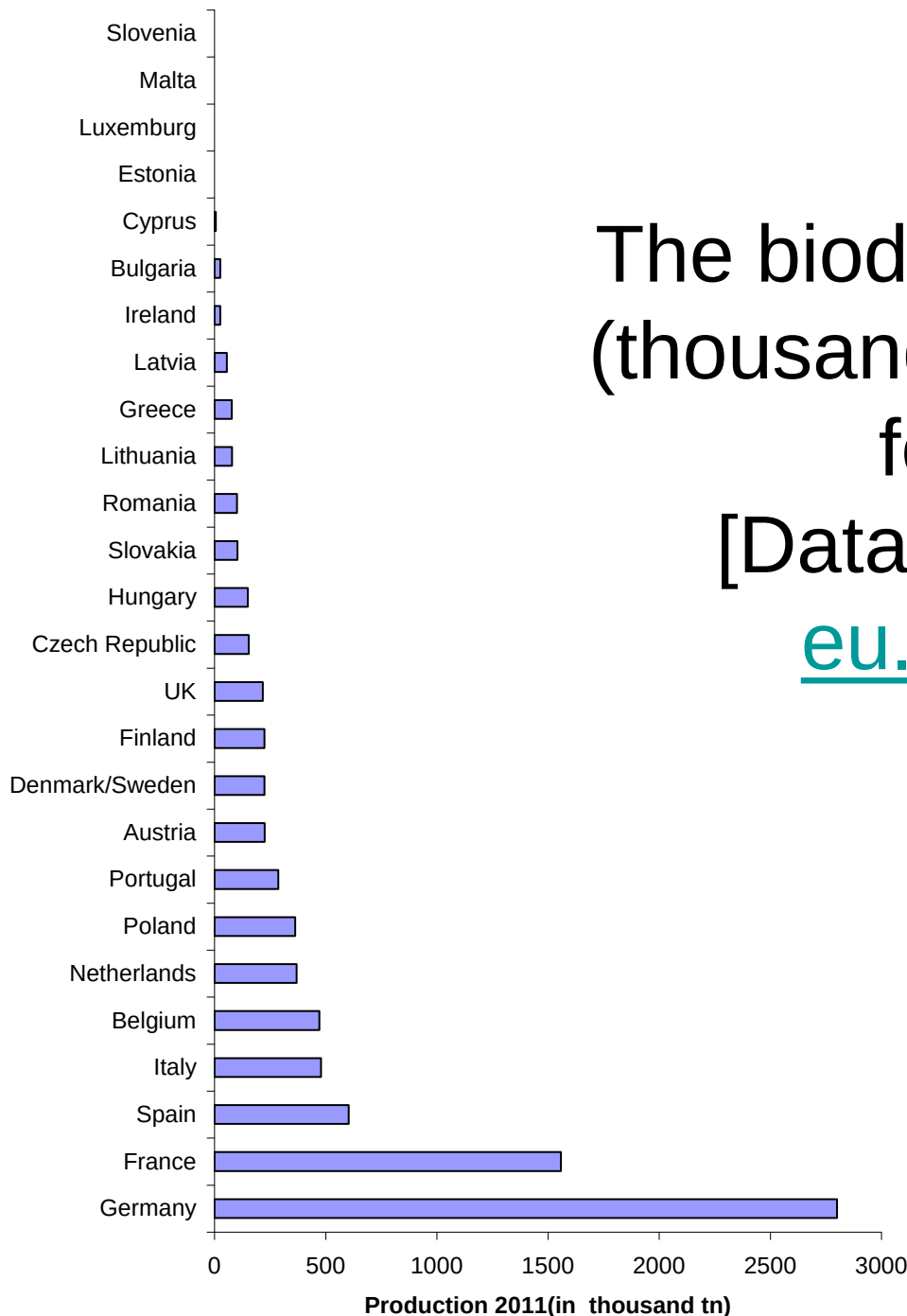
The biodiesel production capacity (thousand tn) of EU vs. year for 2003-2012

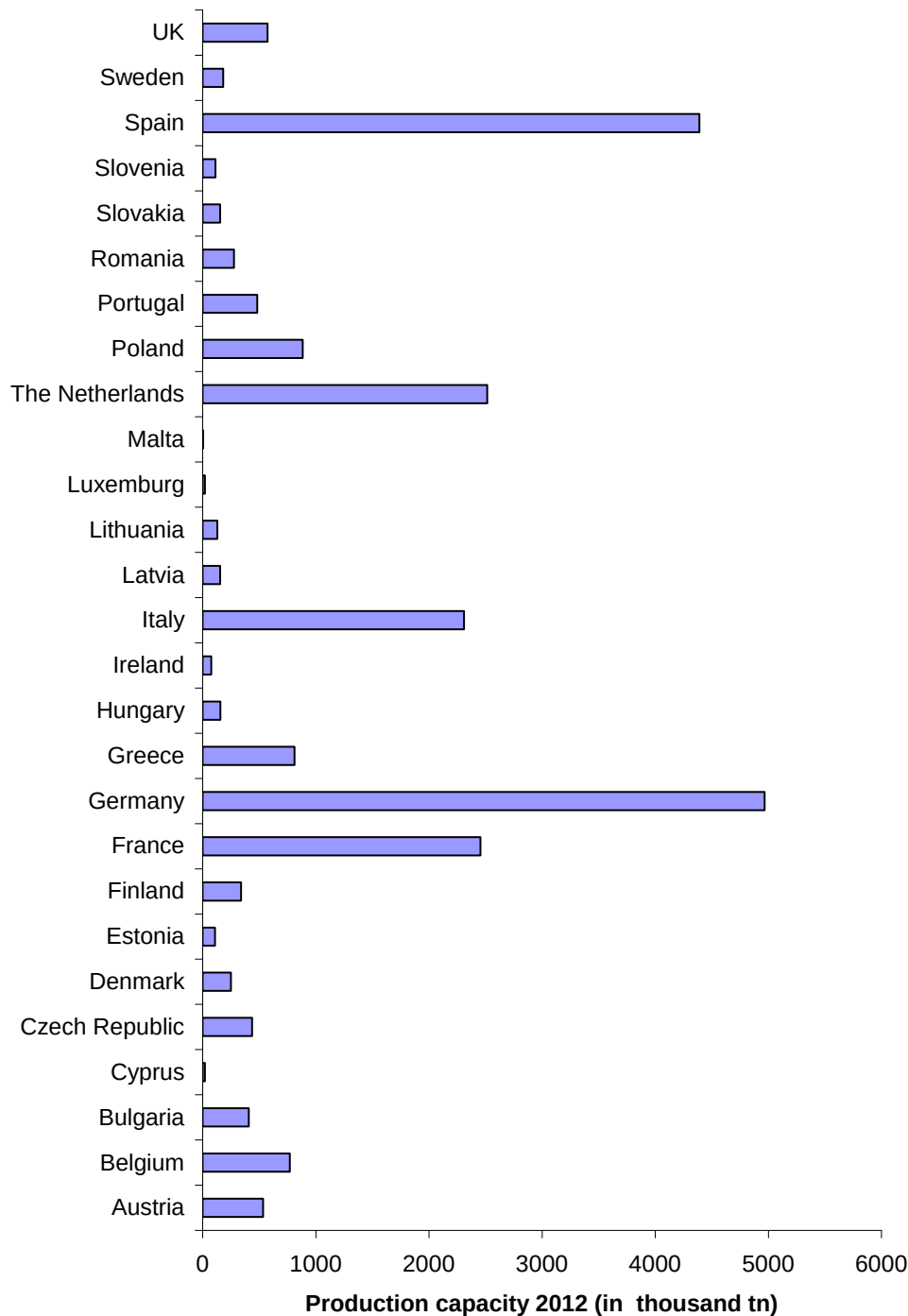
[Data: <http://www.ebb-eu.org/stats.php>].



The biodiesel real production (thousand tn) of EU countries for year 2011

[Data: <http://www.ebb-eu.org/stats.php>].





The biodiesel
production capacity
(thousand tn) of EU
vs. countries for
year 2012 [Data:
[http://www.ebb-
eu.org/stats.php](http://www.ebb-eu.org/stats.php)].

Υπογράφηκε η Υπουργική Απόφαση με την οποία δίνεται η παράταση της περιόδου κατανομής βιοντίζελ και ο καθορισμός ποσότητας κατανομής για το 2023.

- Σύμφωνα με την απόφαση για το έτος 2023 εκτιμάται ότι η συνολική ποσότητα κατανομής βιοντίζελ θα ανέλθει σε 140.000 χιλιόλιτρα (ίδια με την περσινή). Οι εταιρείες άρχισαν να υπογράφουν συμβόλαια με τους παραγωγούς για τον ηλίανθο. 17/5/2023
- Η καθυστέρηση της παραπάνω κατανομή έχει ως αποτέλεσμα την εισαγωγή τουλάχιστον 50.000m³ βιοντίζελ με ότι αυτό μπορεί να σημαίνει για το εμπορικό ισοζύγιο της χώρας και την βιωσιμότητα των εγχώριων συντελεστών του κλάδου (καλλιεργητές και βιομηχανία βιοκαυσίμων). Η ευθύνη της καθυστέρησης βαραίνει κυρίως το υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠ.ΕΝ), το οποίο, παρά τις διαβεβαιώσεις σε σύσκεψη με τους ενδιαφερομένους φορείς στις 10 Απριλίου, κωλυσιεργεί, δίνοντας την ευκαιρία στα διυλιστήρια να κερδοσκοπούν σε βάρος των 25.000 καλλιεργητών και της εγχώριας βιομηχανίας παραγωγής βιοκαυσίμων. 26/4/2023

COUNTRY	Production capacity for 2012 (in thousand tn)
Austria	535
Belgium	770
Bulgaria	408
Cyprus	20
Czech Republic	437
Denmark	250
Estonia	110
Finland	340
France	2456
Germany	4968
Greece	812
Hungary	158
Ireland	76
Italy	2310
Latvia	156
Lithuania	130
Luxembourg	20
Malta	5
The Netherlands	2517
Poland	884
Portugal	483
Romania	277
Slovakia	156
Slovenia	113
Spain	4391
Sweden	182
UK	574

Biodiesel production capacity for the year 2012 (in thousand tn) for EU

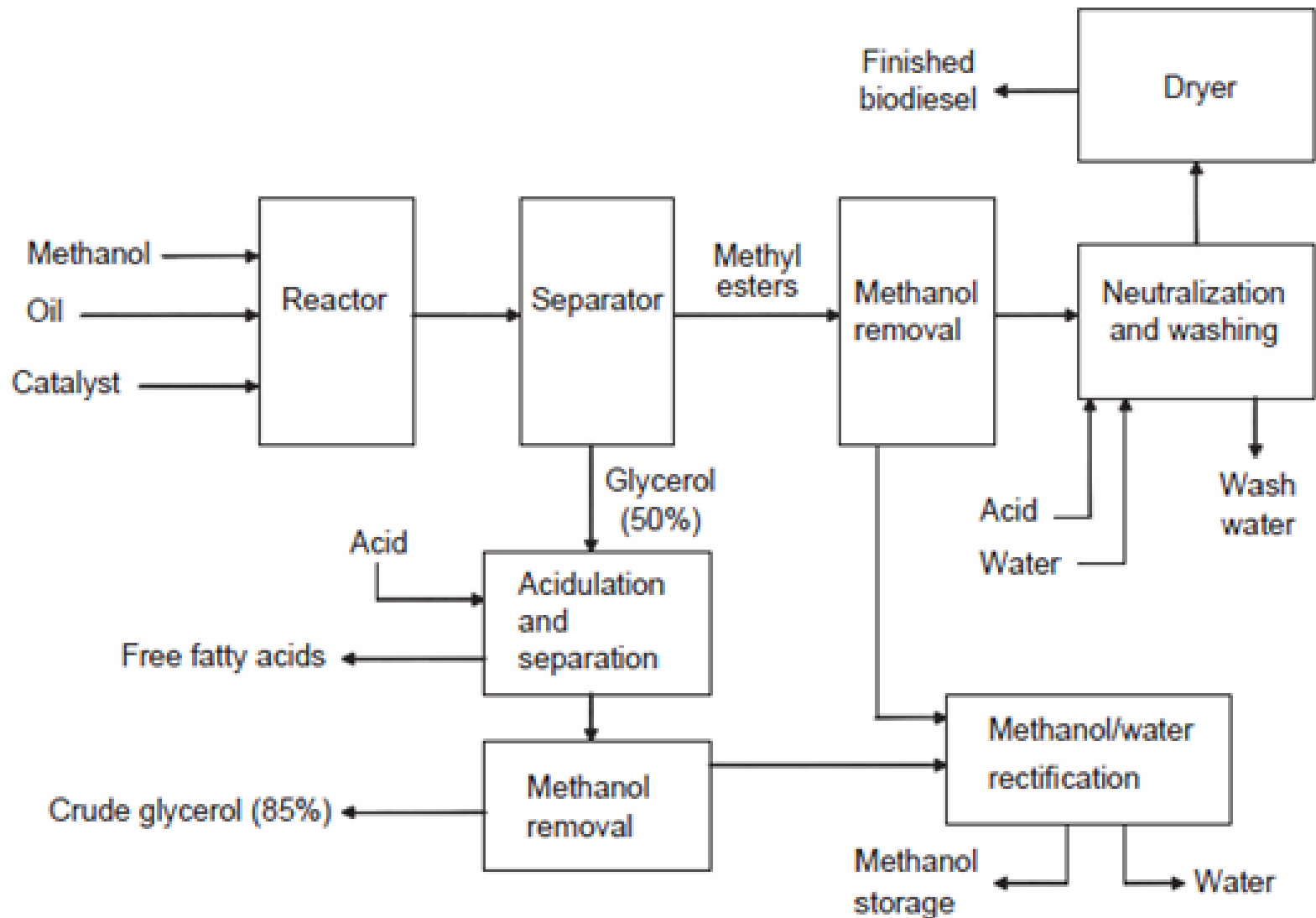
[Data: <http://www.ebb-eu.org/stats.php>].

Diesel consumption and biodiesel estimated demand for Greece (period 2005-2012).

Year	Diesel consumption (hm ³)	Substitution percentage %	Biodiesel demand (dam ³)
2005	2.055	2	41.1
2006	2.125	3	63.75
2007	2.167	4	86.68
2008	2.208	4.5	99.36
2009	2.249	5	112.45
2010	2.29	5.75	131.675
2011	2.3	6	138
2012	2.4	7	168

Biodiesel from energy cultivations and used oils in Greece (estimations for the year 2013).

	Seed yield (t km ⁻²)	Oil seeds (t)	Biodiesel volume yield (%)	Biodiesel (m ³)	Biodiesel percentage (%)
sunflower	120-300	102,606	44	45,147	47.4
rapeseed	120-250	7,515	44	3,307	3.5
soya	120-350	2,477	44	1,090	1.1
cottonseed	120-160	103,244	14	14,456	15.2
used oils	-	29,181	107	31,224	32.8
total				95,223	100.0



The flowchart of a typical Greek biodiesel factory.



PAYLOS N. PETTAS ABEE biodiesel industrial unit in Patra, Greece [Source: <http://www.pnpettas.gr/pages/greenenergy.php>].

Επένδυση στην παραγωγή βιοντίζελ-Αδειοδότηση και χρηματοδότηση σχεδίου της «Π.Ν. ΠΕΤΤΑΣ ΑΒΕΕ» στη ΒΙΠΕ Πατρών



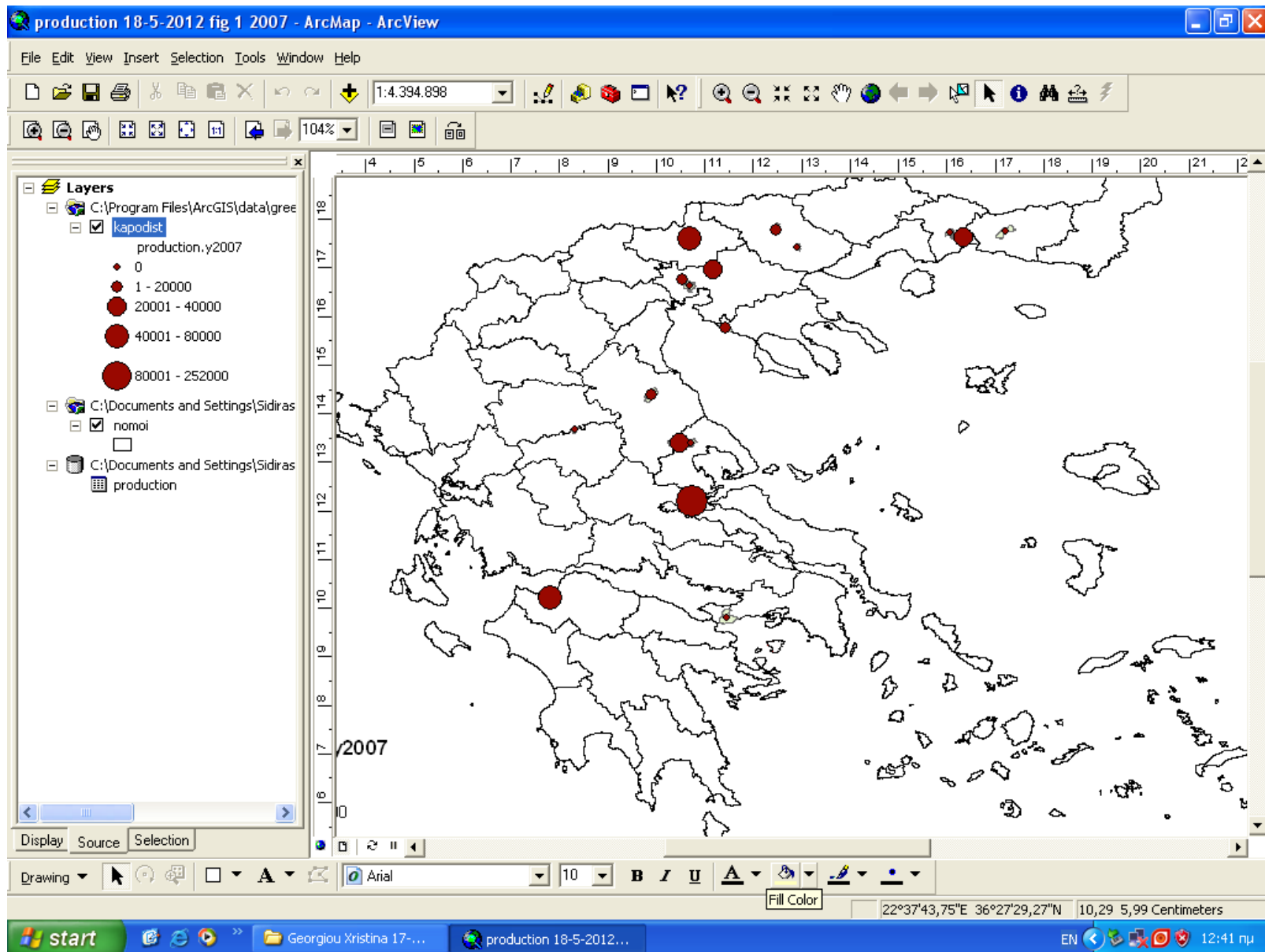
Στη χορήγηση άδειας διάθεσης βιοκαυσίμων στην εταιρεία «ΠΑΥΛΟΣ Ν. ΠΕΤΤΑΣ Α.Β.Ε.Ε» προχώρησε πρόσφατα το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας ολοκληρώνοντας τις διαδικασίες πιστοποίησης και περιβαλλοντικής αδειοδότησης της μονάδας παραγωγής βιοντίζελ δυναμικότητας 112.500 χιλιολίτρων κατ'έτος στην Βιομηχανική Περιοχή της Πάτρας (23/4/2023)

<https://gnomip.gr/2023/04/23/%CE%B5%CF%80%CE%AD%CE%BD%CE%B4%CF%85%CF%83%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B6%CE%B5%CE%BB-%CE%B1%CE%B4%CE%B5/>



AGROINVEST AEBE biodiesel industrial unit in Ahladi village, Fthiotida, Greece [Source: <http://www.agroinvest.gr/index.html>].

The different types of biodiesel externalities	Their effect to biodiesel production / consumption
<i>Positive externalities</i>	
Availability of other activities by-products useful for the biodiesel production process in the frame of Industrial Ecology.	Alcohols and methyl acetate can be used for trans- or inter-esterification of triglycerides during biodiesel production.
Consumption externalities.	Biodiesel environmental friendliness is a matter of significant importance for Eastern Greece, where 75% of the population and 85% of the industrial activity of the Country is located.
Environmental externalities - GHG emissions.	In the case that biodiesel substitutes diesel quantities, lower GHG emissions are estimated by LCA.
Impacts on the climate changes.	Mild effect on global warming.
Impacts on the employment.	Opening of more jobs as regards local agricultural sector and biodiesel production industry.
Impacts on the trade balance.	Less crude oil imports.
National security externalities	Biofuels could significantly reduce the amount of imported crude oil needed to fuel Greece.
Network externalities or network effect.	Producers can coordinate supply in order to cover continuously demand created by the transportation and the industrial sector.
Production externalities.	•The pre-existed four oil refinery units provide conventional types of diesel that can be partially replaced by biodiesel. •The first located biodiesel units, the preparation of the market and the imitation effect give rise to the exponentially increasing part of the market penetration curve.
Removal / recovery of glycerol.	•Increases the yield of biodiesel production reaction. •Increases the profit of biodiesel production. •Can be used as raw material to soap industry etc.
Scale externalities or scale effects	Industries with higher capacities might have a higher per capita production than smaller ones.
Used oils as raw materials for biodiesel production	Saves virgin oils from been biodiesel raw materials.
<i>Negative externalities</i>	
Environmental externalities - GHG emissions.	Increased air pollution by more GHG emissions in total from the consumption of both diesel and biodiesel.
Increased use of fertilizers in the agricultural sector for biodiesel raw materials production.	Increased land and surface/underground water pollution.
Miles externalities.	A demand for more miles incorporates the externalities associated with vehicle miles traveled and has as a result congestion on the roads and more accidents.



Screenshot of the GIS (ArcGIS/ArcView 9.1) software application for assessing biodiesel production in Greece



GIS map for the capacity of the biodiesel production units in 2005.



GIS map for the capacity of the biodiesel production units in 2007.



GIS map for the capacity of the biodiesel production units in 2006.



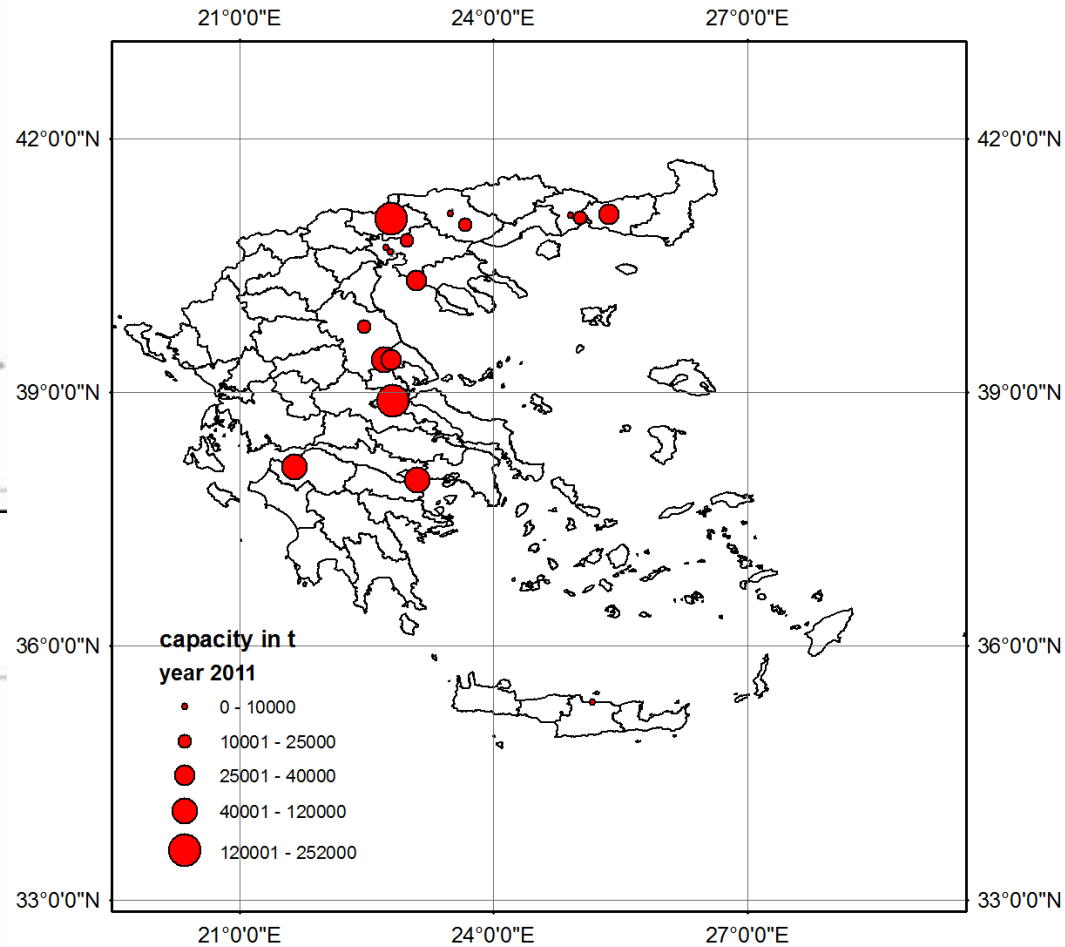
GIS map for the capacity of the biodiesel production units in 2008.



GIS map for the capacity of the biodiesel production units in 2009.



GIS map for the capacity of the biodiesel production units in 2010.



GIS map for the capacity of the biodiesel production units in 2011.



GIS map for the quantity distributed by the government as a duty to the biodiesel production units in 2005.



GIS map for the quantity distributed by the government as a duty to the biodiesel production units in 2006.



GIS map for the quantity distributed by the government as a duty to the biodiesel production units in 2007.



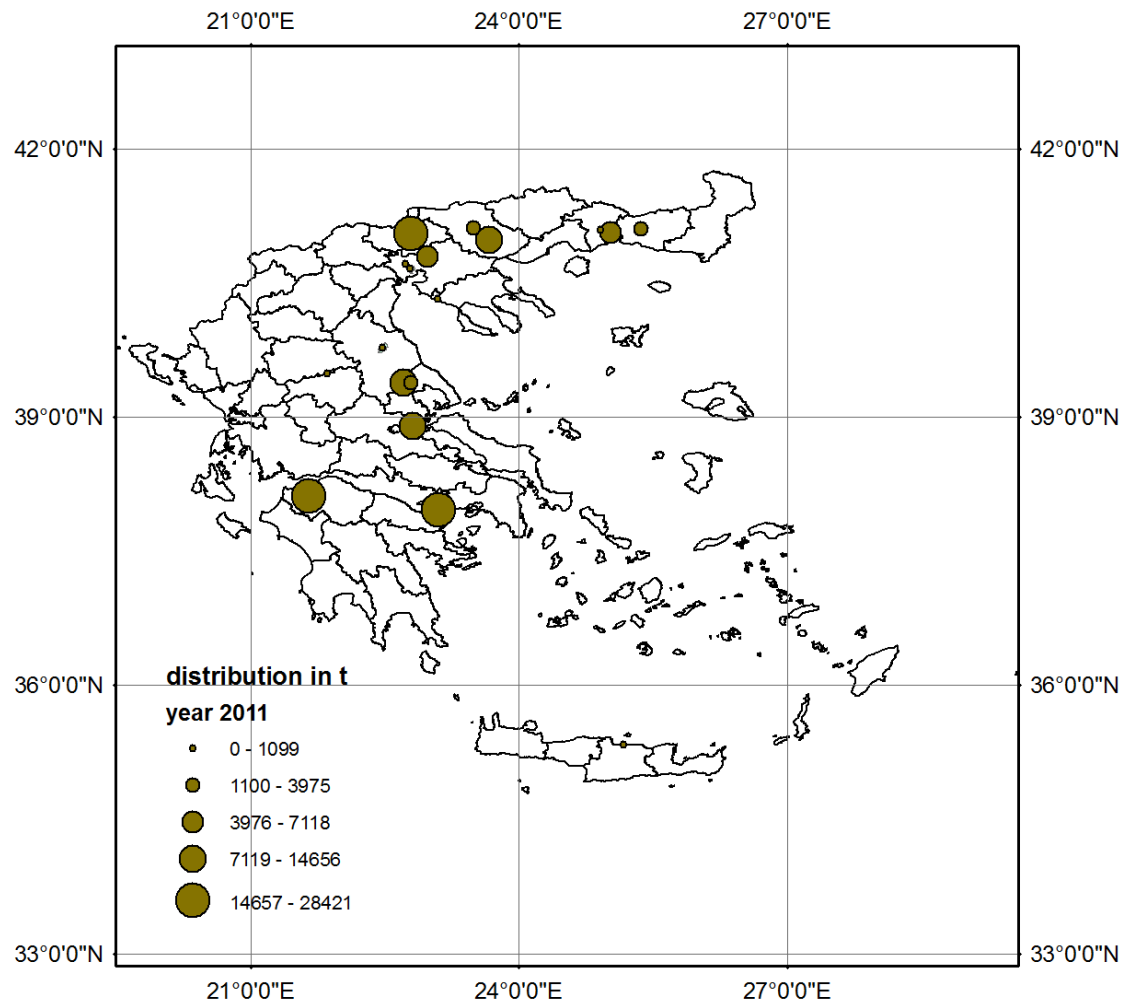
GIS map for the quantity distributed by the government as a duty to the biodiesel production units in 2008.



GIS map for the quantity distributed by the government as a duty to the biodiesel production units in 2009.



GIS map for the quantity distributed by the government as a duty to the biodiesel production units in 2010.



GIS map for the quantity distributed by the government as a duty to the biodiesel production units in 2011.



GIS map for the production of the biodiesel units in 2005.



GIS map for the production of the biodiesel units in 2007.



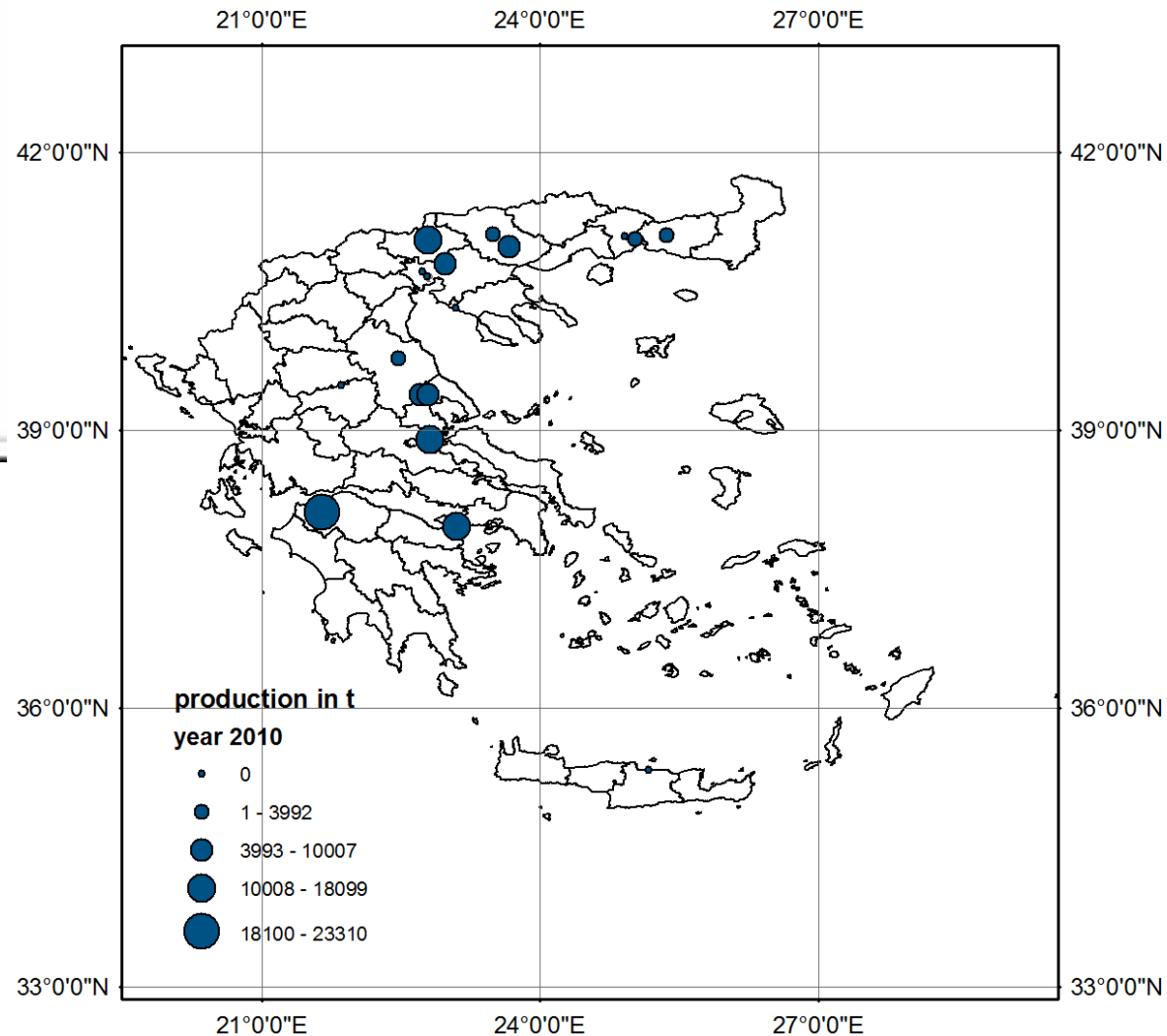
GIS map for the production of the biodiesel units in 2006.



GIS map for the real production of the biodiesel units in 2008.



GIS map for the real production of the biodiesel units in 2009.



GIS map for the real production of the biodiesel units in 2010.

Factories	thousands L
AGROINVEST AEBE	12240
ANDRIATIK OIL SA	334
BIODIESEL LTD	7118
BIOENENEGY PAPAIOANNOY SA	1099
BIOPOWER BIOKINETIC LTD	72
DP LUBRIFICANTI SRL	239
EL.BI - HELLENIC BIO-OILS ABEE	19110
ELIN BIOFUELS SA	10786
ELPE SA	2403
FYTOENERGY SA - NEW ENERGY	14656
GF ENERGY SA	19115
GOECO SA	58
HELLAS OIL SA	259
KATOIL AEBE	280
MANOS SA	3975
MIL OIL HELLAS SA	2795
MOTOR OIL (HELLAS) KORINTHOS REFINERIES SA	431
MUENZER BIONDUSTRIE GMBH	133
NORTH GREECE EKKOKKISTIRIA KLOSTIRIA SA	5215
OIL.BS.R.L.	344
PAYLOS N.PETTAS ABEE	28421
PETROIL SA	285
PETSAS SA - UNDERWARE INDUSTRY	2281
STAFF COLOUR ENERGY ABEE	349
Total	132000

The quantity distributed by the government as a duty to the Greek biodiesel production units and importers during 2011.

The biodiesel quantity distributed by the government as a duty to the Greek production companies for the year 2013.

No	Factories	Biodiesel m ³ y ⁻¹	Participation percentage %
1	AGROINVEST AEBE	19247	20.92%
2	BIODIESEL SA	1217	1.32%
3	BIODIESEL UNIT LTD	3076	3.34%
4	BIOENERGY (PAPAIOANNOY) SA	1993	2.17%
5	DP LUBRIFICANTI SRL	162	0.18%
6	EL.VI ABEE	6437	7.00%
7	ELIN BIOFUELS SA	7704	8.37%
8	EPILEKTOS ENERGY SA	1217	1.32%
9	GF ENERGY ABEE	10227	11.12%
10	HELLENIC OILS SA	1393	1.51%
11	KATOIL AEBE	428	0.47%
12	MANOS SA	3898	4.24%
13	MIL OIL HELLAS SA	3007	3.27%
14	MOTOR OIL (HELLAS) KORINTHOS REFINERIES SA	1243	1.35%
15	NEW ENERGY (FYTOENERGY) SA	8723	9.48%
16	NORTH GREECE EKKOKKISTIRIA KLOSTIRIA SA	2319	2.52%
17	PAYLOS PETTAS ABEE	15323	16.66%
18	REVOIL BIOFUELS SA	1243	1.35%
19	STAFF COLOR ENERGY ABEE	1900	2.07%
20	TAILORS CONSULTANTS & COLORS LTD	1243	1.35%
	Total	92000	100.00%

Raw materials declared by the industry according to the biodiesel quantity distributed by the government as a duty to the Greek biodiesel production units for the year 2013.

Factories	Oil seeds (t)				Used oils (t)	Estimated biodiesel (m³)					Total biodiesel (m³)
	sunflower	rapeseed	soya	cottonseed		sunflower	rapeseed	soya	cottonseed	used oils	
AGROINVEST AEBE	30778	253		7858	6985	13542	111		1100	7474	22228
BIODIESEL UNIT LTD	2844	2510			790	1251	1104			845	3201
BIOENERGY PAPAIOANNOY SA	2463	8		430	577	1084	3		60	617	1765
DP LUBRIFICANTI SRL					60					64	64
EL.VI ABEE	8895	428			2243	3914	188			2400	6502
ELIN BIOFUELS SA	2736			12868	8496	1204			1802	9091	12096
GF ENERGY ABEE	15325	3	678	1282	4061	6743	1	298	180	4345	11567
KATOIL AEBE					49					52	52
MANOS SA	1765	45		17676	816	777	20		2475	873	4145
MIL OIL HELLAS SA	1707	453		5000	1090	751	199		700	1166	2817
NEW ENERGY (FYTOENERGY) SA	12960	3481	1799	4000	528	5702	1532	792	560	565	9151
NORTH GREECE EKKOKKISTIRIA KLOSTIRIA SA	1280	335		3935	1956	563	147		551	2093	3355
PAYLOS PETTAS ABEE	21853			50195	876	9615			7028	937	17581
STAFF COLOR ENERGY ABEE					654					700	700
Total	102606	7515	2477	103244	29181	45147	3307	1090	14457	31224	95223
Percentage %						47.4%	3.5%	1.1%	15.2%	32.8%	53100.0%

Percentages (%) of produced biodiesel supplied to the Greek Refineries to be mixed with diesel according to the regulations.

Year	MOTOR OIL (HELLAS) KORINTHOS REFINERIES SA	ELPE SA	SHELL HELLAS SA
2006	24	75	1
2007	26	72	2
2008	27	73	0
2009	27	73	0
2010	33	67	0
2011	34	66	0

Δικαιούχος εταιρεία	Προέλευση κατανεμόμενης ποσότητας αυτούσιου βιοντίζελ	Συνολική ετήσια κατανεμόμενη ποσότητα αυτούσιου βιοντίζελ (χιλιόλιτρα)	Ποσοστό συμμετοχής στην κατανομή (%)
ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ Ε.Π.Ε. ΑΣΣΗΡΟΣ BIOENERGIA	Μονάδα παραγωγής στο Δρυμό Θεσσαλονίκης	4.138,68	3,76%
MIL OIL HELLAS A.E.	Μονάδα παραγωγής στο ΒΙ.ΠΑ. Λάκκωμα Χαλκιδικής	5.209,21	4,74%
ΕΞ.ΒΙ. Ι.Κ.Ε. NEWENERGY S.A.	Μονάδα παραγωγής στη ΒΙ.ΠΕ. Λευκώνα Σερρών	3.866,43	3,51%
ΕΛ.ΒΙ. Α.Β.Ε.Ε. ΠΑΥΛΟΣ Ν. ΠΕΤΤΑΣ Α.Β.Ε.Ε.	Μονάδα παραγωγής στη ΒΙ.ΠΕ. Σίνδου	405,10	0,37%
SPA RENEWABLES A.E.	Μονάδα παραγωγής στο Παραλίμνιο Σερρών	8.449,74	7,68%
ΠΕΤΣΑΣ Α.Ε. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΣΩΡΟΥΧΩΝ	Μονάδα παραγωγής στο Κιλκίς	2.940,44	2,67%
ΕΚΚΟΚΚΙΣΤΗΡΙΑ - ΚΛΩΣΤΗΡΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.	Μονάδα παραγωγής στη ΒΙ.ΠΕ. Πατρών Αχαΐας	26.470,64	24,06%
ΑΓΡΟΙΝVEST S.A.	Μονάδα παραγωγής στα Ίσθμια Κορινθίας	177,89	0,16%
ΑΚFA Α.Β.Ε.Ε.	Μονάδα παραγωγής στο Δήμο Κομοτηνής Ροδόπης	569,29	0,52%
GRINCO Α.Β.Ε.Ε. VERD	Μονάδα παραγωγής στο Κουτσό Δήμου Αβδήρων Ξάνθης	475,29	0,43%
MANΟΣ Α.Ε.	Μονάδα παραγωγής στο Αχλάδι Φθιώτιδας	33.321,83	30,29%
GF ENERGY Α.Β.Ε.Ε.	Μονάδα παραγωγής στο Δήμο Χαλκιδέων Ευβοίας	631,60	0,57%
ΑΒΙΝ	Μονάδα παραγωγής στη ΒΙ.ΠΕ. Λάρισας	2.216,24	2,01%
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ (ΕΛΛΑΣ) ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ Α.Ε.	Μονάδα παραγωγής στη Β' ΒΙ.ΠΕ. Βόλου στο Βελεστίνο Μαγνησίας	9.014,58	8,20%
ΤΕΪΛΟΡΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε.	Μονάδα παραγωγής στη Β' ΒΙ.ΠΕ. Βόλου στο Βελεστίνο Μαγνησίας	3.126,21	2,84%
ΤΕΪΛΟΡΣ ΓΚΑΣ Μ.Ε.Π.Ε.	Μονάδα παραγωγής στους Αγ. Θεοδώρους Κορινθίας	8.200,00	7,45%
ΤΕΪΛΟΡΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε.	Εισαγωγή από: α) NOVAOL, Ραβέννα Ιταλίας β) HIGH PROTEIN LTD, Προβάντια, Βουλγαρία	152,92	0,14%
ΤΕΪΛΟΡΣ ΓΚΑΣ Μ.Ε.Π.Ε.	Εισαγωγή από: α) NOVAOL, Ραβέννα Ιταλίας β) HIGH PROTEIN LTD, Προβάντια, Βουλγαρία	225,55	0,21%
ΕΛ.ΠΕ. Α.Ε.	Εισαγωγή από HIGH PROTEIN LTD, Προβάντια, Βουλγαρία	16,92	0,02%
	Εισαγωγή από HIGH PROTEIN LTD, Προβάντια, Βουλγαρία	16,92	0,02%
	Εισαγωγή από HIGH PROTEIN LTD, Προβάντια, Βουλγαρία	374,54	0,34%

ΠΙΝΑΚΑΣ 3							
Δικαιούχος εταιρεία	Ελαιούχοι σπόροι			Βαμβακόσπορος		Χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια, τηγανέλαια, ζωικά λίπη	
	Είδος ελαιούχου σπόρου	Ποσότητα (τόνοι)	Απόδοση σε βιοντίζελ (χλτ)	Ποσότητα (τόνοι)	Απόδοση σε βιοντίζελ (χλτ)	Ποσότητα (τόνοι)	Απόδοση σε βιοντίζελ (χλτ)
BIONTHZEΛ Ε.Π.Ε. ΑΣΣΗΡΟΣ	ηλίανθος ελαιοκράμβη	7.813,36 5.515,30	5.864,61			313,24	335,17
BIOENERGIA	ηλίανθος ελαιοκράμβη	10.124,33 7.106,31	7.581,48				
MIL OIL HELLAS A.E.	ηλίανθος ελαιοκράμβη	11.906,75 648,19	5.630,24			264,70	283,23
NEWENERGY S.A.	ηλίανθος ελαιοκράμβη	22.022,59 5.284,49	12.019,63			455,18	487,04
	σόγια	482,12					
ΕΛ.ΒΙ. Α.Β.Ε.Ε.	ηλίανθος	2.098,70	923,43	35.000,00	4.900,00	24,30	26,00
ΠΑΥΛΟΣ Ν. ΠΕΤΤΑΣ Α.Β.Ε.Ε.	ηλίανθος ελαιοκράμβη	65.002,24 6.337,95	32.021,07	89.970,36	12.595,85	442,41	473,38
	σόγια	2.869,95					
SPA RENEWABLES A.E.						24,00	25,68
ΠΕΤΣΑΣ Α.Ε. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΣΩΡΟΥΧΩΝ	ηλίανθος	1.080,58	475,46			247,10	264,40
ΕΚΚΟΚΚΙΣΤΗΡΙΑ - ΚΛΩΣΤΗΡΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.	ηλίανθος ελαιοκράμβη	831,55 280,10	489,12	745,53	104,37		
AGROINVEST S.A.	ηλίανθος ελαιοκράμβη	67.056,26 20.575,10	39.035,04	29.121,36	4.076,99	20.470,50	21.903,44
	σόγια	2.169,28					
AKFA Α.Β.Ε.Ε.	ηλίανθος	495,85	218,17				
GRINCO Α.Β.Ε.Ε.	ηλίανθος ελαιοκράμβη	3.118,30 2.023,33	2.262,32			722,52	773,10
VERD						32.051,05	34.294,62
ΜΑΝΟΣ Α.Ε.				22.155,82	3.101,81	5.780,47	6.185,10
GF ENERGY Α.Β.Ε.Ε.	ηλίανθος ελαιοκράμβη	18.726,70 2.737,71	9.978,13	7.300,00	1.022,00	2.607,11	2.789,61
	σόγια	2.426,32					
ΣΥΝΟΛΟ:	ηλίανθος ελαιοκράμβη	210.277,201 50.508,469	116.498,693	184.293,067	25.801,029	63.402,582	67.840,763
	σόγια	7.968,174					

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Α'

ΑΕΓΕΑΝ ΟΙΛ Α.Ε.

ΑΡΓΩ Α.Ε. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ

ΑΤΛΑΝΤΙΣ Α.Ε.

ΒΙΤΟΥΜΙΝΑ Α.Ε.

ΕΚΟ Α.Β.Ε.Ε.

ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Ε.

ΕΛΙΝΟΙΛ Α.Ε.

ΕΤΕΚΑ Α.Ε.

ΤΡΙΑΙΝΑ Α.Ε.

MELCO ΟΙΛ Α.Ε.

MENT ΟΙΛ Α.Ε.

ΡΕΒΟΙΛ Α.Ε. - Ε.Π.

ΡΟΔΟΓΚΑΖ Α.Ε. ΥΓΡΑΕΡΙΩΝ

ΣΙΛΚ ΟΙΛ Α.Ε.

ΑVINOIL ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ Α.Ε.

CORAL Α.Ε.

GALLON FUEL ΑΒΕΕΠ

ΟΤSM Α.Ε.

PORTO PETROL Α.Ε.

OIL ONE S.A.

CETRACORE - JETOIL Α.Ε.

EXCEL LUBRICANTS ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ

VALCARGO S.A.

MENTITEPPANIAN ΜΠΙΤΟΥΜΕΝ Α.Ε.

ΕΧΟ Α.Ε.

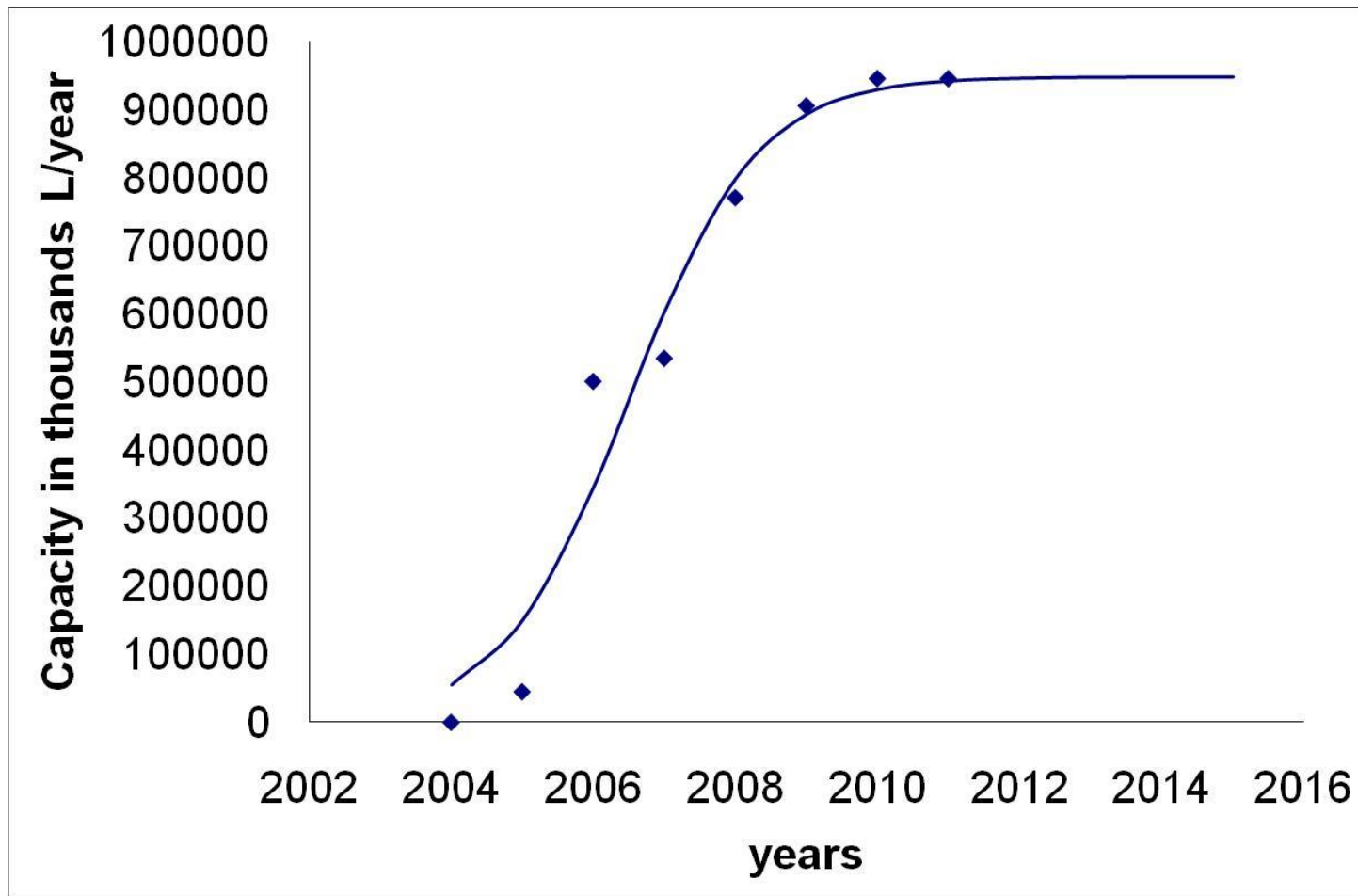
ΕΡΜΗΣ Α.Ε.Μ.Ε.Ε.

THE S-SHAPE SIMULATION MODEL

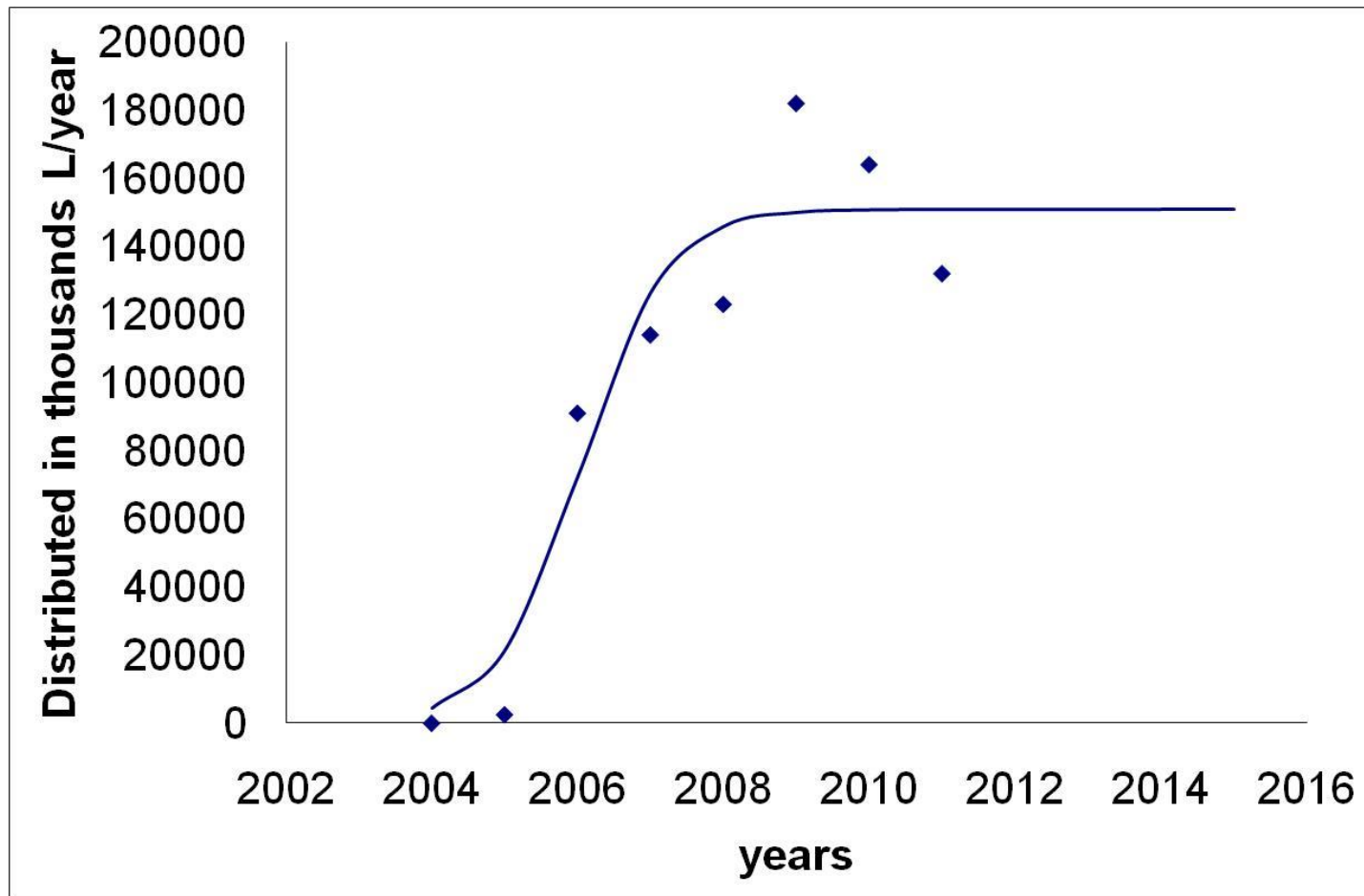
The S-shape logistic function based simulation model is given as follows

$$y = \frac{K}{1 + e^{-b-x}}$$

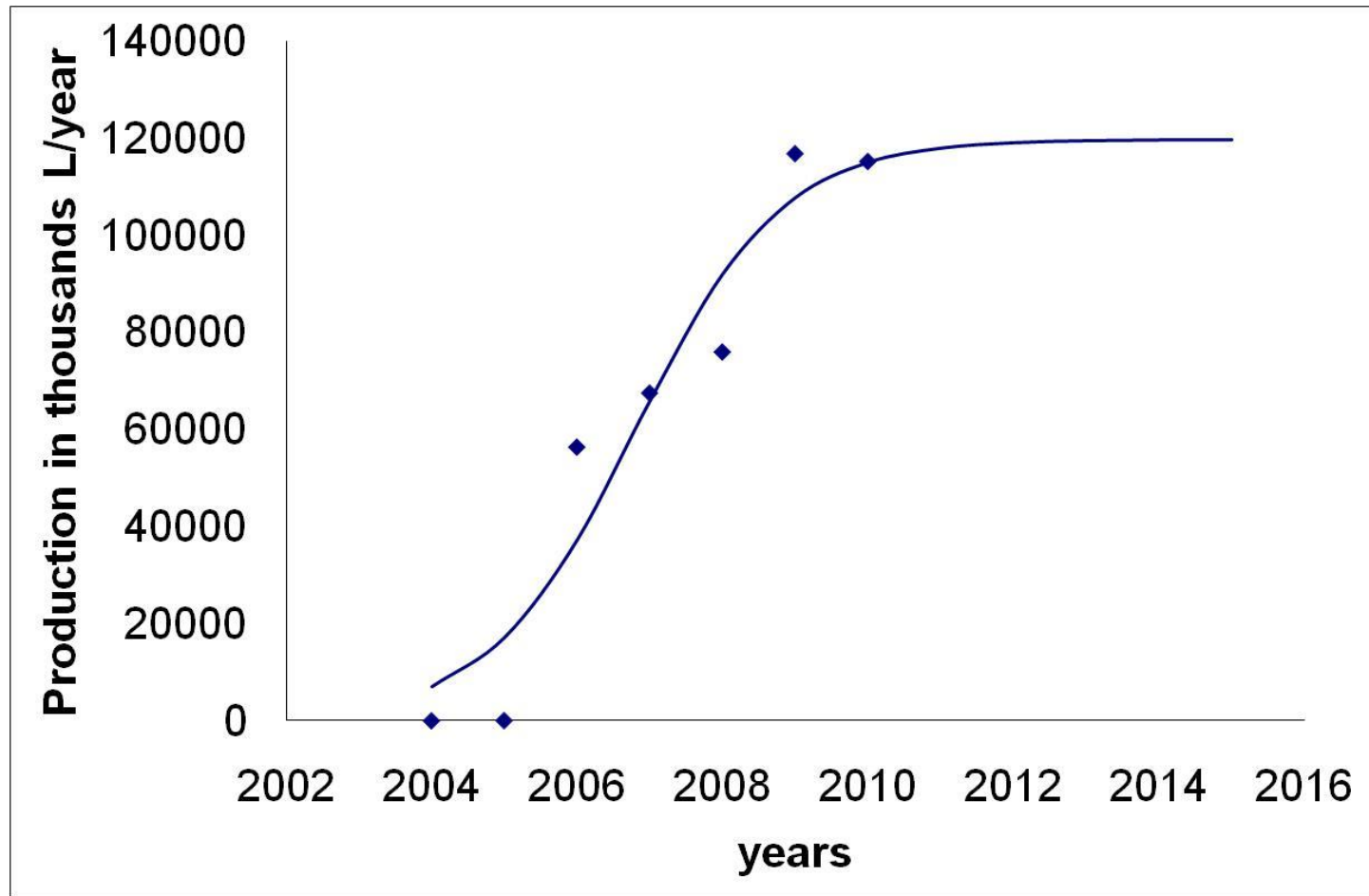
where y is the annual biodiesel 'capacity' or the 'quantity distributed by the government as a duty' or the 'real production' (in thousands L) and x is the 'number of years' after the year 2004.



The S-shape curve for the capacity of the biodiesel production units vs. time.



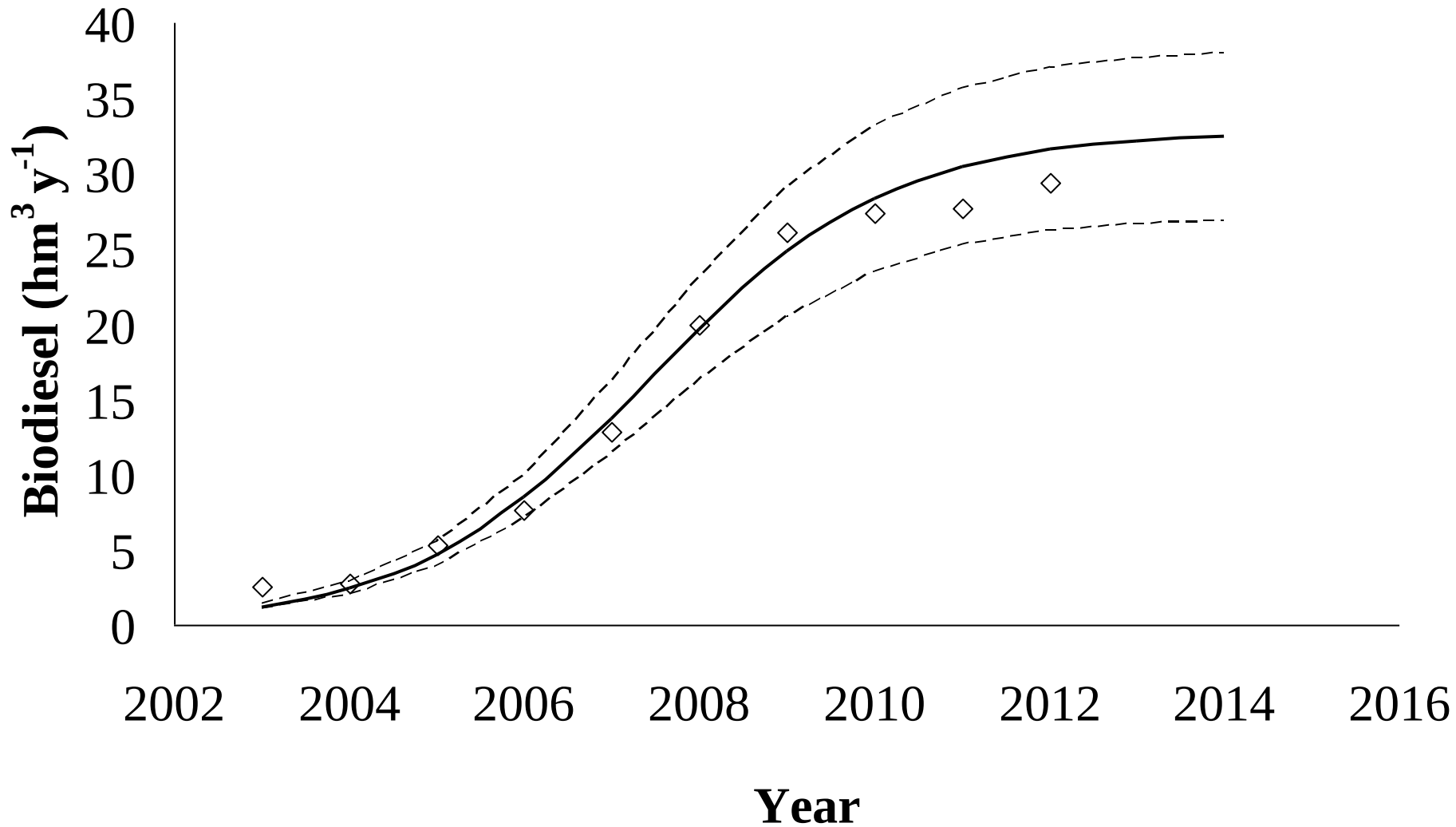
The S-shape curve for the distributed by the government biodiesel production units vs. time.



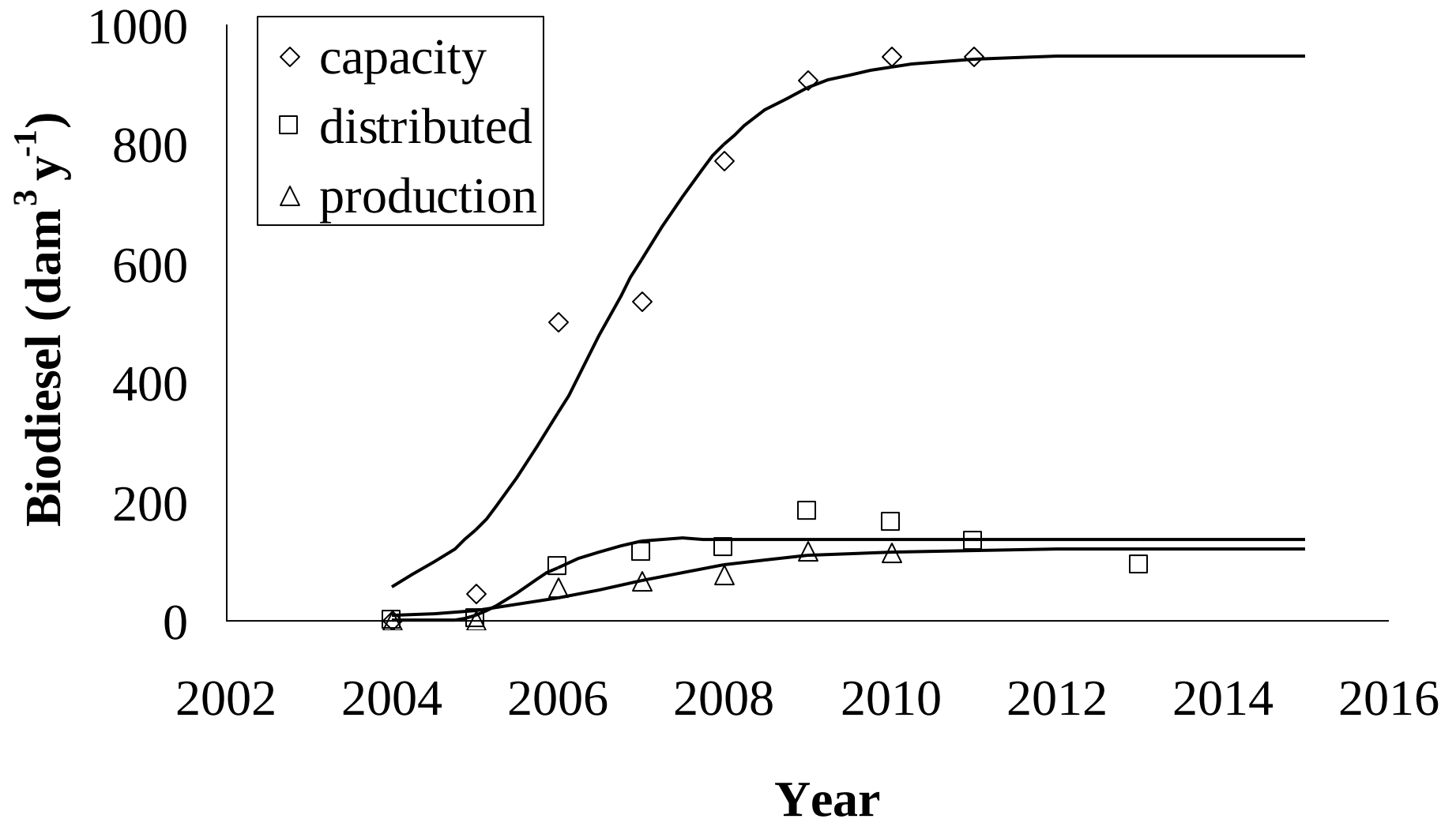
The S-shape curve for the real production of the biodiesel industry vs. time.

Parameters of the logistic function based simulation model for capacity, quantity distributed by the government and real production.

	Capacity	Distributed	Production
K	948,315	150,845	119,785
m	16.12	33.97	16.30
b	1.1159	1.7235	0.9979
SEE	93,907	24,306	16,187



The S-shape curve for the production capacity of the biodiesel in European Union vs. time.



The S-shape curve for (i) the production capacity, (ii) the distributed by the government expected production and (iii) the real production of the biodiesel in Greece vs. time.

Βιβλιογραφία

- Arman Amani Babadi, Shahrooz Rahmati, Rafieh Fakhlaei, Bahram Barati, Shuang Wang, William Doherty, Kostya (Ken) Ostrikov, Emerging technologies for biodiesel production: Processes, challenges, and opportunities, *Biomass and Bioenergy*, **163**, 2022, 106521, <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106521>.
- D. Singh, D. Sharma, S.L. Soni, S. Sharma, P.K. Sharma, A. Jhalani A review on feedstocks, production processes, and yield for different generations of biodiesel *Fuel*, **262** (2020), Article 116553
- Sujata Brahma, Biswajit Nath, Bidangshri Basumatary, Bipul Das, Pankaj Saikia, Khemnath Patir, Sanjay Basumatary, Biodiesel production from mixed oils: A sustainable approach towards industrial biofuel production, *Chemical Engineering Journal Advances*, **10**, 2022, 100284, <https://doi.org/10.1016/j.ceja.2022.100284>
- IEA (2023), *Renewable Energy Market Update - June 2023*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-june-2023>, License: CC BY 4.0
- IEA, *Share of global biodiesel output by country, 2017-2023*, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-global-biodiesel-output-by-country-2017-2023>, IEA. Licence: CC BY 4.0

- Biomass and Alternate Fuel Systems: An Engineering and Economic Guide, Edited by Thomas F. McGowan, Michael L. Brown, William S. Bulpitt & James L. Walsh Jr, Wiley-AIChE, 2011.
- Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals, by Donald L. Klass. Academic Press, 1998.
- Energy: Ethanol: The Production and Use of Biofuels, Biodiesel, and Ethanol, Agriculture-Based Renewable Energy Production Inc, by Brent Yacobucci & Randy Schnepf, TheCapitol.Net, Inc. 2010.
- Ethanol and Biodiesel: What You Need To Know, by Terry Boudreaux. Hart Energy Publishing, 2007.
- A. Demirbas (2008). *The Importance of Bioethanol and Biodiesel from Biomass, Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 3, 177-185.
- <http://www.agroenergy.gr/categories/%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B6%CE%B5%CE%B5>
- <https://www.forin.gr/articles/article/52876/upen-dapeek-91141-3744-2021>
- <https://renewablesnow.com/news/biofuels-remain-main-driver-of-green-transport-by-2023-636068/>

- D.K. Sidiras. GIS based simulation of the biodiesel penetration in European Union markets: The case of Greece. *Biomass and Bioenergy*, **65** (2014) 101-111, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.03.042>
- D. Sidiras. GIS Based Assessment of the Spatiotemporal Distribution of Biodiesel Production Units in Greece. Recent Advances in Energy, Environment and Development. Proc. 7th International Conference on Energy and Development, Environment and Biomedicine (EDEB '13), Cambridge, MA, USA, January 2013, 92-97.
- D. Batzias, D. Karalekas, D. Sidiras, An Externalities Assessment Based Interpretation of the Spatial Concentration of Biodiesel Production Units in Eastern Continental Greece - A GIS Approach. Proc. 17th European Biomass Conference. Hamburg, Germany, July 2009, 2541-2548.
- A. Gómez, M. Rodrigues, C. Montañés, C. Dopazo, N. Fueyo. The technical potential of first-generation biofuels obtained from energy crops in Spain. *Biomass and Bioenergy*, **35**(5), 2011, 2143-2155.
- A.M. Hennecke, M. Faist, J. Reinhardt, V. Junquera, J. Neeft, H. Fehrenbach. Biofuel greenhouse gas calculations under the European Renewable Energy Directive – A comparison of the BioGrace tool vs. the tool of the Roundtable on Sustainable Biofuels. *Applied Energy*, **102**, 2013, 55-62.
- B. Niblick, J.D. Monnell, X. Zhao, A.E. Landis. Using geographic information systems to assess potential biofuel crop production on urban marginal lands. *Applied Energy*, **103**, 2013, 234-242.
- C. Castiblanco, A. Etter, T.M. Aide. Oil palm plantations in Colombia: a model of future expansion. *Environmental Science & Policy*, **27**, 2013, 172-183.
- C. Panoutsou, I. Namatov, V. Lychnaras, A. Nikolaou, Biodiesel options in Greece, *Biomass & Bioenergy*, **32**(6), 2008, 473-481.
- C.M. Gasol, J. Salvia, J. Serra, A. Antón, E. Sevigne, J. Rieradevall, X. Gabarrell. A life cycle assessment of biodiesel production from winter rape grown in Southern Europe. *Biomass and Bioenergy*, **40**, 2012, 71-81.

- E. Savvanidou, E. Zervas, K.P. Tsagarakis. Public acceptance of biofuels. *Energy Policy*, 38(7), 2010, 3482-3488.
- E.A. Nanaki, C.J. Koroneos. Comparative LCA of the use of biodiesel, diesel and gasoline for transportation. *Journal of Cleaner Production*, 20(1), 2012, 14-19.
- F. Hellmann, P.H. Verburg. Spatially explicit modelling of biofuel crops in Europe. *Biomass and Bioenergy*, 35(6), 2011, 2411-2424.
- F.A. Batzias, D.K. Sidiras, E.K. Spyrou, Evaluating livestock manures for biogas production: a GIS based method, *Renewable Energy*, 30(8), 2005, 1161-1176.
- F.A. Batzias, D.K. Sidiras, The Impact of Oil-Price Change on Spatial Distribution of Waste Lignocellulosics Supply within a Competitive Market - A GIS-Based Approach, *Proc. 15th European Biomass Conference*, Berlin, Germany, May 2007, 2573-2581.
- F.A. Batzias, D.K. Sidiras. RDB/GIS-Assisted Biomass Potential Estimation-Implementation in the Case of North-Eastern Greece. *Proc. 14th European Biomass Conference*. Paris, France, Oct. 2005, 461-464.
- G. Fontaras, M. Kousoulidou, G. Karavalakis, E. Bakeas, Z. Samaras. Impact of straight vegetable oil–diesel blends application on vehicle regulated and non-regulated emissions over legislated and real world driving cycles. *Biomass and Bioenergy*, 35(7), 2011, 3188-3198.
- G. Fontaras, V. Skoulou, G. Zanakakis, A. Zabaniotou, Z. Samaras. Integrated environmental assessment of energy crops for biofuel and energy production in Greece. *Renewable Energy*, 43, 2012, 201-209.
- G. Ragaglini, F. Triana, R. Villani, E. Bonari. Can sunflower provide biofuel for inland demand? An integrated assessment of sustainability at regional scale. *Energy*, 36(4), 2011, 2111-2118.

- G.R. Timilsina, O.O. Chisari, C.A. Romero. Economy-wide impacts of biofuels in Argentina. *Energy Policy*, 55, 2013, 636-647.
- I. Boukis, N. Vassilakos, G. Kontopoulos, S. Karellas, Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece: Part I: Available biomass and methodology, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 13(5), 2009, 971-985.
- I. Boukis, N. Vassilakos, G. Kontopoulos, S. Karellas, Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece: Part II: Logistics and economic investigation, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 13, 2009, 703-720.
- I.S. Kim, J. Binfield, M. Patton, L. Zhang, J. Moss. Impact of increasing liquid biofuel usage on EU and UK agriculture. *Food Policy*, 38, 2013, 59-69.
- J. Lin, G. Gaustad, T.A. Trabold. Profit and policy implications of producing biodiesel–ethanol–diesel fuel blends to specification. *Applied Energy*, 104, 2013, 936-944.
- J. Malça, F. Freire. Life-cycle studies of biodiesel in Europe: A review addressing the variability of results and modeling issues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 2011, 338-351.
- J.G. Dal Belo Leite, J. Bijman, K. Giller, M. Slingerland. Biodiesel policy for family farms in Brazil: One-size-fits-all? *Environmental Science & Policy*, 27, 2013, 195-205.
- K. Bozbas. Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(2), 2008, 542-552.
- L. Kallivroussis, A. Natsis, G. Papadakis. D-Rural Development: The Energy Balance of Sunflower Production for Biodiesel in Greece. *Biosystems Engineering*, 81 (3), 2002, 347-354.
- M. Beccali, P. Columba, V. D’Alberti, V. Franzitta. Assessment of bioenergy potential in Sicily: A GIS-based support methodology. *Biomass and Bioenergy*, 33(1), 2009, 79-87.
- M. Junginger, J. van Dam, S. Zarrilli, F.A. Mohamed, D. Marchal, A. Faaij. Opportunities and barriers for international bioenergy trade. *Energy Policy*, 39(4), 2011, 2028-2042.
- M. Peri, L. Baldi. The effect of biofuel policies on feedstock market: Empirical evidence for rapeseed oil prices in EU. *Resource and Energy Economics*, 35(1), 2013, 18-37.

- Marina Kousoulidou, Georgios Fontaras, Leonidas Ntziachristos, Zissis Samaras. Biodiesel blend effects on common-rail diesel combustion and emissions. *Fuel*, 89(11), 2010, 3442-3449.
- R. Li, Q. Guan, J. Merchant. A geospatial modeling framework for assessing biofuels-related land-use and land-cover change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 161, 2012, 17-26.
- S. Foteinis, V. Kouloumpis, T. Tsoutsos. Life cycle analysis for bioethanol production from sugar beet crops in Greece. *Energy Policy*, 39(9), 2011, 4834-4841.
- S. Skarlis, E. Kondili, J.K. Kaldellis. Small-scale biodiesel production economics: a case study focus on Crete Island. *Journal of Cleaner Production*, 20(1), 2012, 20-26.
- S.C. de Vries, G.W.J. van de Ven, M.K. van Ittersum, K.E. Giller. Resource use efficiency and environmental performance of nine major biofuel crops, processed by first-generation conversion techniques. *Biomass and Bioenergy*, 34(5), 2010, 588-601.
- T.J. Dijkman, R.M.J. Benders. Comparison of renewable fuels based on their land use using energy densities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 2010, 3148-3155.
- V. Skoulou, N. Mariolis, G. Zanakis, A. Zabaniotou. Sustainable management of energy crops for integrated biofuels and green energy production in Greece. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 2011, 1928-1936.
- W. White, A. Lunnan, E. Nybakk, B. Kulisic. The role of governments in renewable energy: The importance of policy consistency. *Biomass and Bioenergy*, 57, 2013, 97-105.