

Αιγοπροβατοτροφία και κλιματική αλλαγή: Κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις και πρακτικές μείωσης ανθρακικού αποτυπώματος

Δρ Αλεξάνδρα Σιντόρη
Ερευνήτρια ΙΝΑΓΡΟΚ

Υβριδική ημερίδα εργασίας
«Αλλαγή του κλίματος: Προσαρμογή, Μετριασμός στην
ύπαιθρο και οι Πιστώσεις Άνθρακα»
07 Ιουνίου 2024, Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών
Οικοσυστημάτων, Αθήνα



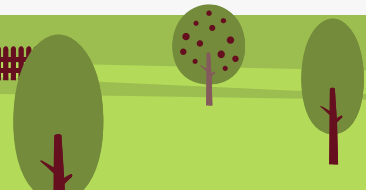
Γεωργία και κλιματική αλλαγή: μια αμφίδρομη σχέση

Ο αγροδιατροφικός τομέας...
καλείται να προσαρμοστεί στην κλιματική αλλαγή
(Rosenzweig et al, 2008, European Environment
Agency, 2017)



Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει
(Thornton et al., 2009; Nardone et
al., 2010):

1. τη φυσιολογία, το μεταβολισμό, την υγεία, την αναπαραγωγή και την παραγωγική ικανότητα των ζώων.
2. τη διαθεσιμότητα και ποιότητα των ζωοτροφών.
3. την ίδια τη δομή των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων



Γεωργία και κλιματική αλλαγή: μια αμφίδρομη σχέση (2)

Από την άλλη μεριά...

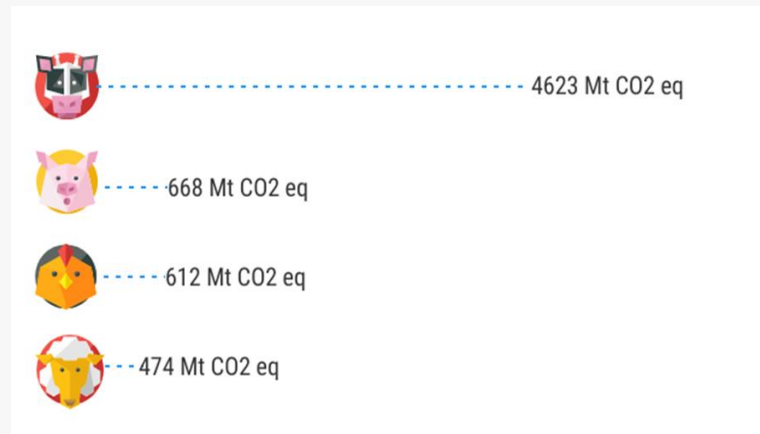
Σύμφωνα με την IPCC ο τομέας της γεωργίας είναι η δεύτερη κύρια πηγή ανθρωπογενών εκπομπών μετά τον τομέα της ενέργειας

Η γεωργία είναι επίσης η κύρια πηγή CH₄ και N₂O

Σύμφωνα με τον FAO (2023)* η ζωική παραγωγή συμμετέχει με ποσοστό 12% στις συνολικές εκπομπές και 40% στις εκπομπές του αγροδιατροφικού τομέα.

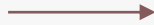
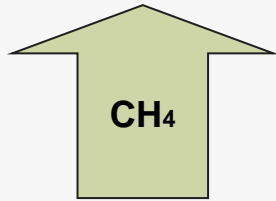
Σε ότι αφορά την παραγωγή γάλακτος, ο FAO (2010), εκτιμά ότι σε αυτή οφείλεται το 4% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως

Το μεγαλύτερο ποσοστό των εκπομπών της κτηνοτροφίας αφορά τα μηρυκαστικά.

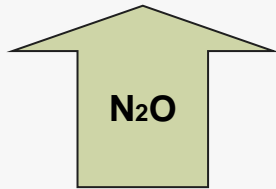


Στοιχεία: FAO, 2017, επεξεργασία Σιντόρη και Παπουτσή, 2021

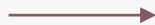
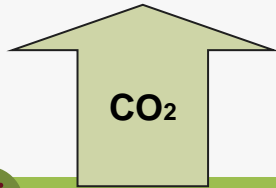
Κύριες πηγές αερίων θερμοκηπίου στις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις



- Εντερικό μεθάνιο
- Διαχείριση κόπρου



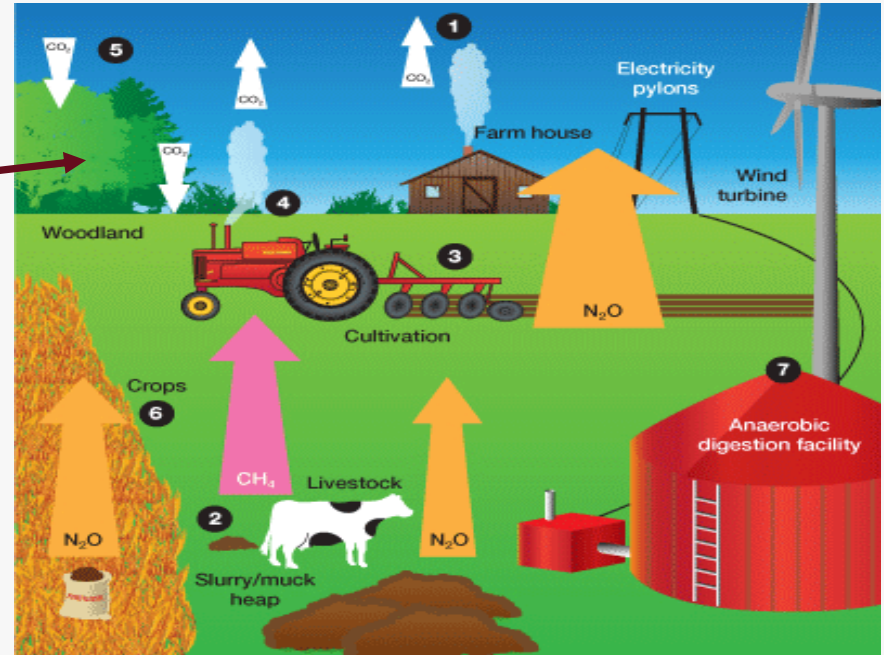
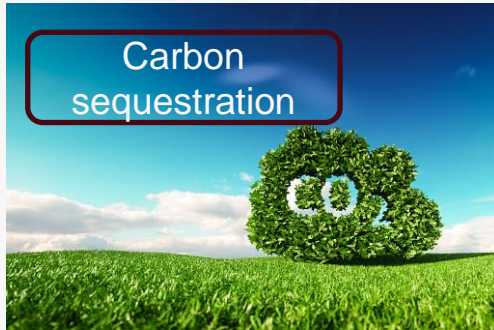
- Διαχείριση κόπρου
- Αζωτούχα λιπάσματα
 - Ιδιοπαραγόμενες ζωοτροφές
 - Αγοραζόμενες ζωοτροφές



- Χρήση ενέργειας εντός και εκτός εκμετάλλευσης



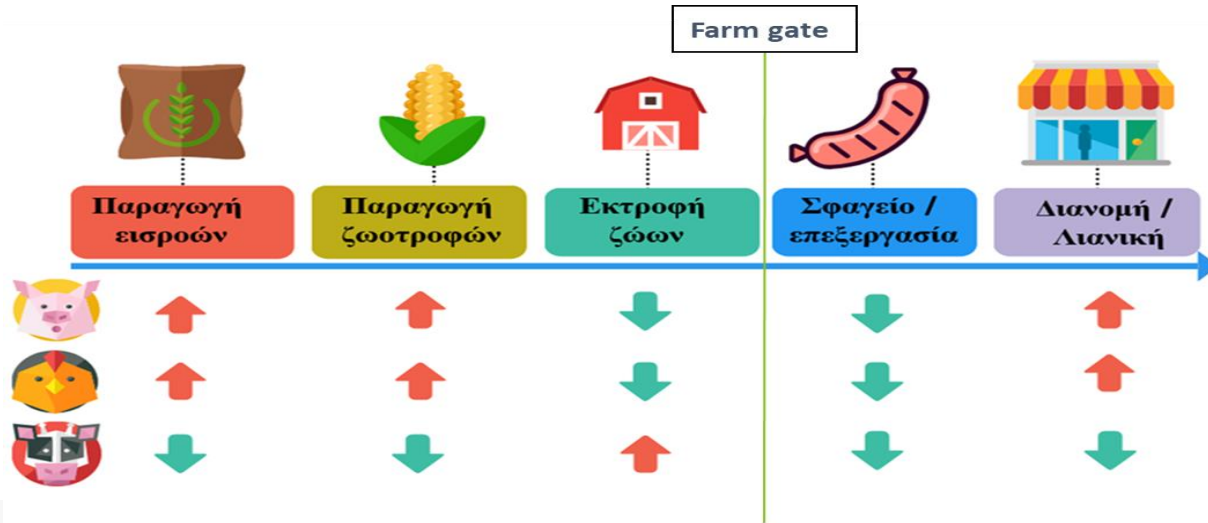
Απεικόνιση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (2)



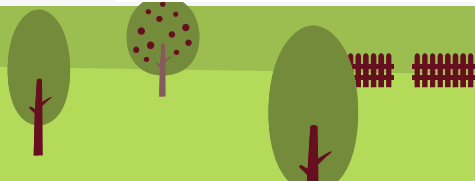
Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στα τρόφιμα




Εκτιμάται ότι πάνω από τα δύο τρίτα του συνόλου των εκπομπών στα διάφορα είδη τροφίμων αφορούν τις εκπομπές έως την πύλη της εκμετάλλευσης (farm gate) (Biswas & Naude, 2016; Aan Den Toorn et al., 2017)




Στοιχεία: Aan Den Toorn et al. (2017),
Επεξεργασία: Σιντόρη & Παπουτσή
(2021)



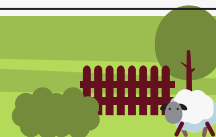
Ανθρακικό αποτύπωμα ελληνικού αιγοπρόβειου γάλακτος

 Παρουσιάζονται δεδομένα από διάφορα έτη και μελέτες που καλύπτουν ένα εύρος παραγωγικών συστημάτων στην Ελλάδα

 Έχουν χρησιμοποιηθεί δύο εργαλεία για την εκτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που ακολουθούν τις αρχές της LCA:

- Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού προσαρμοσμένο σε διαφορετικά ελληνικά παραγωγικά συστήματα (Σιντόρη, 2012)
- Carbon Calculator (Tuomisto et al. 2015)

...καθώς και ένα μοντέλο Data Envelopment Analysis (DEA) για την εκτίμηση τεχνικής και περιβαλλοντικής αποτελεσματικότητας

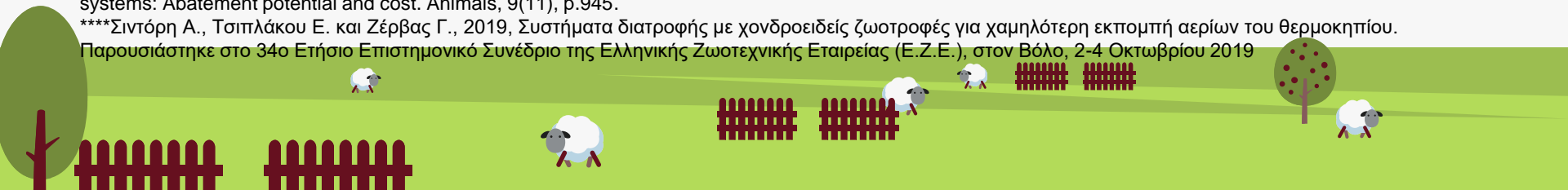


Αποτελέσματα: Εκπομπές ανά κιλό

Παραγωγικό σύστημα	Περιοχή μελέτης	Ανθρακικό αποτύπωμα	Πηγή	
	Σιντόρη (2012)*			
Ημιεντατικό προβατοτροφικό	3.10	Νέα Ζηλανδία	Δύο παραγωγικά συστήματα Indoor 0.81kg CO₂ eq/kg, outdoor 1.03 kg CO₂ eq/kg , πολύ μικρό αποτύπωμα σε σχέση με άλλες μελέτες	
Εκτατικό προβατοτροφικό	3.80			
Εντατικό προβατοτροφικό	1.92*	Βόρεια	Μενάλη διαφοροποίηση μεταξί	
Μικτό γεωργο/τροφικό	3.06			
Μικτό κτηνοτροφικό				
<i>προβείο</i>	4.41			
<i>αίγειο</i>	-			
Ημιεντατικό αιγοτροφικό	-			
Εκτατικό αιγοτροφικό	-			
Εντατικό αιγοτροφικό	-			
		Περιοχή μελέτης	Ανθρακικό αποτύπωμα	Πηγή
		Ισπανία	1,73-6,58 κιλά CO₂-eq./κιλό γάλακτος	Plaza et al (2021)
		Ιταλία	3.78 κιλά CO₂-eq/ κιλό γάλακτος	Sabia et al (2020)
		Ιταλία	3.25 κιλά CO₂-eq/ κιλό γάλακτος	Vagnoni and Franca (2018)
		ΕΕ (αιγοπρόβειο)	Κατά μέσο όρο 3 κιλά CO₂-eq/ κιλό γάλακτος	Leip et al. (2010)
		ΕΕ (αιγοπρόβειο)	Από 2.6 έως 4.1 κιλά CO₂-eq./ κιλό γάλακτος	Weis & Leip (2012)

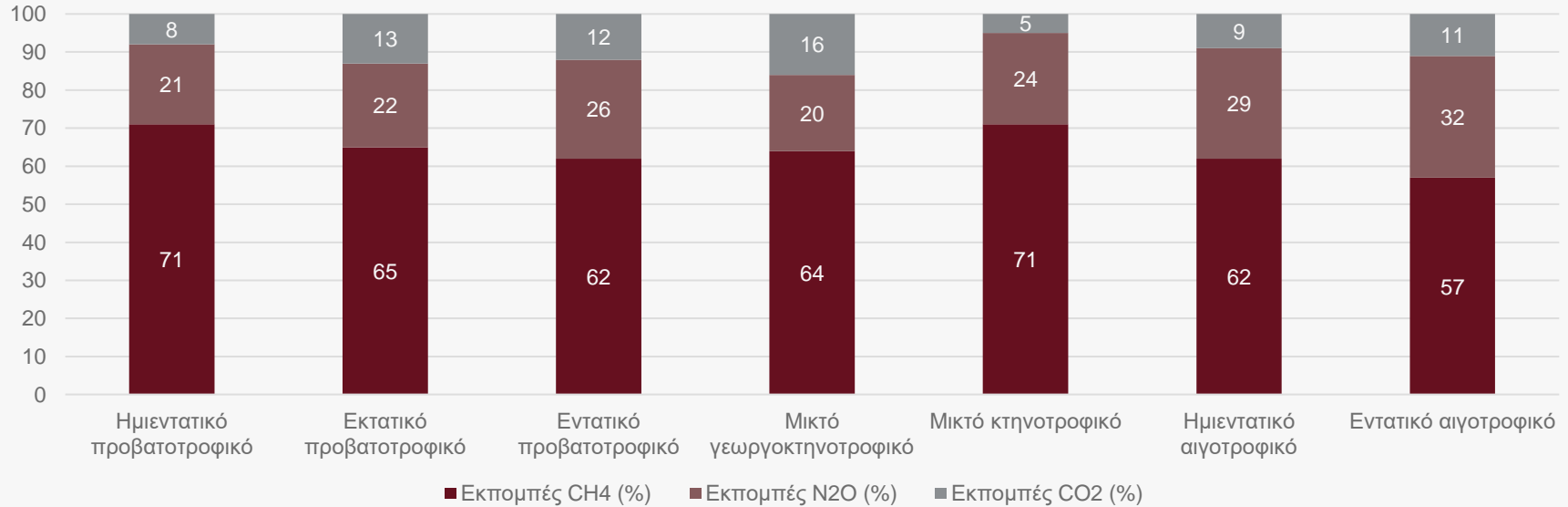
*Διδακτορική διατριβή, **Μεταδιδακτορική διατριβή, ***Sintori, A., 1 systems: Abatement potential and cost. Animals, 9(11), p.945.

****Σιντόρη Α., Τσιπλάκου Ε. και Ζέρβας Γ., 2019, Συστήματα διατροφής με χονδροειδείς ζωοτροφές για χαμηλότερη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Παρουσιάστηκε στο 34ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρείας (Ε.Ζ.Ε.), στον Βόλο, 2-4 Οκτωβρίου 2019



Ανθρακικό αποτύπωμα ελληνικού αιγοπρόβειου γάλακτος (2)

Σύνθεση αποτυπώματος



Αποτελέσματα ανάλυσης περιβαλλοντικής αποτελεσματικότητας

Υψηλή περιβαλλοντική αποτελεσματικότητα (84%)

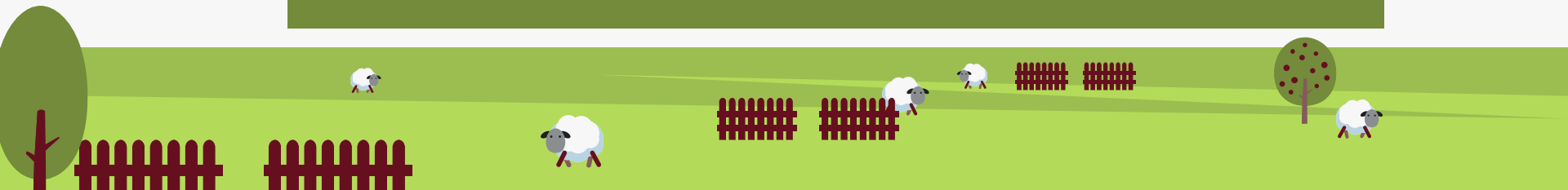
Πιο αποτελεσματικές είναι οι:

1. εντατικές και υψηλής παραγωγικότητας εκμεταλλεύσεις
2. εκτατικές, χαμηλών εισροών εκμεταλλεύσεις



Η αγροοικολογική μετάβαση μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους (Horlings and Marsden, 2011)

1. Αύξηση παραγωγικότητας, εντατικοποίηση, εξειδίκευση (Efficiency/substitution based)
2. Κτηνοτροφία χαμηλών εισροών, χρήση ντόπιων φυλών (biodiversity based)



Κοινωνικοοικονομικό κόστος μείωσης

- Η μείωση των εκπομπών οδηγεί σε μείωση ακαθάριστου κέρδους
- Η μείωση είναι μεγαλύτερη στα εντατικά παραγωγικά συστήματα (έως και 18%, για 20% μείωση) – μεγάλο οριακό κόστος μείωσης εκπομπών
- Η μείωση είναι μικρότερη όπου υπάρχει η δυνατότητα στροφής προς τη φυτική παραγωγή – μικρότερο οριακό κόστος μείωσης των εκπομπών
- Σημαντική επίπτωση στην απασχόληση σε όλα τα παραγωγικά συστήματα



Παραγωγικό σύστημα	Ακαθάριστο κέρδος (% μείωση)		Απασχόληση (% μείωση)	
	10% μείωση των εκπομπών	20% μείωση των εκπομπών	10% μείωση των εκπομπών	20% μείωση των εκπομπών
Ημιεντατικό προβατοτροφικό	5	11	13	26
Εκτατικό προβατοτροφικό	4	8	11	17
Μικτό γεωργοκτηνοτροφικό	2	3	6	15
Εντατικό προβατοτροφικό	9	18	10	19
Μικτό κτηνοτροφικό	4	8	8	19
Εκτατικό αιγοτροφικό	2	9	7	16
Ημιεντατικό αιγοτροφικό	2	4	8	17
Εντατικό αιγοτροφικό	8	8	9	18



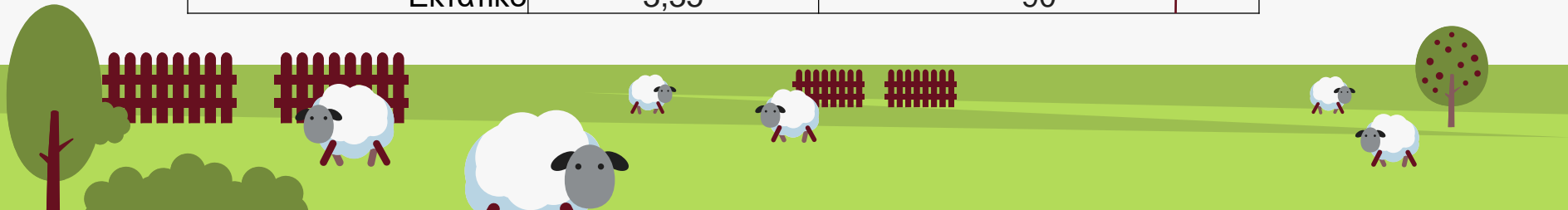
Καλές πρακτικές

1. Βελτίωση των αποδόσεων των εκτρεφόμενων ζώων με:
 - Επιλογή κατάλληλου γενετικού υλικού ή/και βελτίωση του γενετικού υλικού.
 - Εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών εκτροφής και διατροφής.
2. Χρήση συμπυκνωμένων ζωοτροφών στο σιτηρέσιο σε αντικατάσταση μέρους των χονδροειδών.
3. Αντικατάσταση μέρους ή και του συνόλου των αγοραζόμενων ζωοτροφών με ιδιοπαραγόμενες σε εκμεταλλεύσεις με συγκριτικό πλεονέκτημα.
4. Ορθολογική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες κτηνοτροφικών φυτών.
5. Ορθολογική χρήση ζωοτροφών, με βάση τις διατροφικές απαιτήσεις του ζωικού κεφαλαίου.
6. Χρήση καλής ποιότητας χονδροειδών ζωοτροφών.



Βελτίωση αποδόσεων ζωικού κεφαλαίου

	Αποτύπωμα άνθρακα	Απόδοση σε γάλα (κιλά ανά κεφαλή)
Προβατοτροφία		
Εντατικό	2,55	230
Ημιεντατικό	2,6	200
Ημιεντατικό μικτό γεωργοκτηνοτροφικό	3	200
Εκτατικό	4,55	100
Μικτό κτηνοτροφικό	5,77	100
Αιγοτροφία		
Εντατικό	1,82	520
Ημιεντατικό	2,04	300
Εκτατικό	3,35	90



Καλές πρακτικές

1. Βελτίωση των αποδόσεων των εκτρεφόμενων ζώων με:
 - Επιλογή κατάλληλου γενετικού υλικού ή/και βελτίωση του γενετικού υλικού.
 - Εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών εκτροφής και διατροφής.
2. **Χρήση συμπυκνωμένων ζωοτροφών στο σιτηρέσιο σε αντικατάσταση μέρους των χονδροειδών.**
3. Αντικατάσταση μέρους ή και του συνόλου των αγοραζόμενων ζωοτροφών με ιδιοπαραγόμενες σε εκμεταλλεύσεις με συγκριτικό πλεονέκτημα.
4. Ορθολογική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες κτηνοτροφικών φυτών.
5. Ορθολογική χρήση ζωοτροφών, με βάση τις διατροφικές απαιτήσεις του ζωικού κεφαλαίου.
6. Χρήση καλής ποιότητας χονδροειδών ζωοτροφών.



Καλές πρακτικές

1. Βελτίωση των αποδόσεων των εκτρεφόμενων ζώων με:
 - Επιλογή κατάλληλου γενετικού υλικού ή/και βελτίωση του γενετικού υλικού.
 - Εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών εκτροφής και διατροφής.
2. Χρήση συμπυκνωμένων ζωοτροφών στο σιτηρέσιο σε αντικατάσταση μέρους των χονδροειδών.
3. **Αντικατάσταση μέρους ή και του συνόλου των αγοραζόμενων ζωοτροφών με ιδιοπαραγόμενες σε εκμεταλλεύσεις με συγκριτικό πλεονέκτημα.**
4. Ορθολογική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες κτηνοτροφικών φυτών.
5. Ορθολογική χρήση ζωοτροφών, με βάση τις διατροφικές απαιτήσεις του ζωικού κεφαλαίου.
6. Χρήση καλής ποιότητας χονδροειδών ζωοτροφών.



Καλές πρακτικές

1. Βελτίωση των αποδόσεων των εκτρεφόμενων ζώων με:
 - Επιλογή κατάλληλου γενετικού υλικού ή/και βελτίωση του γενετικού υλικού.
 - Εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών εκτροφής και διατροφής.
2. Χρήση συμπυκνωμένων ζωοτροφών στο σιτηρέσιο σε αντικατάσταση μέρους των χονδροειδών.
3. Αντικατάσταση μέρους ή και του συνόλου των αγοραζόμενων ζωοτροφών με ιδιοπαραγόμενες σε εκμεταλλεύσεις με συγκριτικό πλεονέκτημα.
4. **Ορθολογική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες κτηνοτροφικών φυτών.**
5. Ορθολογική χρήση ζωοτροφών, με βάση τις διατροφικές απαιτήσεις του ζωικού κεφαλαίου.
6. Χρήση καλής ποιότητας χονδροειδών ζωοτροφών.



Καλές πρακτικές

1. Βελτίωση των αποδόσεων των εκτρεφόμενων ζώων με:
 - Επιλογή κατάλληλου γενετικού υλικού ή/και βελτίωση του γενετικού υλικού.
 - Εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών εκτροφής και διατροφής.
2. Χρήση συμπυκνωμένων ζωοτροφών στο σιτηρέσιο σε αντικατάσταση μέρους των χονδροειδών.
3. Αντικατάσταση μέρους ή και του συνόλου των αγοραζόμενων ζωοτροφών με ιδιοπαραγόμενες σε εκμεταλλεύσεις με συγκριτικό πλεονέκτημα.
4. Ορθολογική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες κτηνοτροφικών φυτών.
5. **Ορθολογική χρήση ζωοτροφών, με βάση τις διατροφικές απαιτήσεις του ζωικού κεφαλαίου.**
6. Χρήση καλής ποιότητας χονδροειδών ζωοτροφών.



Καλές πρακτικές που εξετάστηκαν στο Forage 4 Climate

- Χρησιμοποίηση κόπρου αντί λιπασμάτων στις καλλιέργειες.
- Χρησιμοποίηση ισόρροπων σιτηρεσίων για βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διατροφής
- Χρησιμοποίηση ελαιούχων σπερμάτων (βάμβακος, ηλίανθου κ.ά.) για αύξηση της ενέργειας του σιτηρεσίου → μείωση κατανάλωσης CO_2 → μείωση CH_4 .
- Συγκομιδή των χονδροειδών ζωοτροφών σε νεαρότερο βλαστικό στάδιο για αύξηση της πεπτικότητας (χαμηλότερο ποσοστό NDF).
- Καλλιέργεια ψυχανθών ή συγκαλλιέργεια αγρωστωδών-ψυχανθών για βόσκηση/συγκομιδή (μείωση σογιάλευρου).



Αποτελέσματα Forage4Climate: Τιμές αποτυπώματος του άνθρακα προβατοτροφικών μονάδων πριν και μετά την εφαρμογή καλών πρακτικών

Παραγωγικό Σύστημα	Αρχικές τιμές (κιλά CO2 eq/ Kg γάλακτος)	Τελικές τιμές (κιλά CO2 eq/ κιλά γάλακτος)	% Μείωση
Εντατικό	2,65	2,32	12,5
Ημι-εντατικό	3,21	2,91	9,4
Εκτατικό	6,90	5,71	17,2



Περιορισμοί των αναλύσεων

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται πρακτικές μείωσης των εκπομπών που δεν εξετάζονται στην παρούσα παρουσίαση όπως:

- Χρήση πρόσθετων που μειώνουν το εντερικό μεθάνιο
- Διατήρηση του ζωικού κεφαλαίου στην παραγωγική διαδικασία για μεγαλύτερο διάστημα
- Εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης κόπρου κ.λπ.
- Καλύτερη διαχείριση των βοσκοτόπων (αποφυγή υπερβόσκησης (διάβρωση, μείωση βιοποικιλότητας).

Απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση των δυνατοτήτων μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα στο αιγοπρόβειο γάλα



**Ας μην ξεχνάμε τη
δέσμευση
άνθρακα στο
έδαφος!**



Δέσμευση άνθρακα στο έδαφος

**Batalla et al
(2015)**

Προβατοτροφικά
συστήματα στην
Ισπανία

Εκτίμηση εκπομπών χωρίς
δέσμευση:
2.0 έως 5.2 κιλά CO₂eq/
κιλό μέσο όρο 3.2 kg
CO₂eq/κιλό
Συνυπολογισμός
δέσμευσης:
μείωση από 3-43%

**Mancilla-Leytón et al
(2023)**

Αιγοτροφικά συστήματα
Ισπανία

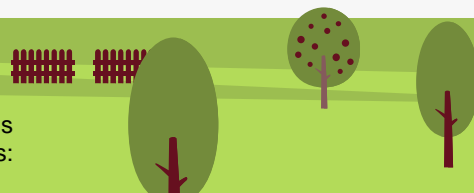
Εκτίμηση εκπομπών χωρίς
δέσμευση:
1.04 έως 1.61 κιλά CO₂eq/ κιλό
ανάλογα με τρόπο υπολογισμού
και παραγωγικό σύστημα
Συνυπολογισμός δέσμευσης:
1.04 έως 1.34 κιλά CO₂eq /κιλό
Μεγάλη μείωση ειδικά στα εκτατικά
συστήματα (25% μείωση)

Sintori et al (2013)*

Προβατοτροφικά
συστήματα Ελλάδα

Εκτίμηση εκπομπών χωρίς
δέσμευση:
3.5 και 7.43 κιλά CO₂eq/ κιλό
σε ημιεντατική και εκτατική
εκμετάλλευση
Συνυπολογισμός δέσμευσης:
2.99 έως 5.45 κιλά CO₂eq
Μείωση (15% και 27%)

*Sintori, A., Tsiboukas, K. and Zervas, G., 2013.
Evaluating socio-economic and environmental
sustainability of the sheep farming activity in Greece: a
whole-farm mathematical programming approach. Methods
and Procedures for Building Sustainable Farming Systems:
Application in the European Context, pp.219-235.



Μέτρα πολιτικής: Επιβολή φόρου επί των εκπομπών (1)

Στα εντατικά συστήματα: για μείωση των εκπομπών

➔ φόρος πάνω από 150€/τόνο CO₂ eq

Στα εκτατικά συστήματα: για μείωση εκπομπών πολύ χαμηλότερος φόρος

➔ 70€/τόνο CO₂ eq μείωση κατά 25%

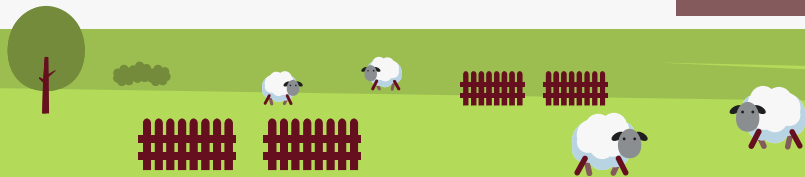
Στα περισσότερα παραγωγικά συστήματα

➔ φόρος πάνω από 200€/τόνο CO₂ eq
εγκατάλειψη κτηνοτροφικής δραστηριότητας!!

Εφαρμογή με παράλληλα μέτρα στήριξης

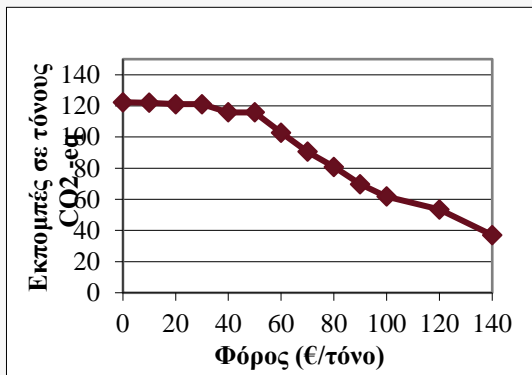
Οι φορείς πολιτικής πρέπει να συνυπολογίζουν το γεγονός ότι κάποια παραγωγικά συστήματα εμφανίζουν μεγάλη εξάρτηση από την κτηνοτροφία και εμφανίζουν περιορισμένες εναλλακτικές μείωσης εκπομπών (Sintori, 2014)*

Sintori, A., 2014. Greenhouse gas mitigation options in Greek dairy sheep farming: A multi-objective programming approach. Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change: Toward Sustainable Adaptation Strategies, pp.131-156.

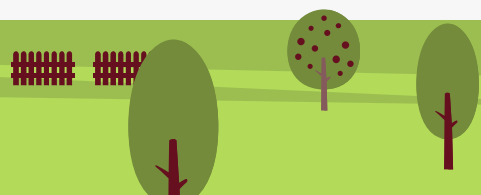
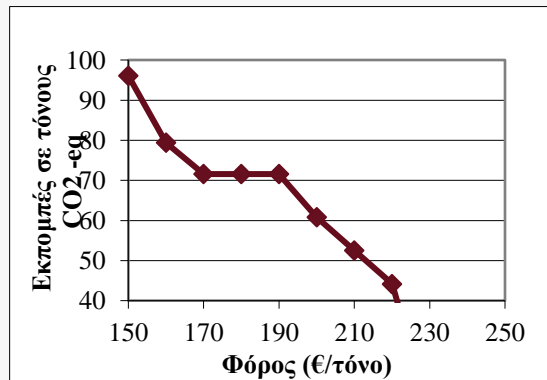


Αποτελέσματα: Επιβολή φόρου επί των εκπομπών

α. Εκτατική εκμετάλλευση



β. Ημιεντατική εκμετάλλευση



Κάλυψη του κόστους μείωσης των εκπομπών μέσω της αγοράς

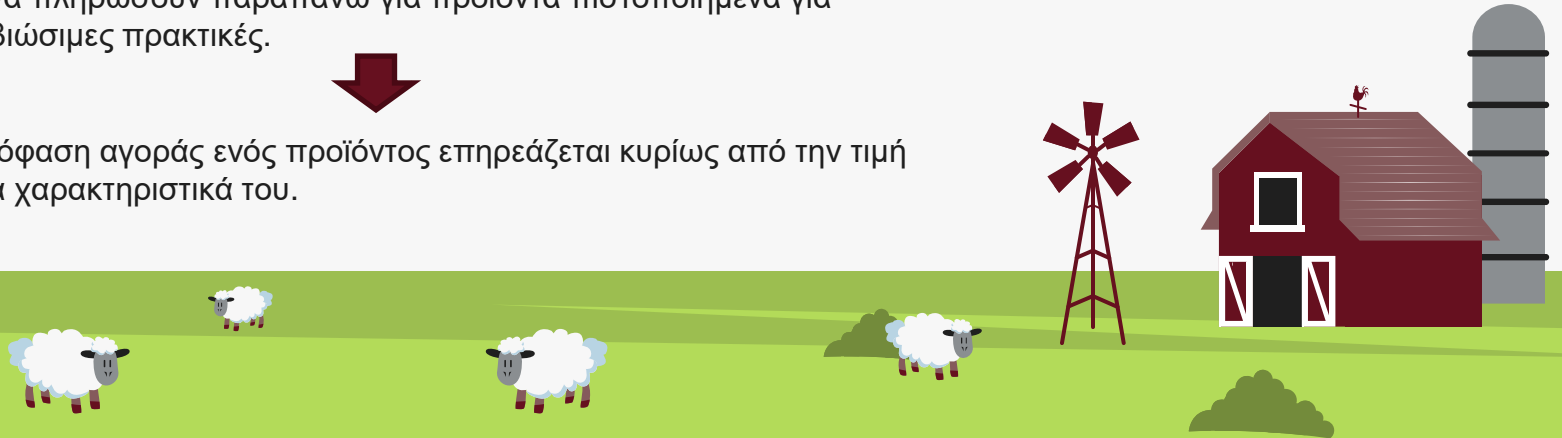
6-22% αύξηση της τιμής πώλησης του γάλακτος (μέσω σήμανσης;;;) για την κάλυψη του κόστους μείωσης των εκπομπών (χωρίς κόστος πιστοποίησης)

Από τη βιβλιογραφία γνωρίζουμε όμως ότι υπάρχει:

- Έλλειψη ενημέρωσης καταναλωτών-αδυναμία αναγνώρισης οικολογικών σημάτων πιστοποίησης με εξαίρεση το σήμα της βιολογικής παραγωγής.
- Αδυναμία σωστής ερμηνείας ενός σήματος.
- Διάσταση απόψεων σχετικά με την προθυμία των καταναλωτών να πληρώσουν παραπάνω για προϊόντα πιστοποιημένα για βιώσιμες πρακτικές.



Η απόφαση αγοράς ενός προϊόντος επηρεάζεται κυρίως από την τιμή και τα χαρακτηριστικά του.

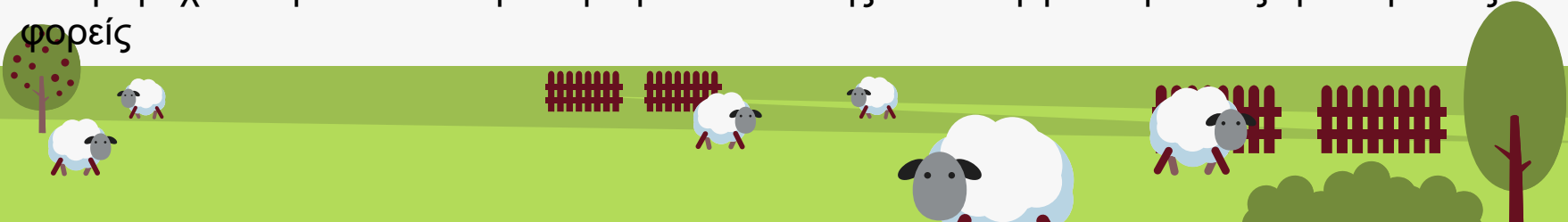


Συμπεράσματα αναλύσεων: Επιπτώσεις μείωσης εκπομπών

1. Με δεδομένη τεχνολογία, προσπάθεια μείωση των εκπομπών οδηγεί σε μείωση της δραστηριότητας,
2. Στα πιο εντατικά παραγωγικά συστήματα περιορισμός των εκπομπών συνεπάγεται:
 - Μείωση του ζωικού κεφαλαίου
 - Στροφή σε άλλες δραστηριότητες (εφόσον υπάρχει η δυνατότητα)
3. Στα εκτατικά παραγωγικά συστήματα
 - Μείωση των εκπομπών μέσω της διατροφής
 - Στροφή προς συμπυκνωμένες ζωοτροφές
 - Μείωση αγοραζόμενων ζωοτροφών



- Ανάγκη διερεύνησης άλλων πρακτικών μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που θα είναι αποτελεσματικές και εφικτές
- Ανάγκη σχεδιασμού κατάλληλων μέτρων πολιτικής σε συνεργασία με τους ερευνητικούς φορείς



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Δρ Αλεξάνδρα Σιντόρη
sintori@elgo.gr

CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), and includes icons by [Flaticon](#), and infographics & images by [Freepik](#)

