

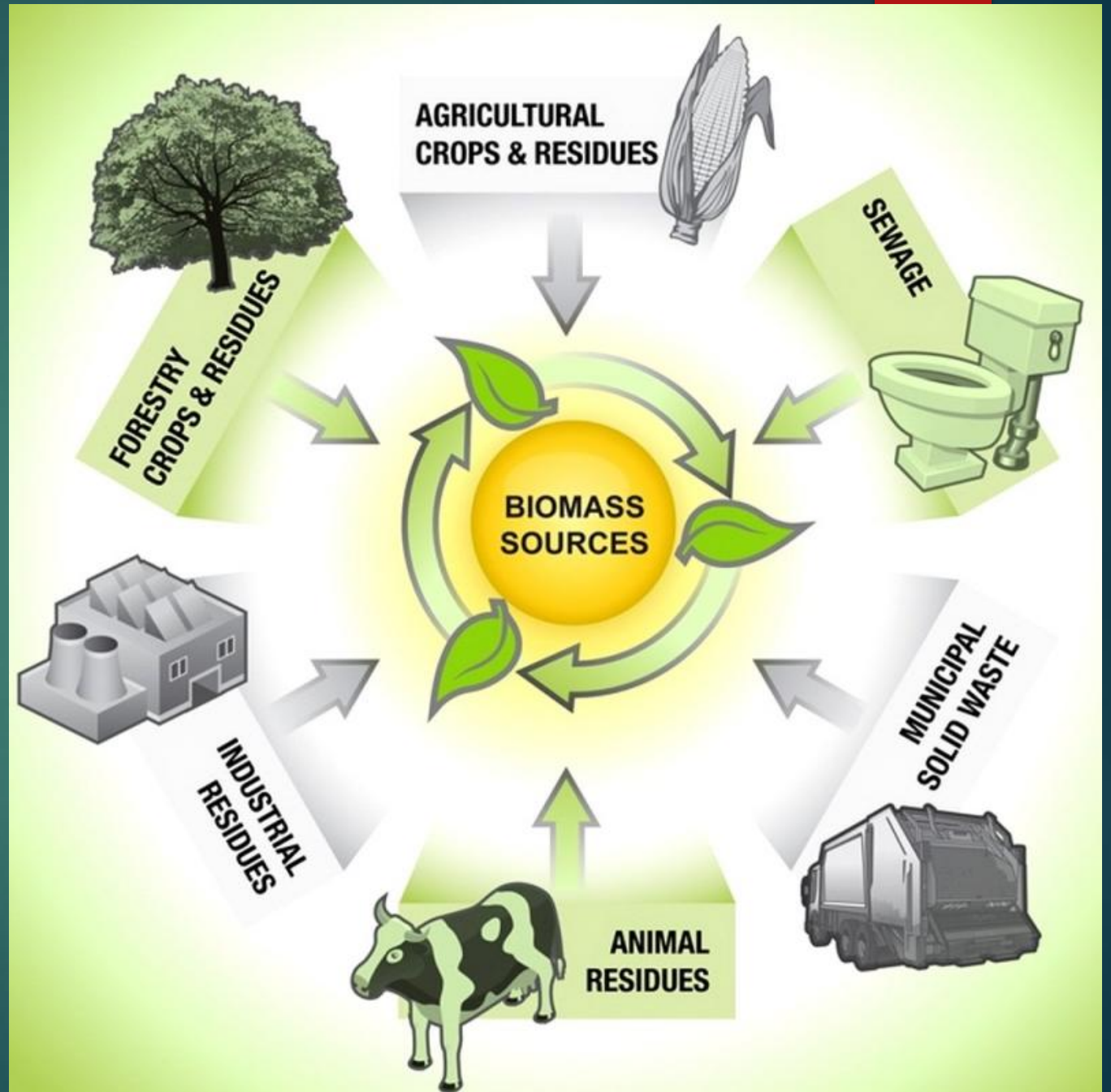
# ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

**Ιορδανίδης Ανδρέας**, Βασιλειάδου Αγάπη, Ασβεστά Αργυρώ, Κόιος Κύρος,  
Κουμτσίδης Κωνσταντίνος και Κολιογιάννης-Κουτμηρίδης Θεμιστοκλής

*Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος και Μηχανικών Αντιρρύπανσης, Τομέας  
Γεωτεχνολογίας-Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, ΤΚ 50100, Κόιλα Κοζάνης,  
Email: andior@teiw.mg*

# Βιομάζα

- Αγροτικά υπολείμματα
- Δασικά υπολείμματα
- Λυματολάσπη
- Βιομηχανικά απόβλητα
- Κτηνοτροφικά απόβλητα
- Αστικά στερεά απόβλητα





# Διαχείριση αγροτικών υπολειμμάτων

- Καύση, πυρόλυση και παραγωγή pellets
- Αεριοποίηση (βιοαέριο)
- Κομπόστ



# Καύση αγροτικών υπολειμμάτων



Μονάδα καύσης γεωργικών υπολειμμάτων για παραγωγή ενέργειας-συμπαραγωγή θερμότητας-ηλεκτρισμού στη Γερμανία.



# Εννοιολογικό πλαίσιο-σύνδεση με την κλιματική αλλαγή;

- Η χρήση γεωργικών υπολειμμάτων για παραγωγή ενέργειας συμβάλλει στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς μειώνεται η χρήση των συμβατικών ορυκτών καυσίμων και έχουμε μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση των υπολειμμάτων αυτών περιλαμβάνει την καύση (αποτέφρωση), την πυρόλυση και την αεριοποίηση.
- Η καύση αποτελεί την οικονομικότερη και απλούστερη θερμική επεξεργασία και μπορεί να συμπεριλαμβάνει και την συν-καύση με άλλα στερεά καύσιμα ή οργανικά απόβλητα.

# Σκοπός της έρευνας

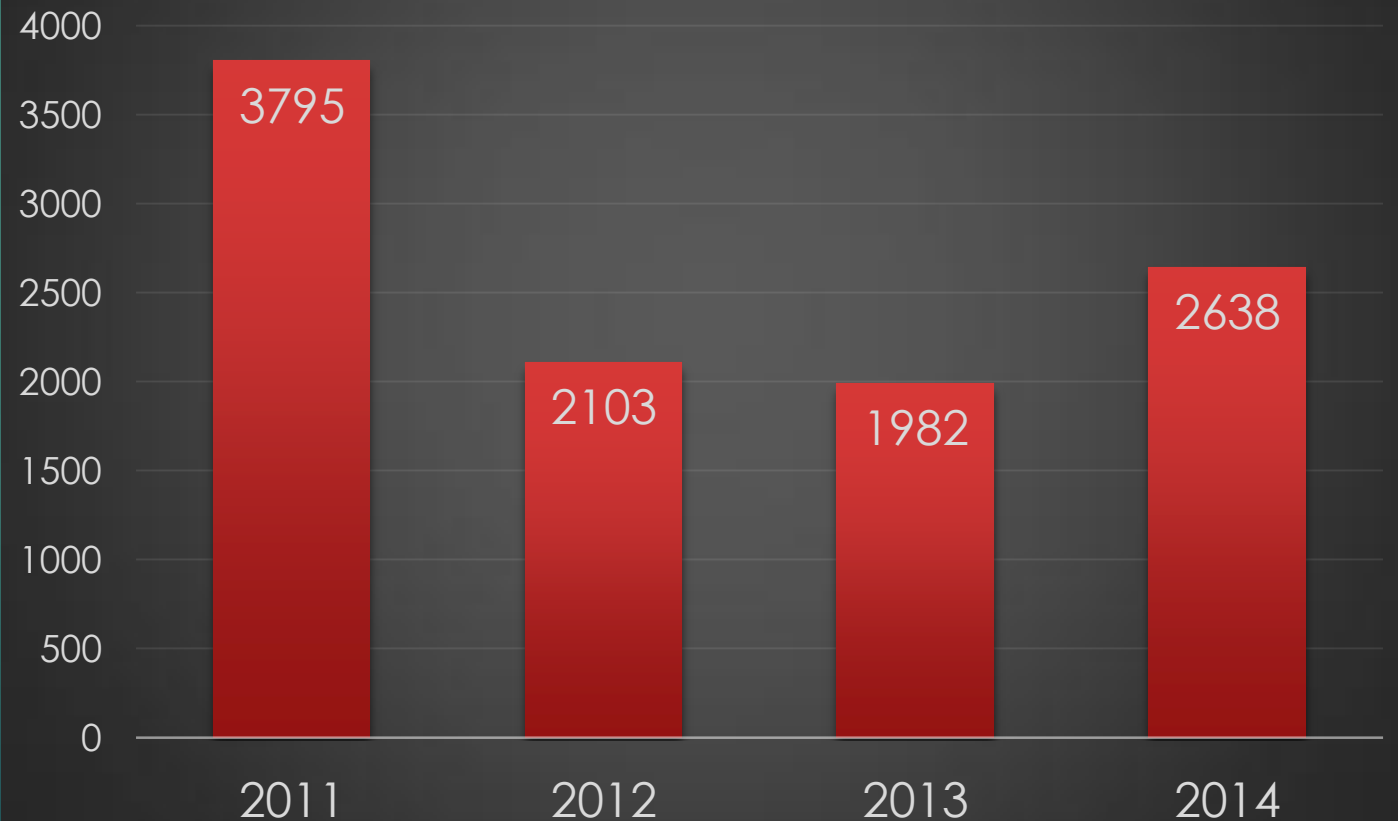
- Στην παρούσα εργασία ερευνάται η ενεργειακή αξιοποίηση των υπολειμμάτων ηλίανθου, ενός αγροτικού προϊόντος που καλλιεργείται σε αρκετά μεγάλες εκτάσεις στη χώρα μας, καθώς χρησιμοποιείται στην παραγωγή βιοντίζελ.
- Προσδιορίζονται οι ιδιότητες των υπολειμμάτων ηλίανθου (περικάρπια), καθώς και των μιγμάτων αυτού με εγχώριο λιγνίτη με στόχο την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσής τους.
- Τα δείγματα προέρχονται από την περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, αλλά τα συμπεράσματα της μελέτης θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και σε άλλες περιφερειακές ενότητες της χώρας.

# Καλλιέργεια ηλιάνθου στη Δυτική Μακεδονία



## Ενεργειακές καλλιέργειες ηλιάνθου στη Δυτική Μακεδονία (εκτάρια)

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης





# ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

- Συλλέχθηκε δείγμα περικάρπιων ηλίανθου, το οποίο τεμαχίστηκε σε μέγεθος κόκκων  $<1\text{mm}$ .
- Μέρος του δείγματος αναμίχθηκε με λειοτριβημένο ( $<1\text{mm}$ ) εγχώριο λιγνίτη, σχηματίζοντας μίγματα σε αναλογίες 30-50-70 % κ.β..
- Όλα τα δείγματα ξηράνθηκαν σε περιβάλλον δωματίου για δύο εβδομάδες πριν την λειοτρίβησή τους.



Περικάρπια ηλίανθου από τις καλλιέργειες της περιοχής στην Κοζάνη

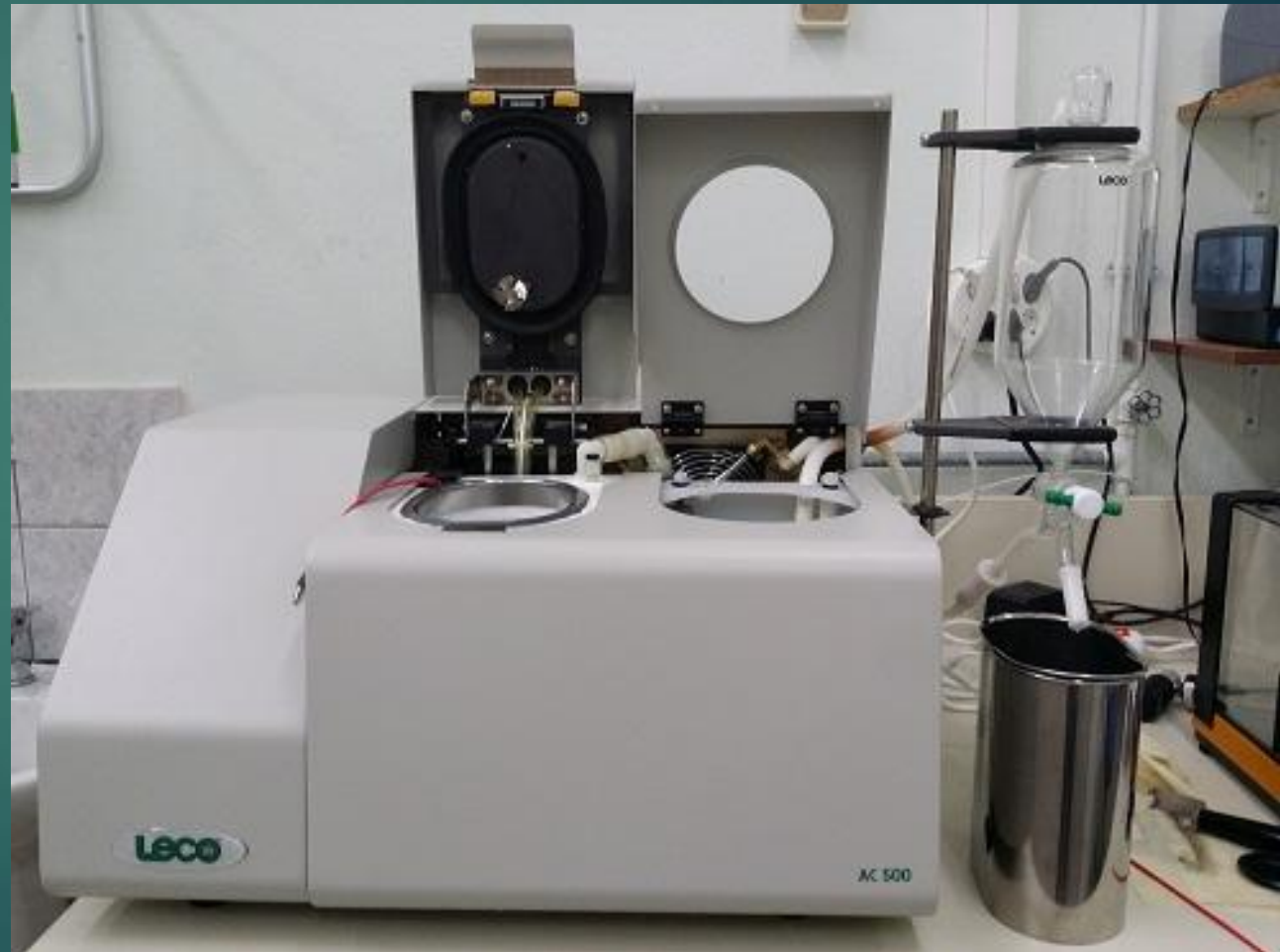


Λιγνίτης από τα λιγνιτωρυχεία Δυτικής Μακεδονίας



# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ- Θερμογόνος Δύναμη

Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη των δειγμάτων προσδιορίστηκε με τη συσκευή LECO AC 500, βάσει της πρότυπης μεθόδου ASTM D 5865.



# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ- Προσεγγιστική Ανάλυση

Η προσεγγιστική ανάλυση (προσδιορισμός υγρασίας, τέφρας, πτητικών και μόνιμου άνθρακα) πραγματοποιήθηκε με τη συσκευή LECO TGA 701, βάσει της μεθόδου ASTM 5142





# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ- Θερμοσταθμική Ανάλυση (TG/DTG)

Τα δείγματα αναλύθηκαν με χρήση της θερμοσταθμικής μεθόδου (TG/DTG) στη συσκευή LECO TGA701 ως εξής: θερμάνθηκαν από θερμοκρασία δωματίου έως τους 1000 °C, με ρυθμό θέρμανσης 10 °C/λεπτό, σε ατμόσφαιρα αέρα με ρυθμό ροής 3 λίτρα/λεπτό.



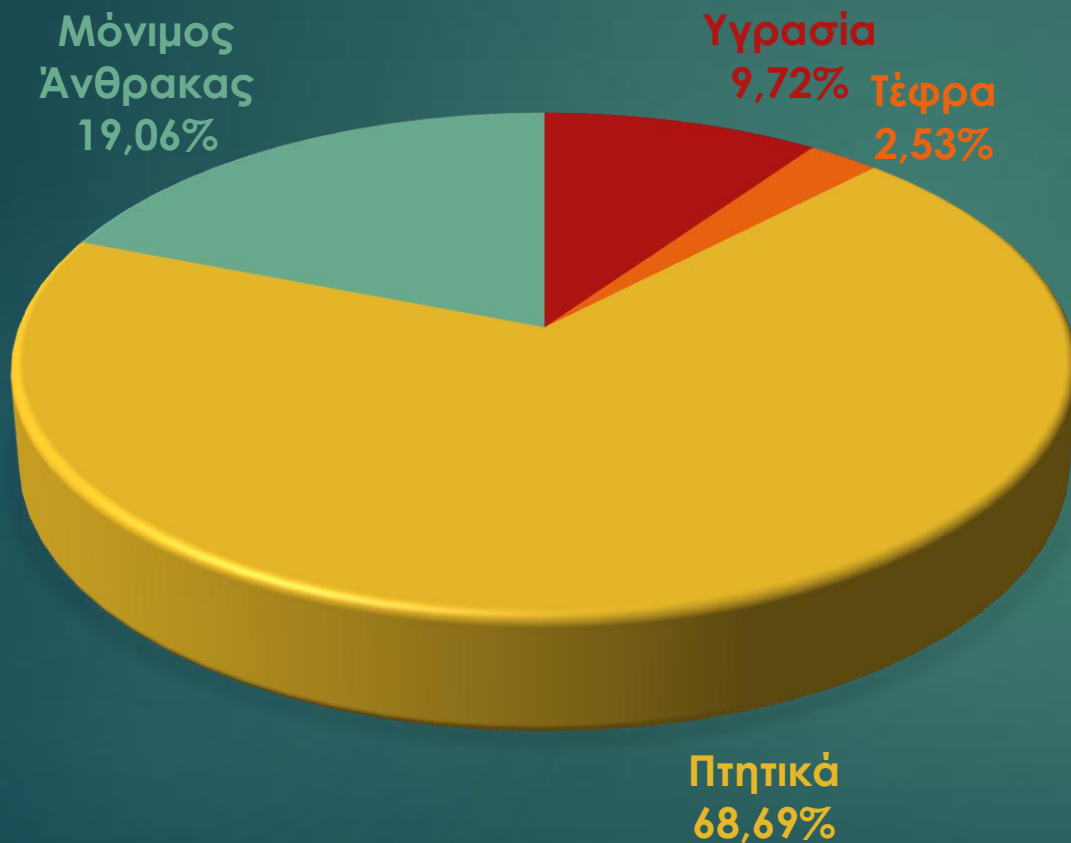
# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ- Θερμοσταθμική Ανάλυση (TG/DTG)

Υπολογίστηκαν παράμετροι όπως

- ▶ η θερμοκρασία έναρξης και περάτωσης της καύσης,
- ▶ ο μέγιστος ρυθμός απώλειας βάρους,
- ▶ η αντίστοιχη θερμοκρασία της απώλειας αυτής,
- ▶ ο χρόνος ολοκλήρωσης της καύσης,
- ▶ η συνολική απώλεια βάρους.

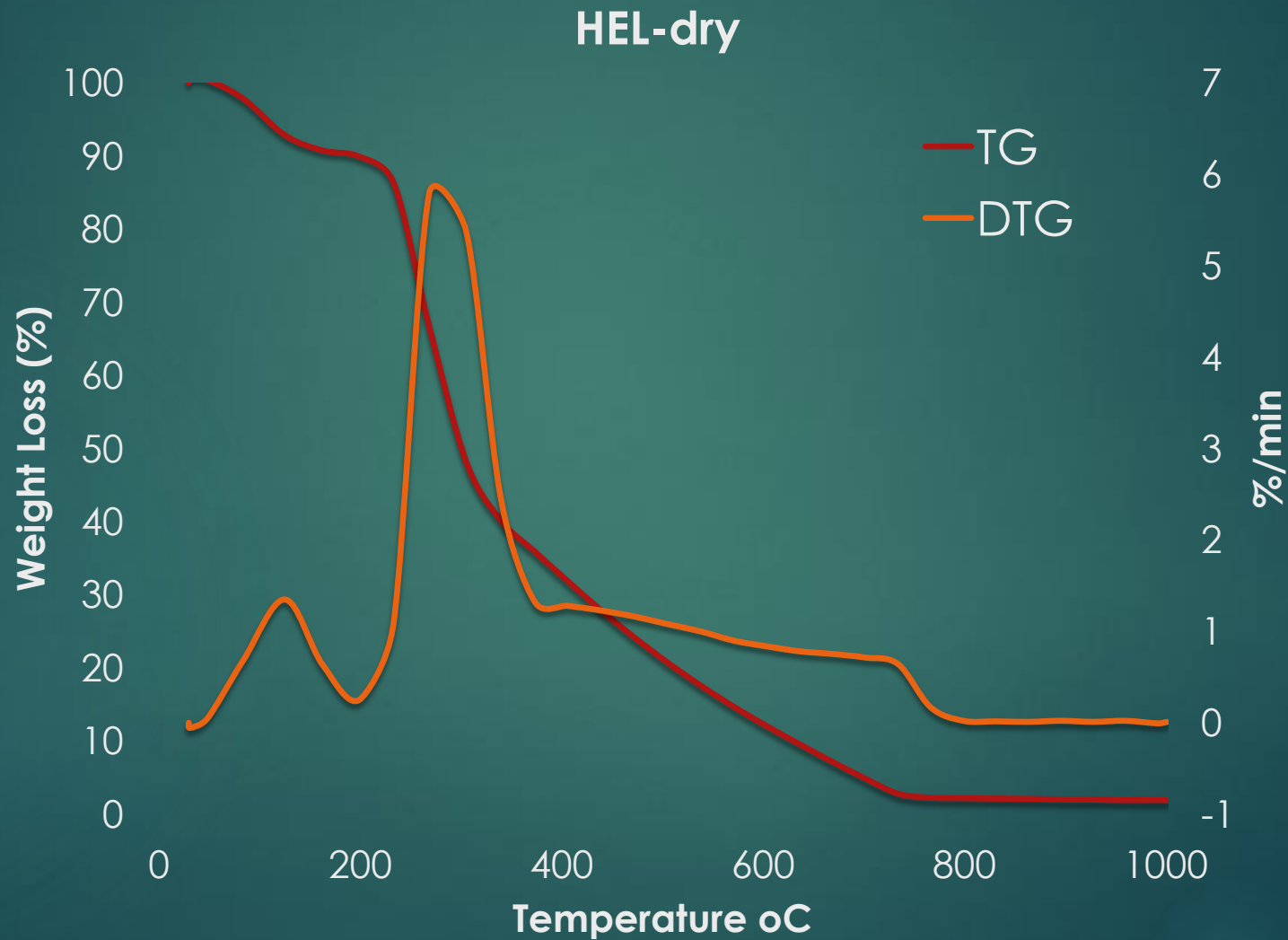


# Προσεγγιστική Ανάλυση



Για το δείγμα των περικαρπίων ηλιανθου, προσδιορίστηκε επίσης τιμή θερμογόνου δύναμης 4187 cal/gr.

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Θερμοσταθμική ανάλυση (TG/DTG)





# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ηλιανθος



- ▶ Για το δείγμα των περικαρπίων ηλιανθου, προσδιορίστηκαν τιμές υγρασίας 9,72 %κ.β., τέφρας 2,53 %κ.β., πτητικών 68,69 % κ.β., μόνιμου άνθρακα 19,06 %κ.β. και θερμογόνου δύναμης 4187 cal/gr.
- ▶ Οι τιμές αυτές αποδεικνύουν ότι τα υπολείμματα ηλιανθου αποτελούν ένα άριστης ποιότητας στερεό καύσιμο.

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Προσεγγιστική ανάλυση και Ανώτερη θερμογόνο δύναμη (ΑΘΔ)



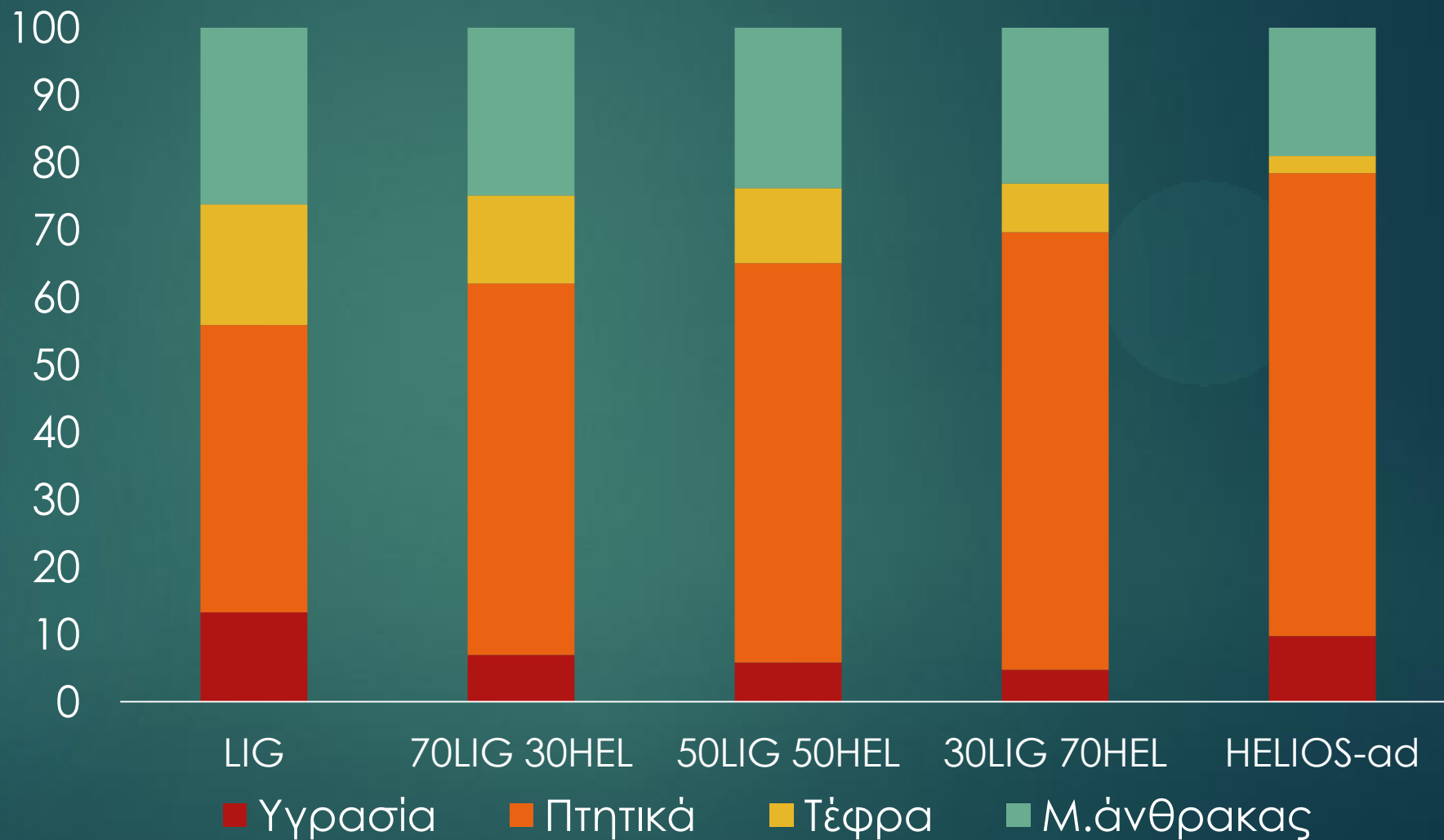
Αποτελέσματα  
προσεγγιστικής  
ανάλυσης  
(υγρασία,  
τέφρα, πτητικά,  
μόνιμος  
άνθρακας) και  
ανώτερης  
θερμογόνου  
δύναμης  
(ΑΘΔ).

Δείγματα	Υγρασία	Τέφρα	Πτητικά	Μόνιμος άνθρακας	ΑΘΔ (cal/gr)
	% κ.β. επί αεροξηρανθέντος				
<b>HEL</b>	9,72	2,53	68,69	19,06	4187
<b>30LIG 70HEL</b>	4,71	7,23	64,94	23,12	4214
<b>50LIG 50HEL</b>	5,81	11,11	59,26	23,82	4151
<b>70LIG 30HEL</b>	6,92	13,08	55,11	24,89	4133
<b>LIG</b>	13,26	17,92	42,6	26,21	4323

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Προσεγγιστική ανάλυση

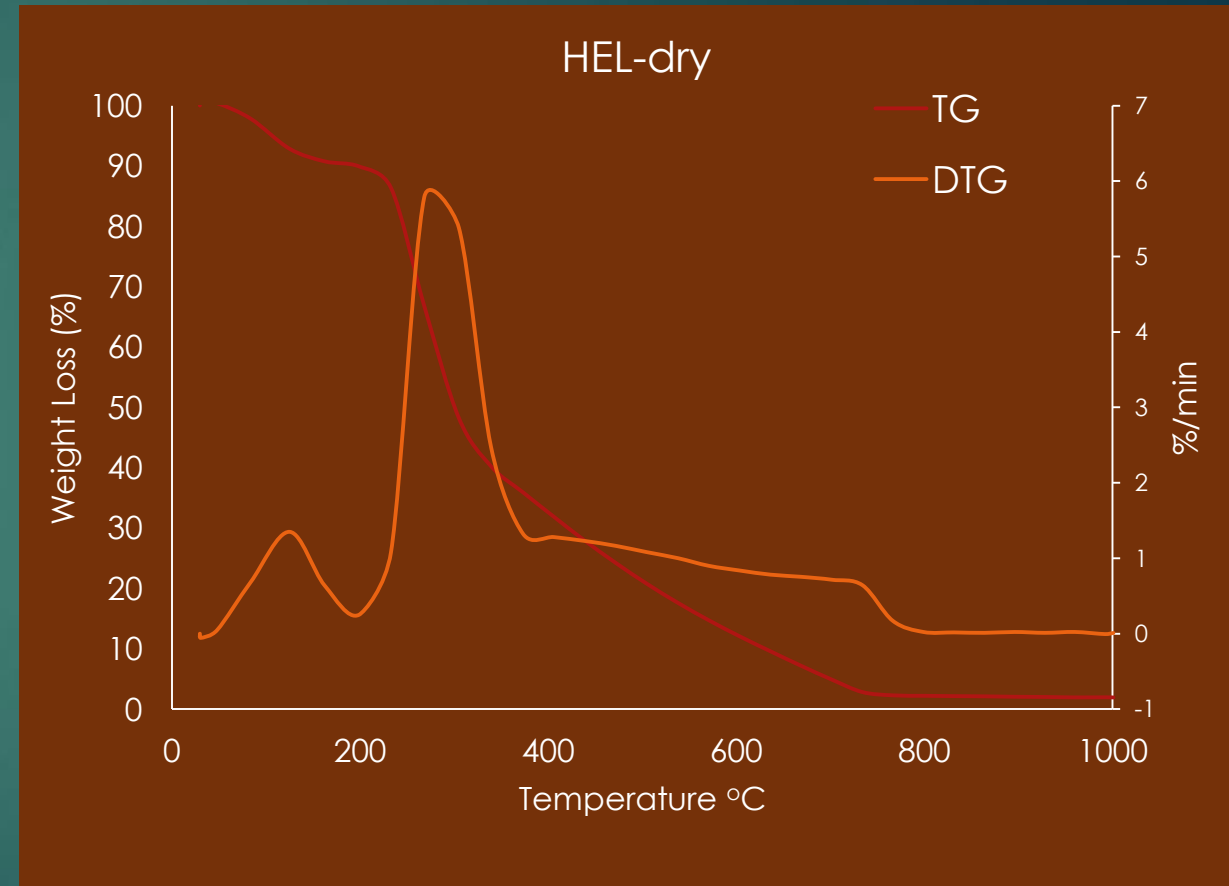
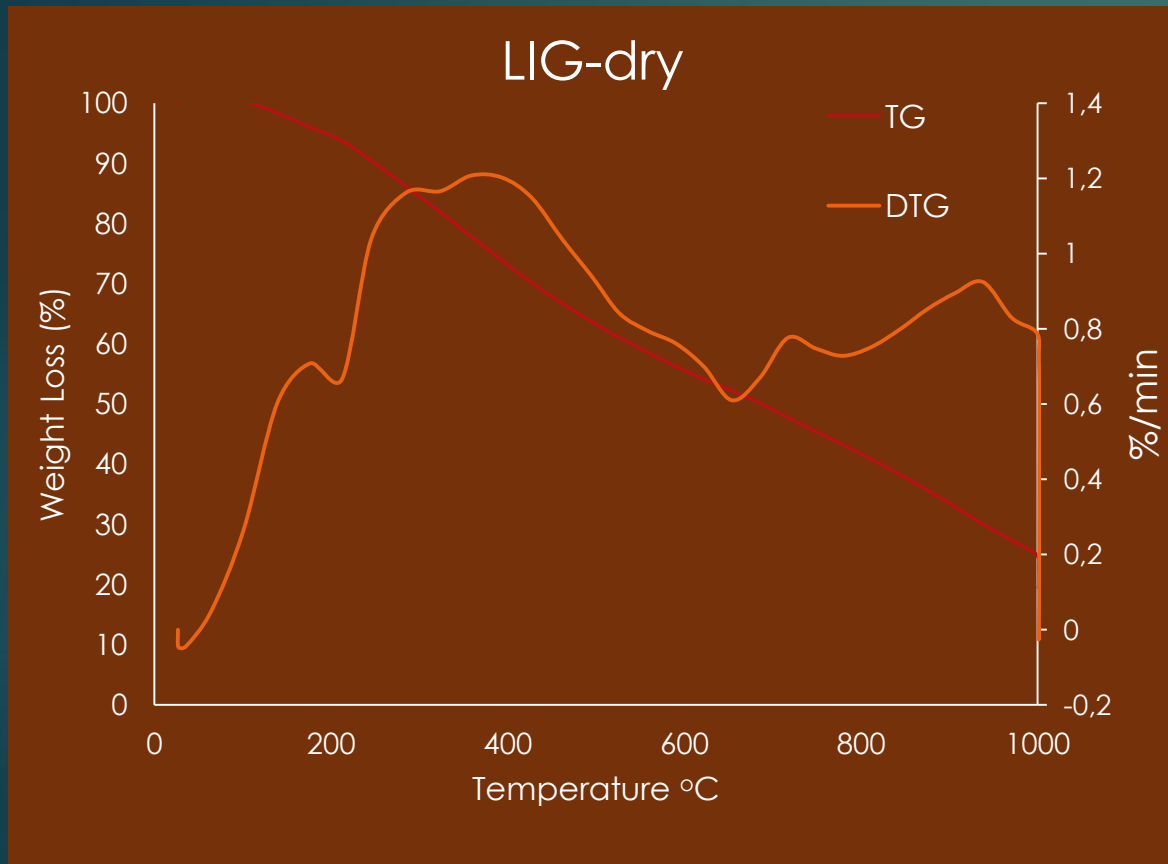


Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της προσεγγιστικής ανάλυσης (% κ.β. επί αεροξηρανθέντος δείγματος).

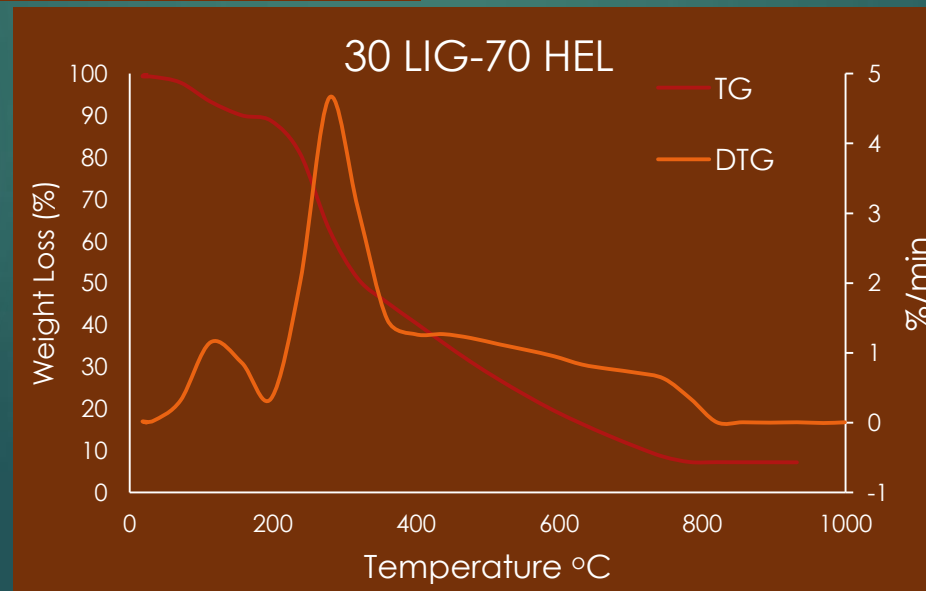
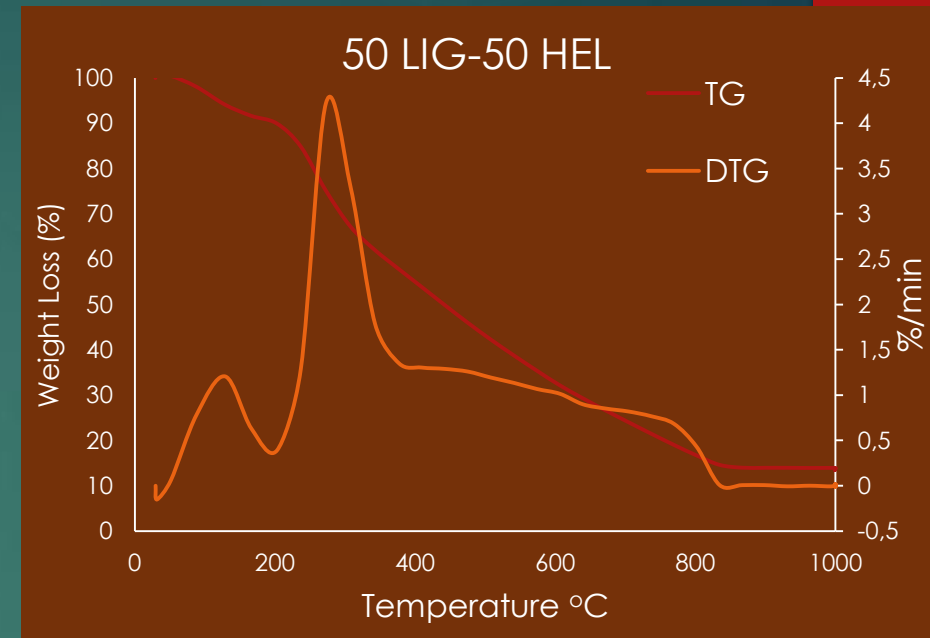
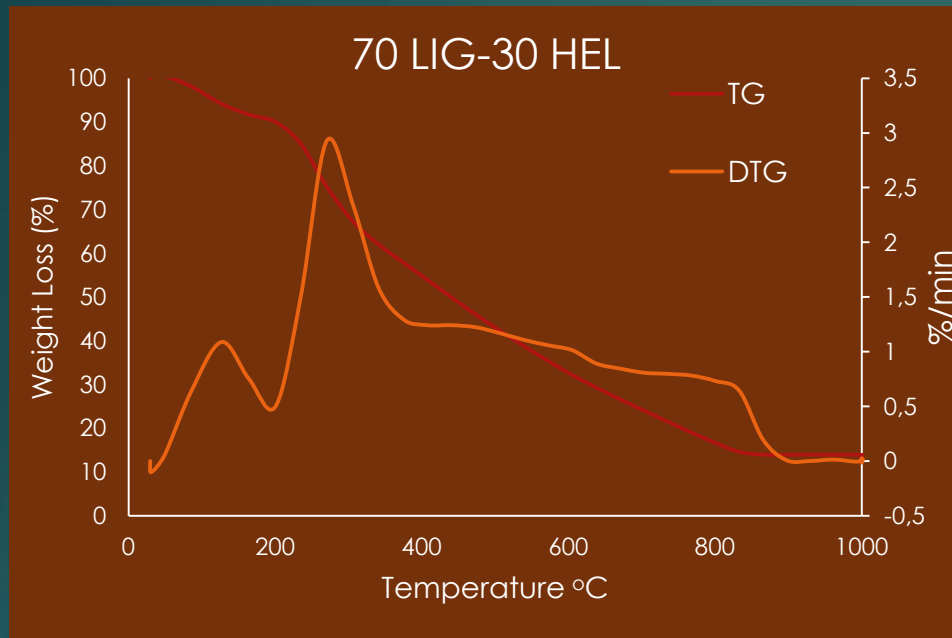




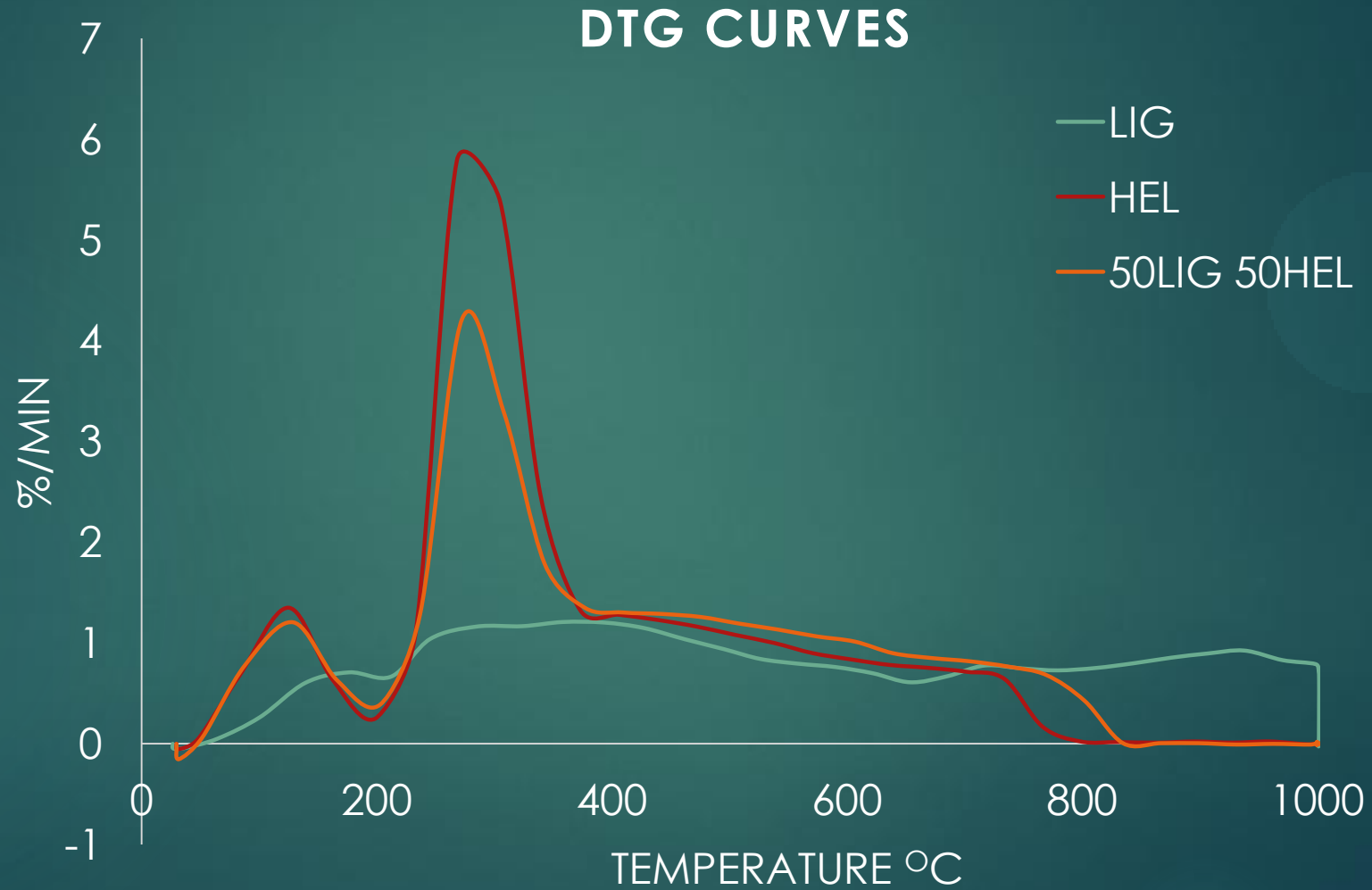
# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Θερμοσταθμική ανάλυση (TG/DTG)



# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Θερμοσταθμική ανάλυση (TG/DTG)



# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Παράγωγη Θερμοσταθμική ανάλυση (DTG)







# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Θερμοσταθμική ανάλυση (TG/DTG)

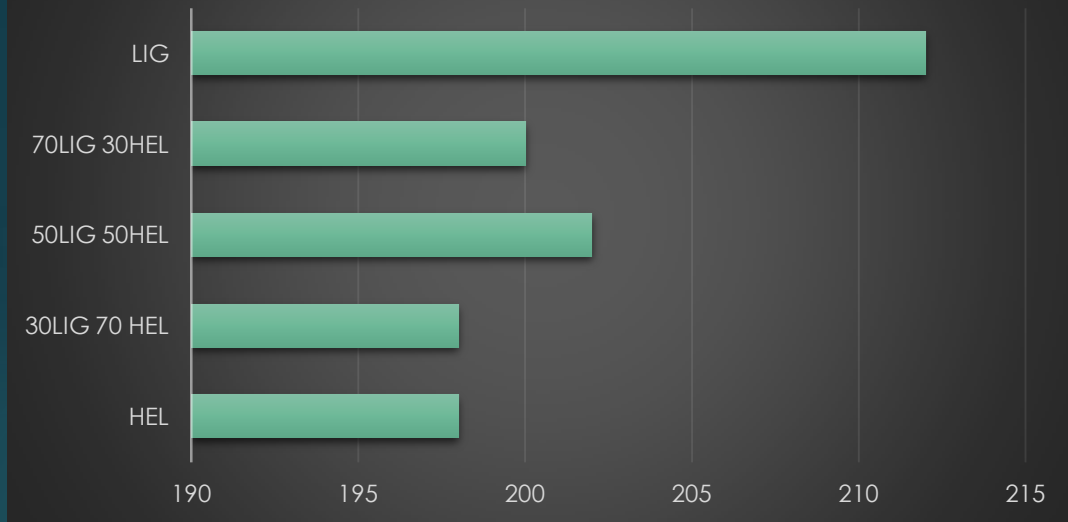
Χαρακτηριστικά καύσης των δειγμάτων, όπως προσδιορίστηκαν κατά τη θερμοσταθμική τους ανάλυση (TG/DTG).  
(όπου  $T_i$ = θερμοκρασία έναρξης της καύσης,  $T_b$ = θερμοκρασία περάτωσης της καύσης,  $T_{max}$ = θερμοκρασία μέγιστου ρυθμού απώλειας βάρους,  $R_{max}$ = μέγιστος ρυθμός απώλειας βάρους,  $t_b$ = χρόνος ολοκλήρωσης της καύσης).

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	$T_i$ (°C)	$T_b$ (°C)	$T_{max}$ (°C)	$R_{max}$ (%/min)	$t_b$ (λεπτά)	Συνολική απώλεια βάρους (%)
HEL	198	734	268	5,8	31	98,09
30LIG 70 HEL	198	782	279	4,6	34	92,80
50LIG 50HEL	202	867	273	4,2	38,7	90,50
70LIG 30HEL	200	833	270	2,9	36,8	86,35
LIG	212	1000	393	1,2	53,5	79,58

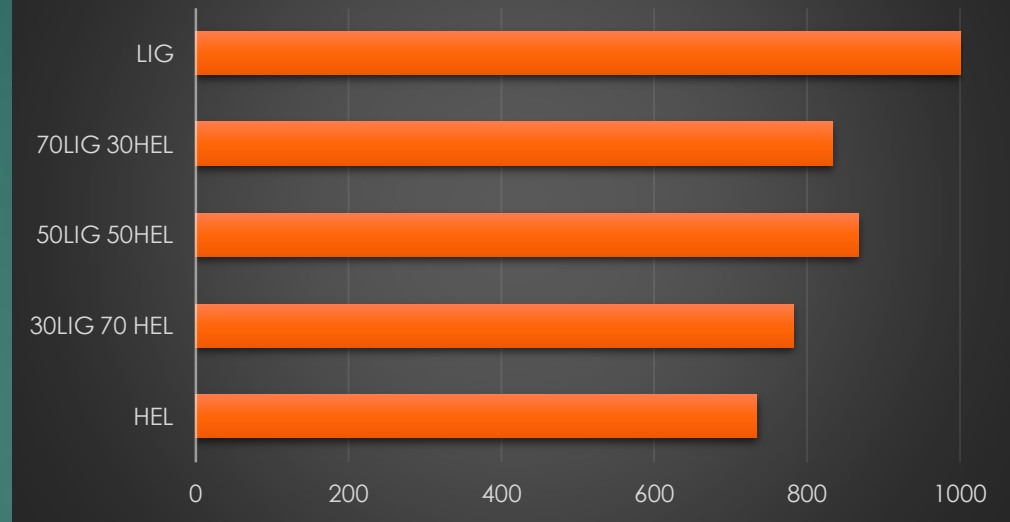
# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Θερμοσταθμική ανάλυση (TG/DTG)



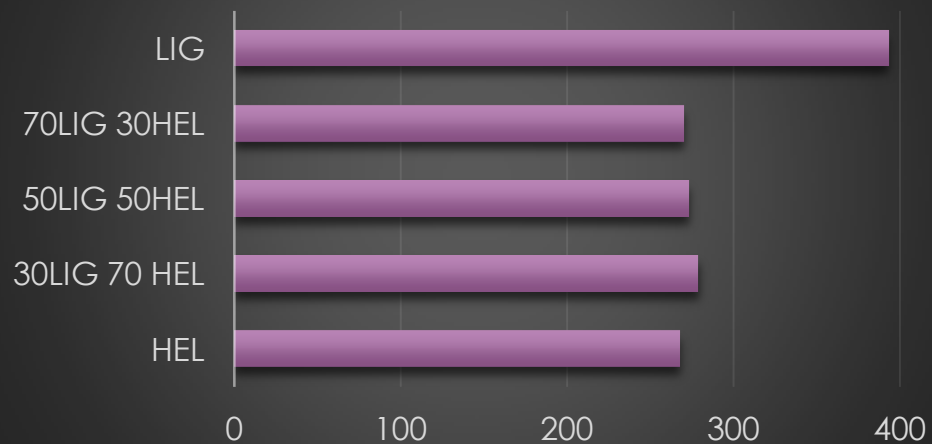
### Ti (°C)



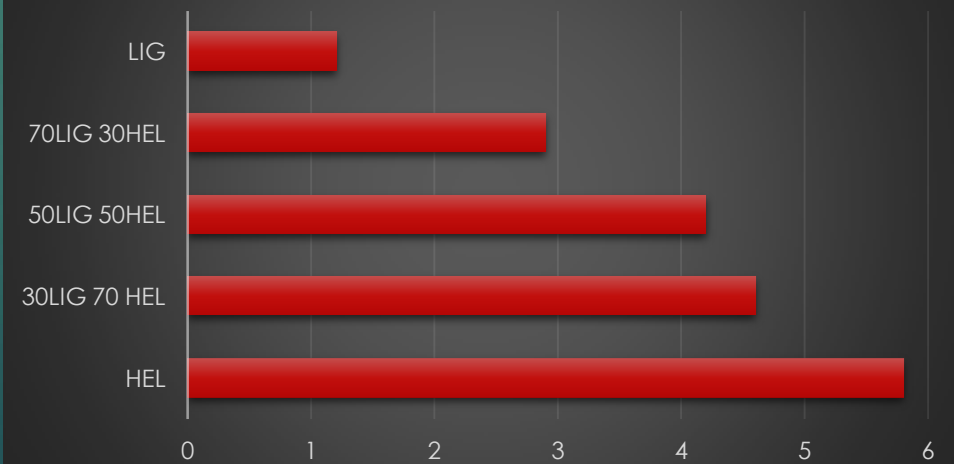
### Tb (°C)



### Tmax (°C)



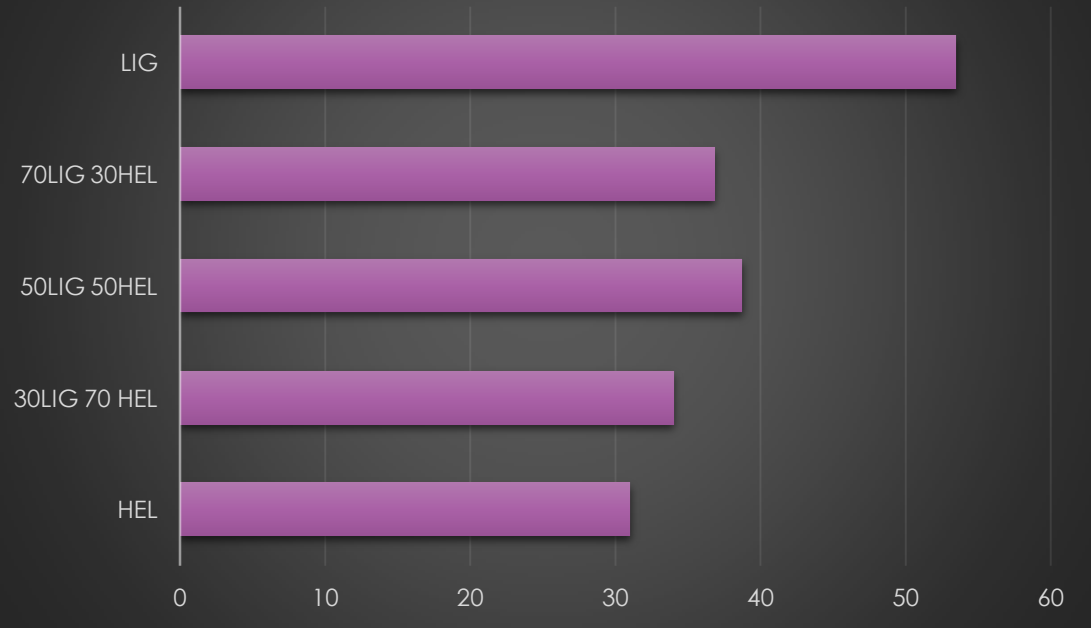
### Rmax (%/min)



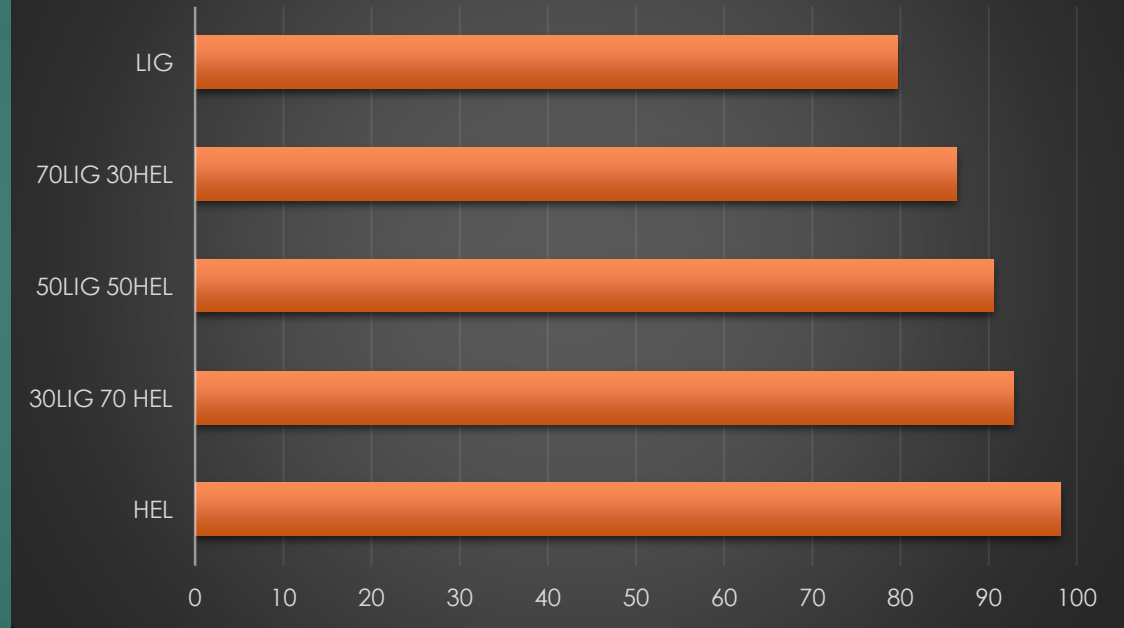
# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- Θερμοσταθμική ανάλυση (TG/DTG)



tb(λεπτά)



Συνολική απώλεια βάρους (%)





# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ▶ Υπολογίστηκαν σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες έναρξης καύσης, μεγάλες απώλειες βάρους, αυξημένες τιμές μέγιστου ρυθμού καύσης σε αντίστοιχες χαμηλές θερμοκρασίες και τέλος περάτωση της καύσης σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και μικρούς χρόνους.
- ▶ Με βάση όλους αυτούς τους αναλυτικούς προσδιορισμούς, τόσο το δείγμα υπολειμμάτων ηλίανθου, όσο και τα μίγματα αυτού με το λιγνίτη κρίνονται κατάλληλα για ανάκτηση ενέργειας μέσω της θερμικής τους κατεργασίας.

# Ευχαριστίες

Η έρευνα αυτή στηρίχτηκε οικονομικά από τον Ειδικό Λογαριασμό του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, στα πλαίσια του αυτοχρηματοδοτούμενου ερευνητικού προγράμματος με κωδικό RESCOM 80141 και τίτλο «Συν-καύση με λιγνίτη: Πρόταση ενεργειακής αξιοποίησης των αστικών στερεών απορριμμάτων Δυτικής Μακεδονίας».

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!