



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,

Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος,

Εργαστήριο Αγροτικής Οικονομίας και Καταναλωτικής Συμπεριφοράς



Διερεύνηση της αποδοτικότητας των αγροτικών τομέων της Ε.Ε. με τη χρήση της Window DEA



Φοιτητής: Χρήστος Γαλάνης

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Βλόντζος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος 2022

Ευχαριστίες

Με αυτήν το πέρας των προπτυχιακών μου σπουδών, οφείλω να ευχαριστήσω τα άτομα που με στήριξαν, βοήθησαν και καθοδήγησαν στην φοιτητική μου πορεία.

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ.Γεώργιο Βλόντζο και τον Υποψήφιο διδάκτορα του εργαστηρίου κ.Λεωνίδα-Σωτήριο Κυργιάκο για την στήριξη που μου προσέφεραν σε όλα τα φοιτητικά μου χρόνια. Η καθοδήγηση τους τόσο σε θέματα που άπτονται της πτυχιακής μου όσο και εκτός αυτής, αποτέλεσε σημαντικό θεμέλιο για την μετέπειτα καριέρα μου.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου την οικογένεια μου που όλα αυτά τα χρόνια με στηρίζει και με βοηθά με κάθε δυνατό τρόπο. Ιδιαίτερα τον μικρό μου αδερφό Μύρωνα, για την υποστήριξη που μου έδινε κάθε φορά που την χρειαζόμουν.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ το οφείλω στους φίλους και φίλες μου. Είναι τα άτομα που “έβαψαν” ο καθένας με τα δικά του χρώματα, την ζωή μου. Χάρης αυτούς ξέρω πως ότι και αν συμβεί θα είναι πάντα εκεί για εμένα.

Στον αδερφό μου Μύρων Γαλάνη

“Μπορείς να ξοδέψεις ολόκληρη την ζωή σου ταξιδεύοντας όλο τον κόσμο για να βρεις τον κήπο της Εδέμ, ή μπορείς να τον δημιουργήσεις στον κήπο της αυλής σου”

— Khang Kijarro Nguyen

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	6
2. Σκοπός	7
3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	8
3.1 Καλλιεργούμενη έκταση γης	8
3.2 Εισροές	10
3.2.1 Εργασία	10
3.2.2 Ενέργεια	12
3.2.3 Προϊόντα φυτοπροστασίας	13
3.2.4 Πολλαπλασιαστικό υλικό και σπόροι	17
3.2.5 Κατανάλωση αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων.....	19
3.3 Εκροές	21
4. Μεθοδολογία	27
4.1 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (D.E.A.)	27
4.1.1 Γενικά	27
4.1.2 Τα Μοντέλα της Π.Α.Δ.	28
4.1.3 Η ύπαρξη ακραίων τιμών.....	32
4.1.4 Χρήση περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων με την χρήση χρονικών παραθύρων.	33
4.2 Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία EUROSTAT	35
4.3 Διπλή Εκθετική Εξομάλυνση και Μοντέλο Προβλέψεων	37
4.4 MiniTab	38
4.5 Δημιουργία αρχικής βάσης δεδομένων	41
4.6 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων με την χρήση παραθύρου (Window DEA)	41
5. Αποτελέσματα	45
6. Συζήτηση	55
7. Συμπεράσματα	58
8. Βιβλιογραφία	61
9. Παράρτημα	68

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (2022-2027), υιοθετώντας τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, έχει θεσπίσει ένα σύνολο 9 στόχων ώστε να καταστήσει ως άμεσες προτεραιότητες την οικονομική ευημερία, την περιβαλλοντική προστασία και την εξασφάλιση ενός ικανοποιητικού επιπέδου διαβίωσης για τους ανθρώπους της υπαίθρου. Επίσης, μέσω των επιδοτήσεων και των προγραμμάτων, η Ε.Ε στοχεύει στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών που θα οδηγήσουν σε ορθότερη χρήση των αγροχημικών σκευασμάτων στοχεύοντας έτσι στη μείωση του κόστους παραγωγής και στην αύξηση της περιβαλλοντικής προστασίας. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω και έχοντας ως γνώμονα τη μείωση των εισροών (input-oriented approach), χρησιμοποιήθηκε η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων με τη χρήση χρονικού παραθύρου (Window DEA), με στόχο την διερεύνηση του βαθμού αποδοτικότητας των αγροτικών τομέων των κρατών μελών της Ε.Ε. για το χρονικό διάστημα 2009-2019. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα προβλέψεων με διπλή εκθετική εξομάλυνση ώστε να γίνουν προβλέψεις για δύο έτη 2021-2022. Η λήψη των δεδομένων έγινε από την ευρωπαϊκή βάση της Eurostat (7 εισροές – εργασία, ενέργεια, κεφάλαιο, προϊόντα φυτοπροστασίας, πολλαπλασιαστικό υλικό, αζωτούχα και φωσφορικά λιπάσματα, 1 επιθυμητή εκροή- αγροτική παραγωγή και 1 ανεπιθύμητη εκροή- CO₂eq) και ακολούθησε περαιτέρω ανάλυση τόσο σε επίπεδο περιγραφικής στατιστικής όσο και σε ανάλυση τους με τη χρήση της WDEA. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο ευρωπαϊκός μέσος όρος ανερχόταν πάνω από το 85% με την Ελλάδα να βρίσκεται αρκετά πάνω από αυτόν (~95%). Συμπερασματικά, παρόλο που ο ευρωπαϊκός μέσος όρος είναι υψηλός, υπάρχουν σημαντικές βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν τόσο σε τεχνολογικό επίπεδο, όσο και κατά την καταγραφή δεδομένων, καθώς παρατηρήθηκαν έντονες ελλείψεις που δυσκόλεψαν την ανάλυση.

Λέξεις-Κλειδιά: Window DEA, αριστοποίηση, DEA, Ευρωπαϊκή Ένωση, Βιώσιμη ανάπτυξη, ΚΑΠ 2030.

ABSTRACT

The new Common Agricultural Policy (2022-2027), adopting the principles of sustainable development, has set a set of 9 objectives to make economic prosperity, environmental protection and ensuring a satisfactory standard of living for rural people as immediate priorities. Also, through subsidies and programs, the EU aims to adopt new technologies that will lead to better use of agrochemicals, thus aiming to reduce production costs and increase environmental. Based on the above and guided by the reduction of inputs (input-oriented approach), the Data Analysis using the time window (Window DEA) was used, in order to investigate the degree of efficiency of the agricultural sectors of the EU Member States for the period 2009-2019. In addition, forecast models with double exponential smoothing were used to make forecasts for two years 2021-2022. The data were taken from the Eurostat European database (7 inputs - labor, energy, capital, plant products, propagating material, nitrogen and phosphate fertilizers, 1 desired output- agricultural production and 1 undesirable output - CO₂eq) and followed by further analysis of both in terms of descriptive statistics as well as in their analysis using WDEA. The results showed that the European average was over 85% with Greece being well above it (~ 95%). In conclusion, although the European average is high, there are significant improvements that need to be made both in terms of technology and data recording, as there have been strong shortcomings that have made analysis difficult.

Keywords: Window DEA, Optimization, DEA, European Union, Sustainability, CAP 2030.

1. Εισαγωγή

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης πέρασε σε μία κατάσταση απότομης ύφεσης. Η ύφεση αυτή δεν ήταν μόνο οικονομική, αλλά και παραγωγική. Η βιομηχανία είχε στραφεί στην παραγωγή αμυντικού εξοπλισμού, επικαλύπτοντας τους άλλους τομείς. Οι συνέπειες αυτής της εστιασμένης παραγωγής ήταν να εμφανιστεί μία τάση «άτακτης παραγωγής». Οι ανάγκες των χωρών μετατράπηκαν από αμυντικές, σε ανάγκες κάλυψης βασικών αναγκών όπως η τροφή, η ένδυση και η διασκέδαση προκειμένου να αποφορτιστούν οι άνθρωποι από τα δεινά του πολέμου. Συνεπώς, όλες οι χώρες άρχισαν να παράγουν μεγάλες ποσότητες για να καλύψουν τις ανάγκες των πληθυσμών τους.

Αυτή η τάση για παραγωγή όμως, πέραν από την διαμόρφωση και ανακούφιση της οικονομίας, δημιούργησε νέες προκλήσεις. Σκευάσματα τόσο για την φυτοπροστασία όσο και για την υποβοήθηση της ανάπτυξης (λιπάσματα) των καλλιεργειών χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς. Αυτό, σε συνδυασμό με την ελάχιστη έρευνα για τις επιπτώσεις των αγροχημικών ανθρώπινη υγεία και όχι μόνο, είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία προβλημάτων. Έτσι πλέον τα κράτη πέραν της ανάγκης τους για την διατροφή των πολιτών καλούνται να αντιμετωπίσουν προβλήματα τοξικότητας χημικών, ανθεκτικότητας ζωικών εχθρών των καλλιεργειών κ.ο.κ. Κύριο μέλημα εκείνη την περίοδο ήταν η συνεχής παραγωγή αγροτικών προϊόντων, σε τόσο μεγάλο βαθμό που δημιουργήθηκαν υψηλά πλεονάσματά που δημιούργησαν στρεβλώσεις στην παγκόσμια αγορά.

Αναλογιζόμενοι τα παραπάνω, οι δυνατότερες οικονομίες της Ευρώπης οδηγούνται στην θέσπιση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (πρώτα Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα) το 1958. Κάτω από το πρίσμα αυτής της ενέργειας το 1962 υπογράφεται η πρώτη κοινή αγροτική πολιτική (ΚΑΠ), με στόχους την υποστήριξη των παραγωγών, την θεσμοθέτηση κριτηρίων ποιότητας προϊόντων και την ευρύτερη ανάπτυξη ανταγωνιστικότητας του πρωτογενούς τομέα.

Με στόχο να καλύψει τις σύγχρονες ανάγκες του Ευρωπαίου πολίτη οι μεταεξελίξεις της ΚΑΠ παρουσιάζουν μια συνεχή αναπροσαρμογή όπου παράλληλα με την αύξηση της ανταγωνιστικότητας, προτεραιότητα αποτελούν επίσης η περιβαλλοντική προστασία και η στήριξη των ανθρώπων της υπαίθρου. Συγκεκριμένα, η νέα ΚΑΠ έχει θεσπίσει 9 στόχους με τρεις βασικούς τομείς ενδιαφέροντος: την

οικονομία, το περιβάλλον και την κοινωνία. Συνεπώς στον οικονομικό πυλώνα υπάρχουν οι υποστόχοι για αύξηση της ανταγωνιστικότητας, η δημιουργία δίκαιου εισοδήματος και η διασφάλιση σταθερότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων. Στον περιβαλλοντικό πυλώνα, εντάσσονται οι στόχοι για κλιματική, περιβαλλοντική μέριμνα και διατήρηση τοπίου και βιοποικιλότητας. Τέλος στον κοινωνικό πυλώνα, εντάσσονται οι στόχοι για τη διασφάλιση της ανανέωσης των γενεών, αύξηση του εργατικού δυναμικού στην ύπαιθρο και ασφάλεια-ποιότητα τροφίμων.

Ωστόσο, όπως είναι φυσικό, η πολυμελής σύσταση της Ε.Ε. (28 μέλη έως 31/01/2020) παρουσιάζει και ποικιλομορφία στην παραγωγική διαδικασία. Πολλά μέλη εμφανίζουν υψηλά επίπεδα παραγωγικότητας, ενώ άλλα επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον.

Ακολουθώντας αυτό το σκεπτικό, η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως κύριο ερευνητικό ερώτημα:

Ποια κράτη μέλη είναι αυτά που χρησιμοποιούν τις λιγότερες δυνατές εισροές σε σχέση με την παραγωγή τους, ενώ ταυτόχρονα η αγροτική τους δραστηριότητα επιβαρύνει λιγότερο το περιβάλλον;

2. Σκοπός

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν στόχο την απάντηση τους παραπάνω ερωτήματος μέσω της ανάλυση δεδομένων των αγροτικών τομέων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αναλυτικότερα, με τη χρήση της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (ΠΑΔ) θα εκτιμηθεί η αποδοτικότητα της παραγωγικής διαδικασίας κάθε χώρας ξεχωριστά και σε βάθος χρόνου δέκα ετών, από το 2009-2019. Μοντέλα προβλέψεων θα χρησιμοποιηθούν για να πραχθούν τιμές για τις δύο επόμενες χρονιές 2020-2021.

Για να πραγματοποιηθούν τα παραπάνω η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει:

1. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων και τους παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγική διαδικασία σε μορφή εισροών και εκροών.
2. Ανάλυση δεδομένων από την ευρωπαϊκή βάση δεδομένων Eurostat για τα έτη 2009-2019 από τις βάσεις δεδομένων και projections από 2020 έως 2021.

Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα να εξεταστεί η πορεία των αγροτικών τομέων της Ε.Ε. λαμβάνοντας υπόψιν οικονομικά και περιβαλλοντικά στοιχεία. Τέλος, μέσα από την ανάλυση θα πραγματοποιηθεί και μία κατάταξη των κρατών μελών από το πιο αποδοτικό έως το λιγότερο αποδοτικό.

Συνοπτικά στο κεφάλαιο τρία παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα των αγροτικών τομέων της Ε.Ε. Στο κεφάλαιο πέντε παρουσιάζεται τόσο η μεθοδολογία της ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε (WDEA) όσο και η μεθοδολογία της έρευνας. παραγωγή, την περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων αλλά και των μοντέλων πρόβλεψης. Το κεφάλαιο έξι περιλαμβάνει τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την διενέργεια της WDEA, το κεφάλαιο εφτά τη συζήτηση των αποτελεσμάτων και στο κεφάλαιο οκτώ παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα. Στο τέλος της εργασίας επισυνάπτεται παράρτημα όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι πίνακες που παρήχθησαν κατά την διάρκεια της ανάλυσης δεδομένων.

3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Προκειμένου να παρουσιαστεί μια ολοκληρωμένη εικόνα ως προς τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν αργότερα για περεταίρω ανάλυση αλλά και των παραγόντων που τις επηρέασαν μέσα στο χρονικό διάστημα μελέτης (2009-2021), κρίθηκε απαραίτητη η ενσωμάτωση μιας αναλυτικής περιγραφής τους.

3.1 Καλλιεργούμενη έκταση γης

Οι αγροτικές εκμεταλλεύσεις στην Ε.Ε. παρουσιάζουν μία σημαντική μείωση. Υπολογίζεται πως 4.2 εκατομμύρια φάρμες έχουν πλέον χαθεί ή αφομοιωθεί από μεγαλύτερες φάρμες στα χρονικά πλαίσια από το 2005 μέχρι το 2016. Αυτό οφείλεται σε εγκατάλειψη της γης είτε από τους ίδιους τους αγρότες που αναζητούν μία καλύτερη οικονομικά δουλειά, είτε στην σχετική έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να ταυτίζεται ο όρος αγροτική εκμετάλλευση με τον όρο καλλιεργήσιμη έκταση γης. Η έκταση παρέμεινε η ίδια, με μία ελαφριά αύξηση του 0.2% για το ίδιο χρονικό πλαίσιο. Συνεπώς μπορεί να γίνει αντιληπτό πως, δεν υπάρχει κάποια μείωση καλλιεργήσιμης γης αλλά μία «ανακύκλωση» της ιδιοκτησίας της. Οι μικρές φάρμες που καλλιεργούνται ενσωματώνονται σε άλλες που διατηρούν την δραστηριότητα τους. Παρόλα αυτά, η Ευρωπαϊκή Ένωση συνεχίζει να αποτελείται από μικρές φάρμες, οι

οποίες καταλαμβάνουν το 95.2% των καλλιεργούμενων εδαφών (EU Commission, 2016b).

Στα μετέπειτα χρόνια, οι προβλέψεις δείχνουν πως ένα σημαντικό κομμάτι της αγροτικής γης θα εγκαταλειφθεί με σκοπό να δημιουργηθούν νέα αστικά κέντρα. Αυτό είναι άμεση απόρροια του γρήγορα αναπτυσσόμενου πληθυσμού. Επίσης, ένα άλλο κομμάτι της εγκατάλειψης οφείλεται στην μειωμένη παραγωγικότητα που εμφανίζουν κάποιες εκτάσεις, εξαιτίας της έντονης παραγωγικής δραστηριότητας των προηγούμενων χρόνων. Παράλληλα με το προηγούμενο, φαίνεται πως περιοχές που εγκαταλείπονται με σκοπό την αναζωογόνηση τους πολλές φορές μένουν ανεκμετάλλευτες, δεν επανεισέρχονται δηλαδή στο παραγωγικό δυναμικό. Συνολικά προβλέπεται πως από την συνολική καλλιεργούμενη έκταση γης περίπου το 3% θα χαθεί έως το 2030 εξαιτίας των παραπάνω παραγόντων (Castillo & Perpiña Castillo, 2021; EU Commission, 2018b, 2018a).

Η επιλογή καλλιεργειών στην ευρωπαϊκή γη στοχεύει κατά κύριο λόγο για την παραγωγή αροτραίων και οπωροκηπευτικών καλλιεργειών. Πάνω από το μισό καλλιεργούμενο έδαφος της Ε.Ε. φιλοξενεί τα παραπάνω. Οι μόνιμες καλλιέργειες κατέχουν μικρό ποσοστό περίπου ίσο με το 10%, ενώ το υπόλοιπο ένα τρίτο τις καλλιεργήσιμες έκτασης της ένωσης είναι λιβάδια και βοσκότοποι για την κτηνοτροφία (FAO, 2015). Πάνω από τις μισές καλλιέργειες είναι σιτηρά, αφού η Ευρωπαϊκή Ένωση κατέχει την κυρίαρχη θέση στην παραγωγή σιτηρών.

Όσον αφορά την τιμή της καλλιεργούμενης γης είναι αξιοσημείωτη η αύξηση στην τιμή της. Για παράδειγμα, μέσα στην Ε.Ε υπάρχουν κράτη μέλη όπως η Ολλανδία όπου το 2011 η τιμή ενός εκταρίου ήταν 50.000€ ενώ το 2020 πλησίαζε τα 70.000€. Παρόμοια αύξηση φαίνεται να διακρίνει και άλλα κράτη μέλη (Eurostat, 2021).

Η καλλιεργούμενη έκταση δεν έχει ενσωματωθεί στο μοντέλο της Π.Α.Δ. άμεσα σαν εισροή, αλλά έχει χρησιμοποιηθεί για την αναγωγή των υπόλοιπων εισροών ανά μονάδα εδάφους. Για αυτόν τον λόγο και δεν έχει ενσωματωθεί στο επόμενο κεφάλαιο των εισροών, όπου εκεί εμπεριέχονται οι μεταβλητές που έχουν χρησιμοποιηθεί στο μοντέλο της Π.Α.Δ..

3.2 Εισροές

Για την παρούσα πτυχιακή εργασία σαν εισροές χρησιμοποιήθηκαν επτά παράγοντες: 1) εργασία, 2) ενέργεια, 3) προϊόντα φυτοπροστασίας 4) Πολλαπλασιαστικό υλικό και σπόροι 5) κατανάλωση αζωτούχων και 6) κατανάλωση φωσφορικών λιπασμάτων. Όπως προαναφέρθηκε, τα δεδομένα για χρησιμοποιούμενη μεταβλητή έχουν ως κοινό σημείο αναφοράς την έκταση.

Υπήρχε διάθεση να προστεθεί και η κατανάλωση νερού, ωστόσο δεν υπήρχαν ικανοποιητικά οργανωμένα δεδομένα για την άρδευση ή το υδατικό αποτύπωμα των αγροτικών τομέων της Ε.Ε. Η προσθήκη του θα μπορούσε να αποδώσει μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την ακριβέστερη αξιολόγηση της βιωσιμότητας και της φιλοπεριβαλλοντικής στάσης των αγροτικών τομέων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

3.2.1 Εργασία

Η εργασία στον αγροτικό τομέα υπολογίζεται σε Μονάδες Εργασίας (Μ.Α.Ε.). Ως ΜΑΕ ορίζεται η ποσότητα της εργασίας που παρέχεται από ένα ενήλικο άτομο, σε συνθήκες υπαίθρου, και αντιστοιχεί σε 1750 ώρες ετησίως. Αποτελεί το σημαντικότερο έξοδο μίας γεωργικής εκμετάλλευσης αφού καταλαμβάνει το 60% των συνολικών εξόδων.

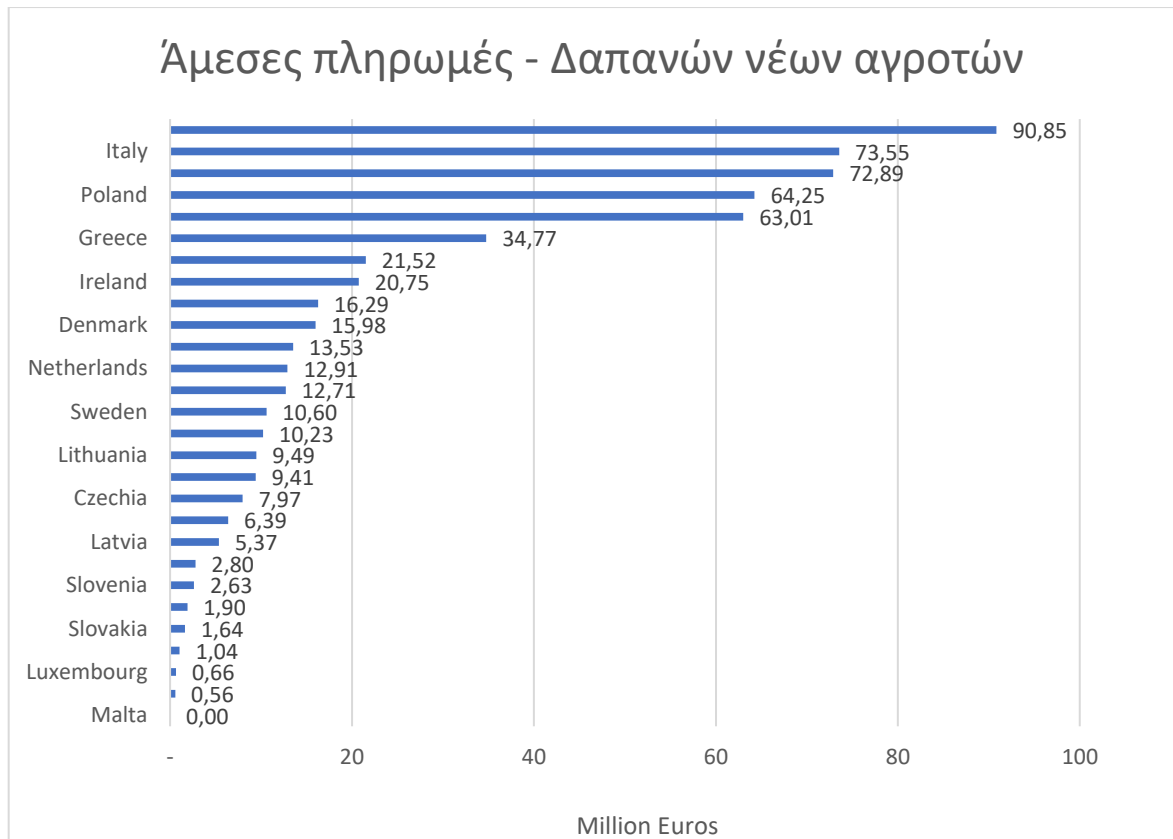
Το μεγαλύτερο μέρος του Ευρωπαϊκού αγροτικού τομέα καλύπτεται από οικογενειακές φάρμες (95.2 %) η οποίες καλύπτουν πάνω από το 60% της καλλιεργήσιμης γης και συνεισφέρουν στο περίπου 60% της συνολικής παραγωγής. Με αυτά τα δεδομένα η χώρα μας έρχεται και καταλαμβάνει την 3^η θέση ως προς το ποσοστό των ατόμων που δουλεύουν στον πρωτογενή τομέα, σε σχέση με τον συνολικό πληθυσμό της (10.7%), ενώ ταυτόχρονα διαθέτει και την πρώτη θέση στο χαμηλότερο μορφωτικά επίπεδο του εργατικού της δυναμικού (64.2% με κατώτατο επίπεδο κατάρτισης). Επίσης, ανησυχητικό είναι το γεγονός της μείωσης του εργατικού δυναμικού στον πρωτογενή τομέα (Luru, 2019).

Είναι γεγονός πως η εργασία στον πρωτογενή τομέα δεν εναρμονίζεται με τον τρόπο εργασίας σε μία συμβατική δουλειά. Αρχικά, ο πρωτογενής τομέας έχει πολλούς τομείς ο καθένας με τα δικά του διακριτά χαρακτηριστικά. Τομείς όπως η ζωική παραγωγή, η φυτική παραγωγή αλλά και η μεταποίηση έχουν διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας και καταμερισμού εργασίας. Ωστόσο, όλοι διαθέτουν το ίδιο χαρακτηριστικό της εποχικότητας. Η πλειονότητα των εργασιών στον πρωτογενή τομέα είναι εποχιακές και ακολουθούν τα κλιματολογικά και φυσιολογικά (δομή εδάφους, κλίση κλπ.) που διέπουν

κάθε περιοχή αναφοράς. Τα τελευταία μπορούν να αλλάζουν ακόμα και μέσα στα όρια κάθε κράτους μέλους της ευρωπαϊκής ένωσης. Για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που διέπουν την εποχική εργασία η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω μεταρρυθμίσεων της ΚΑΠ προσπαθεί να προσφέρει ίσες ευκαιρίες για βιώσιμη εργασία σε όλα τα κράτη μέλη της (Popescu et al., 2021).

Αναλυτικότερα, η πολιτική που ακολουθεί σχετικά με την εργασία στον πρωτογενή τομέα, είτε αυτή είναι σχέση εργασίας είτε επιχειρηματική δραστηριότητα, διαφαίνεται μέσα από το άρθρο 39 του ευρωπαϊκού δικαίου (EU Commission, 2016a). Μέσα στο άρθρο αναφέρεται ξεκάθαρα η προσπάθεια που γίνεται ώστε το εισόδημα να ενισχύεται με τρόπο που να προσφέρει δίκαιο βιοτικό επίπεδο και ταυτόχρονα να προωθεί την αύξηση της παραγωγής με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και των πρακτικών που εφαρμόζονται.

Το σημαντικότερο πρόβλημα φαίνεται να είναι η απόφαση των νέων να εγκαταλείπουν τον πρωτογενή τομέα για πιο καλοπληρωμένες δουλειές. Το φαινόμενο αυτό προκύπτει από την συνεχής οικονομική κρίση που συνεχίζουν να βρίσκονται πολλά κράτη μέλη της ένωση (Mărcuță et al., 2014). Αυτό σαν αποτέλεσμα έχει την αύξηση του μέσου όρου ηλικίας που δραστηριοποιούνται στο αγροτικό περιβάλλον και ταυτόχρονη μείωση ανθρώπινου δυναμικού. Αυτό δικαιολογεί και την τάση της ένωσης να δίνει κίνητρα (κυρίως οικονομικά) για την ένταξη νεαρών ατόμων στον πρωτογενή τομέα. Αναφορικά το Διάγραμμα 1 παρουσιάζει τα ποσά των άμεσων πληρωμών που έλαβαν οι νέοι αγρότες για το 2019 (EU Commission, 2021c).



Διάγραμμα 1: Επιδοτήσεις νέων αγροτών

3.2.2 Ενέργεια

Η ενέργεια υπολογίζεται ως η κατανάλωση ισοδύναμου τόνου πετρελαίου προς εκτάριο γης.

Οι κύριες πηγές ενέργειας γενικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τελευταία οι ανανεώσιμες. Πάνω από το μισό των ενεργειακών αναγκών καλύπτονται μέσω εισαγωγών, με κυρίαρχο εισαγωγέα την Ρωσία. Το υπόλοιπο ποσοστό καλύπτεται κατά κόρων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την πυρηνική ενέργεια. Παρόλο που παράγεται εντός των ορίων της ένωσης ενέργεια από τα προηγούμενα, η κατά κόρων κατανάλωση πραγματοποιείται από τα παράγωγα του πετρελαίου (EU Commission, 2022c).

Τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα μετά την κατανόηση της σημασίας της κλιματικής αλλαγής, η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί να αναθεωρήσει τον τρόπο παραγωγής ενέργειας. Τα προηγούμενα χρόνια, η παραγωγή ενέργειας στηριζόταν κατά κόρων σε μη-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ωστόσο, μέσω της πράσινης συμφωνίας αλλά και της νέας ΚΑΠ 2020-2021, φαίνεται πως σαν στόχο έχουν την κάλυψη των αναγκών

ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών. Κύριο ενδιαφέρον φαίνεται να έχουν η βιομάζα και οι αιολική ενέργεια, ωστόσο κάποιες χώρες όπως η Γαλλία έχουν ήδη αρχίσει να ενσωματώνουν και την πυρηνική (European Commission, 2020).

Ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι η προηγούμενη προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2011 με την στρατηγική 20-20-20 φαίνεται να μην είχε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αναφορικά, η στρατηγική στόχευε στην αύξηση παραγωγής κατά 20% με ταυτόχρονη μείωση 20% των παραγόμενων ρύπων και μείωση 20% την ενέργειας που χρησιμοποιείται (European Environmental Agency, 2021). Σχετικές έρευνες που έχουν γίνει στο παρελθόν έχουν δείξει αυτήν την πτωτική τάση. Μάλιστα, οι προσπάθειες να συνδέσουν τις επιδοτήσεις σε σχέση με την αποδοτική χρήση ενέργειας φαίνεται να μην επηρέασε και πάρα πολύ την συνολική εικόνα. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί πως κάποιοι εταίροι είχαν σημαντική βελτίωση, αλλά ήταν λιγότεροι σε σχέση με αυτούς που δεν είχαν καθόλου αλλαγή ή αρνητική αλλαγή (Martinho, 2016; Vlontzos et al., 2014).

Γενικά, η ενέργεια στον πρωτογενή τομέα παράγεται κατά κύριο λόγο από την χρήση πετρελαίου (60%), αλλά με τους στόχους της νέας ΚΑΠ, φαίνεται να υπάρχει μία τάση για αλλαγή. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι το 2018 οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είχαν αύξηση χρήσης, όπου στις ανεπτυγμένες χώρες έφτασε έως και το 20%. Ταυτόχρονα, γίνεται πλέον εμφανές ότι ο πρωτογενής τομέας μπορεί να αποτελέσει και αυτός μέσον παραγωγής βιομάζας και άρα να παράγει ο ίδιος, σε πολλές περιπτώσεις, παραπάνω ενέργεια από ότι καταναλώνει (Ferrari & Zanotto, 2021)

Συνεπώς, η ανάγκη για ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών για παραγωγή ενέργειας και ιδιαίτερα ηλεκτρισμού κρίνεται επιτακτική ανάγκη. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πολύ πιθανό να αποτελέσουν μονόδρομο στο μέλλον, καθώς η Ε.Ε. αναγνωρίζει το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και τον τρόπο με τον οποίο η παραγωγή ενέργειας την επιταχύνει. Παράλληλα, η τεχνολογία έρχεται να ενσωματωθεί με σκοπό την υποβοήθηση της παραγωγής αλλά απαιτεί και αυτήν ενέργεια για την λειτουργία της. Συμπερασματικά, θα πρέπει οι νέες πολιτικές της ΚΑΠ να λάβουν υπόψη την σχέση μεταξύ των πηγών ενέργειας και της τελικής παραγωγής και να προτείνει ανάλογους στόχους (Streimikis et al., 2021)

3.2.3 Προϊόντα φυτοπροστασίας

Ο όρος φυτοπροστατευτικό προϊόν (ή φυτοφάρμακο) αναφέρεται στα σκευάσματα που στοχεύουν στην προστασία των γεωργικών προϊόντων και των καλλιεργειών από κάθε

τύπου και είδους παθογόνου. Η δράση τους οφείλεται σε μία δραστική ουσία η οποία είναι ικανή να κάνει μία από τις παρακάτω λειτουργίες:

- Προστασία των καλλιεργειών προ- και μεταφυτρωτικά.
- Την διατήρηση των αποθηκευμένων προϊόντων.
- Αποφυγή της επιτυχίας εγκατάστασης μη επιθυμητών φυτών (ζιζανίων).
- Την ρύθμιση βιοχημικών λειτουργιών των καλλιεργούμενων φυτών (EU Commission, 2021f).

Επίσης, για να μπορέσει ένα αγροτικό προϊόν να διατεθεί προς κατανάλωση θα πρέπει κατά την ανάλυση του να μην περιέχει υπολείμματα δραστικών ουσιών πέραν κάποιων ανώτατων ορίων. Τα ανώτατα όρια (AOK – MRL) καθορίζονται με βάση την επικινδυνότητα που έχει μία δραστική ουσία όταν βρεθεί σε υψηλή συγκέντρωση στο σώμα των καταναλωτών. (EU Commission, 2017). Συνεπώς, πρέπει να χρησιμοποιούνται με φειδώ για να αποφευχθούν αρνητικές συνέπειες.

Όλα τα διαθέσιμα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και τα ανώτατα όρια είναι διαθέσιμα ανά κράτος μέλος σε δημόσιες βάσεις δεδομένων για λόγους διαφάνειας και ασφάλειας του καταναλωτή (EPPO, 2022).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση διαθέτει το πιο αυστηρό σύστημα έγκρισης των φυτοφαρμάκων παγκοσμίως. Η θετική πλευρά είναι ότι αυτό αποτελεί εγγύηση για την ασφάλεια των αγροτικών προϊόντων που διακινούνται μεταξύ των μελών της. Ωστόσο, από την άλλη η διαδικασία για τον εμπλουτισμό του καταλόγου των διαθέσιμων σκευασμάτων με άλλες δραστικές ουσίες χημικές ή μη (π.χ. μικροοργανισμοί) καθυστερεί σημαντικά. Αναφορικά, για να μπορέσει ένα καινούριο φυτοπροστατευτικό προϊόν να γίνει διαθέσιμο χρειάζεται να περάσουν περίπου τέσσερα χρόνια από την στιγμή της αίτησης αδειοδότησης (EU Commission, 2015).

Για να γίνει πιο εύληπτη η σημασία του ελέγχου των φυτοφαρμάκων θα γίνει αναφορά των συνεπειών αρνητικών και θετικών που έχουν στην παραγωγική διαδικασία. Να σημειωθεί ότι η ανάλυση αυτή περιλαμβάνει τα συνθετικά-χημικά φυτοφάρμακα και όχι τα μη-χημικά.

Πρώτο και προφανές αποτέλεσμα από την χρήση των φυτοφαρμάκων είναι η αύξηση της παραγωγής, με άμεση συνέπεια την αύξηση των απολαβών του παραγωγού. Έπειτα, η διατήρηση της υπάρχουσας παραγωγής με την μείωση των εργατικών εξόδων.

Αναλυτικότερα, με την χημική καταπολέμηση, μειώνονται οι ανθρώπινες παρεμβάσεις για την αφαίρεση μη-επιθυμητών φυτών, ενώ ταυτόχρονα, η χρήση φυτοφαρμάκων βοηθάει στην θανάτωση των φορέων διαφόρων ασθενειών. Τέλος, διασφαλίζουν την διατήρηση των προϊόντων κατά την μεταφορά τους.

Στον αντίποδα, τα φυτοφάρμακα έχουν κατηγορηθεί ότι είναι υπεύθυνα για την πρόκληση τοξικοτήτων κατά την είσοδο τους στο σώμα του ανθρώπου, τόσο κατά την εφαρμογή τους όσο και κατά την κατανάλωση των προϊόντων που έχουν υψηλά υπολείμματα. Μία άλλη συνέπεια από την αλόγιστη και συστηματική χρήση χημικών φυτοφαρμάκων, είναι η μόλυνση των εδαφών και τον υπόγειων υδάτων, ενώ παράλληλα αναφέρετε και μόλυνση του αέρα για την περιοχές που βρίσκονται κοντά στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Τέλος, και ίσως το σημαντικότερο, η χρήση μεγάλων ποσοτήτων οδηγεί στην δημιουργία ανθεκτικότητας των παθογόνων (Hendrickson et al., 2019), με ταυτόχρονη θανάτωση οργανισμών μη-στόχων όπως για παράδειγμα επικονιαστές (Sponsler et al., 2019).

Δυσκολία συναντάται στην γνώση περί ποσοτήτων που εφαρμόζονται στα κράτη μέλη, καθώς τα μόνα στοιχεία που υπάρχουν διαθέσιμα αναφέρονται στον όγκο των πωλήσεων και όχι στην ποσότητα που εφαρμόζεται. Παράλληλα, όσα δεδομένα υπάρχουν για τις ποσότητες εφαρμογής είναι προσεγγιστικά και όχι βασισμένα σε μετρήσεις στον αγρό. Σε αυτό έρχεται να προστεθεί η ελλιπής γνώση των επιτροπών και των θεσμών σχετικά με το απόθεμα που διατηρούν οι ίδιοι παραγωγοί. Το απόθεμα, καθώς και η διακίνηση μη-εγκεκριμένων σκευασμάτων είναι μία μάστιγα που δεν μπορεί ακόμα να ελεγχθεί. Προκειμένου να γίνει μία ποσοτικοποίηση του προβλήματος, η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA), υπολογίζει ένα 10% επιπλέον των δηλωθέν πωλήσεων σκευασμάτων να αντιστοιχεί σε παράνομη διακίνηση (Buckwell et al., 2020). Θετική και αποδοτική απάντηση φαίνεται να δίνεται στο αντίστοιχο πρόβλημα με την προσπάθεια εκμετάλλευσης της τεχνολογίας τύπου blockchain. Η τεχνολογία αυτή μπορεί, με την χρήση κωδικών τύπου QR ή Barcode, βασισμένη σε μία αποκεντρωμένη αρχή να δώσει στα χέρια των επιτροπών όλες της πληροφορίες για ένα σκεύασμα, από την στιγμή της δημιουργίας του έως την τελική εφαρμογή του. Ωστόσο, αυτή η τεχνολογία είναι ακόμα σε εμβρυακό στάδιο και χρίζει σημαντικών βελτιώσεων (Frezal, 2020).

Ο ταχύτερος έλεγχος των δραστικών ουσιών, η καλύτερη επίβλεψη εφαρμογής των φυτοφαρμάκων αλλά και η σταδιακή αποδέσμευση του παραγωγικού συστημάτων των

μελών της Ε.Ε. είναι κάποιοι από τους βασικούς άξονες της Πράσινης Συμφωνίας (Green Deal) με τον αισιόδοξο στόχο την πλήρη αποδέσμευση από χημικά φυτοφάρμακα έως το 2025. Βάσει αυτού η Ευρωπαϊκή Ένωση και οι αντίστοιχες επιτροπές, αναλογιζόμενοι τα προβλήματα που συναντώνται έχουν προτείνει συνολικά δεκαέξι λύσεις, μία για κάθε πρόβλημα, με καταληκτική ημερομηνία εφαρμογής, αλλά και έλεγχο των πρώτων αποτελεσμάτων το τέλος του 2022. Αναφορικά οι 16 προτάσεις είναι οι εξής:

1. Καλύτερη εφαρμογή — αντιμετώπιση των καθυστερήσεων και ενίσχυση της διαφάνειας
2. Βελτίωση της εφαρμογής των κριτηρίων αποκλεισμού
3. Απλούστευση της συγκριτικής αξιολόγησης των υποψήφιων για υποκατάσταση ουσιών
4. Αξιολόγηση σφαιρικού κινδύνου
5. Περιβαλλοντική παρακολούθηση και βιοπαρακολούθηση
6. Καθορισμός των στόχων περιβαλλοντικής προστασίας και επικαιροποίηση των εγγράφων καθοδήγησης
7. Βελτίωση του συστήματος ανά ζώνες για την αδειοδότηση των ΦΠΠ
8. Λύσεις για χρήσεις ήσσονος σημασίας
9. Αύξηση της εποπτείας των αδειών έκτακτης ανάγκης
10. Περαιτέρω μείωση της ανάγκης για δοκιμές σε σπονδυλωτά
11. Προώθηση της βιώσιμης φυτοπροστασίας με λύσεις χαμηλού κινδύνου και αποτελεσματική άμβλυνση του κινδύνου
12. Βελτίωση της εφαρμογής του κανονισμού για τα ΦΠΠ
13. Βελτίωση της εφαρμογής του κανονισμού για τα ΑΟΚ
14. Ταχεία απόκριση σε ανακλύπτοντα ζητήματα σχετικά με τα ΑΟΚ και στην τεχνική πρόοδο
15. Χρήση της πράσινης διπλωματίας για την προώθηση του πράσινου θεματολογίου μας για τα φυτοφάρμακα
16. Ενίσχυση της εσωτερικής συνοχής και της συνεκτικότητας με τη νομοθεσία της ΕΕ

(EU Commission, 2018d).

Εν κατακλείδι, φαίνεται πως η λύση για την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων είναι ένα αρκετά περίπλοκο πρόβλημα με πολλά σκέλη. Για την αντιμετώπιση του χρειάζεται η συνεργασία πολλών θεσμών τόσο κρατικών όσο και διακρατικών. Η αμεσότερη και εγκυρότερη καταγραφή των ποσοτήτων που εφαρμόζονται θα μπορέσει να προσδώσει διαφάνεια και να αυξήσει την ασφάλεια στην παραγωγική διαδικασία των κρατών μελών. Θετική νότα αποτελεί η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, συγκεκριμένα της γεωργίας ακριβείας, όπου μπορούν να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα εφαρμογής

και να μειώσουν την ποσότητα εφαρμογής χωρίς να επηρεάσουν την παραγωγή ούτε ποσοτικά ούτε ποιοτικά (Maes & Steppe, 2019).

3.2.4 Πολλαπλασιαστικό υλικό και σπόροι

Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την παραγωγή, αλλά και σε γενικότερο πλαίσιο, το πρωτογενή τομέα, είναι το πολλαπλασιαστικό υλικό και οι σπόροι. Για να παρέχεται ένα προϊόν στην αγορά, είναι απαραίτητο να πληροί κάποιες προϋποθέσεις όπως να είναι καταγεγραμμένο στους εθνικούς καταλόγους, καθώς επίσης κρίνεται αναγκαίο να ελέγχονται τακτικά οι υπεύθυνοι φορείς για τη πώληση και διάθεσή του. Τα μέτρα αυτά επιβάλλεται να λαμβάνονται αυστηρώς και η τήρησή τους είναι επιτακτική ανάγκη για την αποφυγή αστοχιών, όπως η αποτυχία της καλλιέργειας, η οποία θα έχει δυσμενείς επιπτώσεις για τον παραγωγό, αλλά και την Ε.Ε, μέσω της εισχώρησης φυτών μη γηγενών ή μη ανταγωνιστικών ή και γενετικά τροποποιημένων. (EU Commission, 2022f)

Για την αποφυγή των αστοχιών αυτών και την ορθή λήψη των μέτρων που επιβάλλει η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει θεσμοθετηθεί μια επιτροπή για τα φυτά, τα ζώα, τη τροφή και τη διατροφή αυτών (PAFF – Plants, Animals, Food and Feed). Στην επιτροπή αυτή έχουν ορισθεί άτομα, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη διατήρηση όλων των κανόνων που έχουν θεσπιστεί, την αναγνώριση των αναγκών κάθε κράτους-μέλους και την μεταβίβαση των αιτημάτων τους στις ετήσιες αναφορές τους (EU Commission, 2022e).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η Ευρωπαϊκή Ένωση χρησιμοποιεί ένα πάρα πολύ μικρό ποσοστό γενετικά τροποποιημένων προϊόντων, παρόλο τον ανταγωνισμό που εμφανίζεται από τις νέες-βελτιωμένες ποικιλίες που κυκλοφορούν, και συνεχίζει να αποτελεί τη μεγαλύτερη εξαγωγό και τη τρίτη μεγαλύτερη περιοχή σε παραγωγική δύναμη (Ragonnaud, 2013). Γενικότερα, παρόλο που η Ευρωπαϊκή Ένωση αποθαρρύνει τη χρήση των γενετικά τροποποιημένων ποικιλιών η έρευνα που πραγματοποίησαν οι Hilbeck et al., (2013) απέδειξε πως είναι πολλοί οι παραγωγοί που δε συμμορφώνονται με τη συγκεκριμένη υπόδειξη, γεγονός που δε μπορεί να εμποδιστεί, αφού δεν έχει θεσπιστεί κανένας περιορισμός για τη διάθεσή τους. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη διαθεσιμότητα που εμφανίζεται στην αγορά, μη τροποποιημένων γενετικά σπόρων και πολλαπλασιαστικού υλικού. Μια από τις γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες που χρησιμοποιούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι μια ποικιλία καλαμποκιού η οποία καλλιεργείται στην Ισπανία και δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλη σημασία για την αγορά

(Ragonnaud, 2013). Ωστόσο, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί πως η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει πολύ μικρά όρια ανοχής στα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα που καλλιεργούνται ή εισάγονται, παρόλο που δεν έχει κάθεται αρνητική νομοθεσία κατά αυτών. Συγκεκριμένα μόνο μία ποικιλία αραβοσίτου έχει αναφερθεί σαν γενετικά τροποποιημένη στην Ισπανία, ενώ το προϊόν που εισάγεται είναι η σόγια (EU Commission, 2019c; Grantina-Ievina et al., 2019).

Περίπου 7.000 μεσαίες προς μεγάλες εταιρίες είναι αυτές που είναι υπεύθυνες για τη διακίνηση και εμπορία των σπόρων και των φυτικών υλικών, ωστόσο από αυτές το 75% - 99% της αγοράς το κατέχουν 5 – 8 εταιρίες. Αυτό μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα τόσο από οικονομικής, όσο και από περιβαλλοντικής άποψης, λόγω της συγκεντρωτικής πολιτικής που ακολουθείται από αυτές τις εταιρίες. Οι μικρότερες εταιρίες απομονώνονται από την αγορά, ενώ οι μεγαλύτερες εδραιώνουν δικές τους ποικιλίες (πατέντες), με αποτέλεσμα την μείωση της βιοποικιλότητας. Οι εταιρίες παρουσιάζουν μόνο λίγα από τα δεδομένα τους για τις πατέντες αυτές, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν πολλές πληροφορίες δημόσια, εκτός από αυτές που οι ίδιες οι εταιρίες επιλέγουν να δημοσιεύσουν.

Η μέθοδος παραγωγής των σπόρων και του πολλαπλασιαστικού υλικού στην Ευρωπαϊκή Ένωση συνοψίζεται στα εξής τρία βήματα:

1. Η εταιρία παρέχει σπόρους που έχουν παραχθεί στα εργαστήρια της.
2. Αυτή τους διαθέτει σε παραγωγούς και εταιρίες παραγωγής φυτών. Αυτοί συνεργάζονται και παράγουν σπορόφυτα και σπόρους
3. Με το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, ο όγκος των σπόρων που παράγεται από τα σπορόφυτα μεταπωλείται σε εταιρίες για πώληση (FAO, 2014).

Παρόλο που η τάση που επικρατεί είναι να παράγονται οι σπόροι και το πολλαπλασιαστικό υλικό από συγκεκριμένες εταιρίες, παρατηρείται η δημιουργία θεσμοθετημένων επιτροπών από κάποιες χώρες, όπως η Γαλλία, Ιταλία, Αυστρία, Δανία, Φιλανδία, με σκοπό την αποκεντροποίηση τους και τη δημιουργία δικών τους σπόρων και πολλαπλασιαστικού υλικού. Η Ιταλία συγκεκριμένα, έχει μία δική της αυτόνομη επιτροπή, σε αντίθεση με όλες τις άλλες χώρες, οι οποίες υπάγονται σε μία κεντρική επιτροπή. Τέλος, η Λιθουανία κάνει προσπάθειες αποκέντρωσης τα τελευταία χρόνια. (Turpin & Agroecology, 2018).

Η εμπορική αξία του πολλαπλασιαστικού υλικού ανέρχεται στα 6,5 – 7 δις (Essen, 2014). Η Γαλλία είναι η χώρα που κατέχει το $\frac{1}{3}$ της παγκόσμιας αγοράς για την παραγωγή και εμπορία πολλαπλασιαστικού υλικού, γεγονός που τη καθιστά μία από τις μεγαλύτερες δυνάμεις στην αγορά. Η Ευρωπαϊκή αγορά αποτελεί το 20% της παγκόσμιας και έρχεται τρίτη μετά τη Κίνα και την Αμερική, ενώ η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η κυρίαρχος δύναμη στις εξαγωγές με ποσοστό που φτάνει το 60% των συνολικών εξαγωγών.(FAO, 2014). Το κόστος των σπόρων αποτελεί το 30% του συνολικού κόστους παραγωγής, ενώ τα κόστη για τα R&D Department των εταιρειών ανέρχονται στο 15% του συνολικού κόστους (Essen, 2014). Τα είδη των σπόρων τα οποία διατίθενται από την Ευρωπαϊκή Ένωση προς εξαγωγή και εμπορία, αποτελούν ενδεικτικό παράγοντα της παραγωγικής της δραστηριότητας, με τα δημητριακά (κυρίως σιτηρά) να καταλαμβάνουν τη κυρίαρχη θέση (FAO, 2014).

3.2.5 Κατανάλωση αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων

Είναι γνωστό πως τα λιπάσματα χρησιμοποιούνται με κύριο σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας της εκάστοτε καλλιέργειας. Ωστόσο, η εφαρμογή και χρήση τους δεν παρουσιάζει μόνο θετικά αποτελέσματα. Έχει αποδειχθεί πως απελευθερώνονται ρύποι στο περιβάλλον τόσο κατά τη διαδικασία που λαμβάνει χώρα για τη παραγωγή κάθε τύπου λιπάσματός, όσο και κατά την εφαρμογή τους στις καλλιέργειες (Rashmi et al., 2020).

Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διαδικασία παραγωγής λιπασμάτων χρησιμοποιείται φυσικό αέριο, με ένα παράδειγμα να αποτελεί η παραγωγή των νιτρικών λιπασμάτων, κατά δεσμεύεται ποσοστό φυσικού αερίου (περίπου 3% - 5%) (EU Commission, 2019b). Επιπλέον, κατά την εφαρμογή αζώτου, υπό την μορφή νιτρικών λιπασμάτων, παρατηρήθηκε πως απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα, ενώ μετά την εφαρμογή τους τα λιπάσματα, και κυρίως το άζωτο, μπορούν να ‘ξεπλένονται’ στο έδαφος, μέσω του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, με αποτέλεσμα τη μόλυνσή του. (Rashmi et al., 2020). Τα φωσφορικά λιπάσματα από την άλλη προέρχονται από πετρώματα, με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζονται δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά τη παραγωγή ή και τη χρήση τους (EU Commission, 2019b).

Το γεγονός ότι είναι απαραίτητη η χρήση ποσοστού φυσικού αερίου για την παραγωγή των νιτρικών λιπασμάτων έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους παραγωγής τους και κατ’ επέκταση τη διακύμανση του κόστους αυτού ανάλογα με τη τιμή του

αερίου σε κάθε χρονική στιγμή (EU Commission, 2019b). Χαρακτηριστική είναι η περίοδος 2007 - 2008, δηλαδή η εποχή που ξεκίνησε η οικονομική κρίση, κατά την οποία παρουσιάστηκε μεγάλη αύξηση στη τιμή του πετρελαίου και κατά συνέπεια και του φυσικού αερίου, που τελικά είχε σαν αποτέλεσμα και τη ραγδαία αύξηση στο κόστος παραγωγής και πώλησης των λιπασμάτων. (Bhar & Malliaris, 2011). Η αναφορά της κρίσης δεν είναι τυχαία καθώς και τώρα η Ε.Ε. διατρέχει μία κρίση φυσικού αερίου, με την τιμή του να ανεβαίνει έως και 0.10€ ανά κιλοβατώρα σε σχέση με τις τιμές του 2008 (2021 – 0.365€). Η κρίση αυτή οφείλεται στις τεταμένες σχέσης με την Ρωσία. Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως η φορολογία έφτασε από 8% στο 12% (EU Commission, 2022d). Η τιμή παραγωγής και εμπορίας των φωσφορικών λιπασμάτων, δεν επηρεάζονται από τις διακυμάνσεις στις τιμές των ενεργειακών πόρων που χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή άλλων λιπασμάτων, διότι όπως προαναφέρθηκε παράγονται από ορυκτά πετρώματα. Ο παράγοντας που επηρεάζει το κόστος αυτής της ομάδας λιπασμάτων είναι η διαθεσιμότητα των απαραίτητων για την εξαγωγή του φωσφόρου πετρωμάτων (EU Commission, 2019b).

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο η Ευρωπαϊκή Ένωση κατέχει κυρίαρχη θέση στην παραγωγή και διακίνηση φυτικού πολλαπλασιαστικού υλικού, αλλά και προϊόντων φυτοπροστασίας, δεν συμβαίνει όμως κάτι αντίστοιχο στο κλάδο των φωσφορικών και νιτρικών λιπασμάτων. Συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Ένωση παράγει το 9% των φωσφορικών λιπασμάτων της παγκόσμιας παραγωγής και μόλις το 3% των νιτρικών. Μέχρι το 2014 η Ένωση είχε τη δυνατότητα να εξάγει ποσότητες λιπασμάτων, οι οποίες ήταν αρκετά μεγάλες, ώστε να τη καθιστούν μία από τις μεγάλες δυνάμεις στην εξαγωγή λιπασμάτων. Από το 2015, όμως, και μετά αυτό άλλαξε. Συγκεκριμένα, το 2015 η Ευρωπαϊκή Ένωση εισήγαγε περισσότερους από 9 εκατομμύρια τόνους λιπασμάτων. Το φαινόμενο αυτό πιθανώς να οφείλεται στη κατανομή των απαραίτητων για παραγωγή αυτών των λιπασμάτων πρώτων υλών (EU Commission, 2019b).

Ένα μέρος του κόστους παραγωγής των λιπασμάτων αυτών (περίπου το 10%) καλύπτεται από τους ίδιους τους καλλιεργητές. Το ποσοστό που καλύπτει κάθε χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, από αυτό το 10%, διαφέρει. Παραδείγματος χάρη η Ολλανδία καλύπτει το 2%, ενώ την ίδια στιγμή η Λιθουανία καλύπτει το 21%. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τη δεκαετία 2006 – 2016 τα έξοδα για τη παραγωγή των λιπασμάτων έφταναν το ένα πέμπτο του συνόλου των εξόδων (EU Commission, 2019b).

Η Κοινή Αγροτική Πολιτική έχει εντοπίσει τα προβλήματα που προκύπτουν από τη παραγωγή και τη χρήση των λιπασμάτων αυτών και έχει θέσει δύο βασικούς στόχους. Ο πρώτος είναι να πραγματοποιηθεί ορθότερη, αποδοτικότερη και αποτελεσματικότερη εφαρμογή των λιπασμάτων και ο δεύτερος είναι να ενταχθούν σταδιακά στην αγορά λιπάσματα που προέρχονται από οργανικούς πόρους και να περιοριστεί στο μεγαλύτερο μέρος της η χρήση των χημικών λιπασμάτων (EU Commission, 2021b). Για την επίτευξη του πρώτου στόχου, έχουν ήδη αρχίσει να γίνονται προσπάθειες ένταξης της γεωργίας ακριβείας, αλλά και των Τεχνολογιών IoT (Internet of Things), οι οποίες με την χρήση στόλων drones εξοπλισμένων με κάμερες και αισθητήρες, στοχεύουν μόνο όσα φυτά έχουν ανάγκη για λίπανση (Mogili & Deepak, 2018). Τέλος, για τον ίδιο σκοπό, έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται και να εφαρμόζονται τεχνολογίες βραδείας αποδέσμευσης λιπασμάτων (Mikula et al., 2020).

Για το δεύτερο στόχο, χρησιμοποιώντας τις αρχές που προτάσσει η κυκλική οικονομία, γίνεται προσπάθεια ενσωμάτωσης οργανικών αποβλήτων στο καλλιεργητικό σύστημα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι έρευνες που γίνονται με στόχο τη δημιουργία κατάλληλων λιπασμάτων από την κοπριά (ρευστή και στερεή) που παράγεται από τις κτηνοτροφικές μονάδες (Prado et al., 2022) Ένα άλλο παράδειγμα είναι η προσπάθεια επαναχρησιμοποίησης νερού, από τα ημίκλειστα και ανοιχτά υδροπονικά καλλιεργητικά συστήματα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται πέραν της εξοικονόμησης λιπασμάτων και εξοικονόμηση υδάτινων πόρων αλλά και ενέργειας ως έμμεσης συνέπειας της μείωσης χρήσης των αγροχημικών σκευασμάτων (Osrapova et al., 2022).

3.3 Εκροές

Το αποτέλεσμα κάθε παραγωγικής διαδικασίας είναι η δημιουργία ενός τελικού προϊόντος (επιθυμητή εκροή) ενώ είναι πιθανό να υπάρξει και η παραγωγή ανεπιθύμητων εκροών, που συνήθως επιβαρύνουν το περιβάλλον. Στην παρούσα πτυχιακή γίνεται χρήση δύο εκροών όπου η πρώτη είναι η επιθυμητή (παραγωγή σε €), ενώ αντίθετα η άλλη είναι ανεπιθύμητη (CO₂eq.).

3.3.1 Παραγωγή

Οι κυρίαρχες χώρες στην παραγωγή αγροτικών προϊόντων στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Γαλλία (20% της συνολικής παραγωγής), η Γερμανία και η Ισπανία (15% της

παραγωγής και οι δύο), ενώ το μικρότερο ποσοστό παραγωγής, ανήκει στη Φιλανδία, γεγονός που οφείλεται στις αντίξοες καιρικές συνθήκες. (Leetmaa, 2004)

Στη Βόρεια Ευρώπη, το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής κατέχουν τα σιτηρά, το καλαμπόκι και η βρόμη, λόγω των αυξημένων αποδόσεων που εμφανίζουν οι συγκεκριμένες καλλιέργειες σε αυτές τις περιοχές. Η Νότια Ευρώπη επικεντρώνεται περισσότερο στη παραγωγή βαμβακιού και ρυζιού. Επιπλέον, στη Νότια, αλλά και πιο Κεντρικά στην Ευρώπη παρατηρείται αυξημένη καλλιέργεια φυτών που χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή βιοντίζελ, όπως ο ηλίανθος και η ελαιοκράμβη (Leetmaa, 2004).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελείται κυρίως από μικρές αγροτικές εκμεταλλεύσεις, ωστόσο παράγει ιδιαίτερα μεγάλα κεφάλαια από το πρωτογενή της τομέα. Παραδείγματος χάριν το 2020 για κάθε 1 €, που ξοδευόταν, το κέρδος που είχε ήταν 0,76 €. Η εμπορία των φυτικών προϊόντων επιφέρει το μεγαλύτερο κέρδος ανά μονάδα προϊόντος. Συγκεκριμένα αποτελεί το 53% του συνολικού κεφαλαίου της γεωργίας και ανέρχεται στα 219,5 δις €. Οι χώρες με το μεγαλύτερο output είναι η Γαλλία (76.3 δις €), η Γερμανία (57.6 δις €), η Ιταλία (56.9 δις €) και τέλος η Ισπανία (52.3 δις €). Τη δεκαετία 2009 – 2019 τα συνολικά κέρδη ήταν συνεχώς αυξανόμενα, ωστόσο το 2020 παρουσιάστηκε πτώση η οποία αποδίδεται στη πτώση των τιμών σε στους χώρες, στους η Ρουμανία (-11,3%). Την ίδια χρονιά η Λιθουανία εμφάνισε θετικό δείκτη, με +8,6%. Τα κόστη στους παραγωγικής διαδικασίας ανέρχονται στα 235,8 δις €, με το 5,4% να έχει δαπανηθεί στους σπόρους και το πολλαπλασιαστικό υλικό, το 4,7% στη φυτοπροστασία και το 6,4% στα λιπάσματα (EU Commission, 2021e).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρατηρείται πως το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής αποτελούν τα σιτηρά, με περισσότερο από το 50% αυτών να αποτελεί το σιτάρι, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό το μοιράζονται σχεδόν σε ίσα ποσοστά τα άλλα σιτηρά. Από τα ψυχανθή το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής καταλαμβάνουν η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος, που όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιούνται για βιοντίζελ, ενώ Τρίτη σε ποσοστό παραγωγής έρχεται η σόγια, την οποία χρησιμοποιούν ευρέως οι κτηνοτρόφοι. Το ποσοστό της παραγωγής ρυζιού είναι αρκετά μικρό και από αυτό καλύπτονται κυρίως οι διατροφικές ανάγκες των κατοίκων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγκεκριμένα, η ποσότητα ρυζιού που παράγεται φτάνει τους 28, εκατομμύρια τόνου το χρόνο, ενώ του σιταριού τους 119,1 εκατομμύρια τόνους. (EU Commission, 2021a, 2022a)

Η Ελλάδα κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής (80% της παραγωγής) και εξαγωγής (91%) βαμβακιού. Το υπόλοιπο ποσοστό παραγωγής βαμβακιού (περίπου 20%) ανήκει στην Ισπανία και ένα μικρό ποσοστό της παραγωγής (λιγότερο από το 1%) στη Βουλγαρία. Οι παραπάνω χώρες λαμβάνουν επιδοτήσεις για την παραγωγή του βαμβακιού. Η τιμή του βαμβακιού αυξήθηκε κατά πολύ τη περίοδο 2010 – 2011, ενώ στη συνέχεια εμφάνιζε σταδιακή πτώση, έως ότου να φτάσει στο προηγούμενο εύρος τιμών του. Η Τουρκία αποτελεί τη κύρια χώρα εξαγωγής του βαμβακιού, καθώς εισάγει περισσότερο από το 50% της παραγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU Commission, 2012).

Η τάση παραγωγής βιοντίζελ από φυτά, εμφανίζει αύξηση, γεγονός που υποδηλώνει και την αύξηση της παραγωγής τέτοιων φυτών. Είναι πιθανή η αύξηση της παραγωγής του σιταριού κατά 5% για παραγωγή βιοντίζελ. Επιπλέον, αναμένεται από το 3% το ποσοστό παραγωγής τους να φτάσει το 14% με την παρούσα Κοινή Αγροτική Πολιτική. Για να πραγματοποιηθούν αυτές οι αυξήσεις θα γίνει πιο ευρεία χρήση του ελαίου από ηλιοτρόπιο, θα χρησιμοποιηθούν δημητριακά για την παραγωγή αιθανόλης και θα καλλιεργηθούν ζαχαρωδοτικά φυτά, ενώ ταυτόχρονα θα περιοριστεί η χρήση του φοινικέλαιου, η οποία επί του παρόντος ξεπερνά το 75%, λόγω του μικρότερου κόστους των πρώτων (EU Commission, 2019a).

Επιπλέον, οι τάσεις της σύγχρονης κοινωνίας και η παγκοσμιοποίηση οδηγούν στην αύξηση των αναγκών για φυτικά προϊόντα με αυξημένη πρωτεϊνική αξία, γεγονός που θα αναγκάσει την Ευρωπαϊκή Ένωση να εισάγει τέτοια προϊόντα για την κάλυψη των αναγκών της. (EU Commission, 2019a) Οι πρωτεϊνούχες καλλιέργειες λαμβάνουν και αυτές επιδοτήσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ η καλλιέργειά της είναι ιδιαίτερα χρήσιμη τόσο για της καλλιεργητές, που της χρησιμοποιούν για αμειψισπορά ή και χλωρή λίπανση, όσο και για της κτηνοτρόφους, που της χρησιμοποιούν για τη τροφοδοσία των μονάδων της με φυτικά προϊόντα αυξημένης πρωτεϊνικής αξίας. (EU Commission, 2021a, 2022a)

Έτσι η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί τη μεγαλύτερη δύναμη στην εξαγωγή και διακίνηση των σιτηρών. Το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής των σιτηρών προορίζεται για τη διατροφή των κτηνοτροφικών μονάδων της, ενώ το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής είναι αυτό που χρησιμοποιείται για τη διατροφή των κατοίκων της. Τέλος, ένα μικρό ακόμα ποσοστό (3% της αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο) προσφέρεται για τη παραγωγή βιοντίζελ. (EU Commission, 2021a, 2022a)

Οι παραπάνω λόγοι, η αυξημένη παραγωγή καθώς και η τάση των χωρών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης να διακινούν ποσότητες σιτηρών μεταξύ της, οδήγησαν στην ενίσχυση των παραγωγών με επιδοτήσεις που παρέχονταν ανάλογα με το είδος και την ποσότητα της παραγωγής, σε αντίθεση με της πρωτεϊνούχες καλλιέργειες, της επισημάνθηκε. Στόχος της της αγροτικής πολιτικής είναι να δοθούν επιδοτήσεις που δε θα λαμβάνουν υπόψη την ποσότητα παραγωγής, έτσι ώστε το οικονομικό κίνητρο να πάψει να ασκεί τόσο μεγάλη επιρροή στη παραγωγή. Κατά συνέπεια, ο χάρτης παραγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναμένεται πως θα αρχίσει να εμφανίζει σημαντικές διαφορές τα επόμενα χρόνια. (EU Commission, 2018c)

3.3.2 Ρύποι (CO₂eq.)

Αναγκαίο κακό κατά την παραγωγική διαδικασία είναι η παραγωγή χημικών ενώσεων οι οποίες θέτουν σε κίνδυνο την δημόσια υγεία, το περιβάλλον και αποτελούν την απαρχή πολλών άλλων προβλημάτων. Συνεπώς, οι ρύποι είναι ένα κομμάτι της παραγωγής που δεν μπορεί να παραληφθεί από την παρούσα πτυχιακή εργασία.

Ως ρύποι θεωρούνται τα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Greenhouse Gasses – GHG). Αυτά περιλαμβάνουν το υποξείδιο του αζώτου, το μεθάνιο, τον υδροφθοράνθρακα, φθοριωμένα αέρια, εξαφθοριούχο θείο και τριφθοριούχο άζωτο. Για να απλουστευτούν οι υπολογισμοί, οι ρύποι θα θεωρηθούν ως ισοδύναμα του διοξειδίου του άνθρακα (USDA, 2020).

Συνολικά ο πρωτογενής τομέας συνεισφέρει με ένα 10.83% στους συνολικούς ρύπους που παράγονται στην Ευρωπαϊκή ένωση. Αναλυτικά, απευθείας από τις εργασίες στον αγροτικό τομέα το ποσοστό ανέρχεται στο 9%, ωστόσο σε αυτό πρέπει να προστεθεί και το ποσοστό των ρύπων που προέρχονται κατά την παραγωγή ενέργειας για αγροτικές εργασίες (EU Commission, 2021d).

Προκειμένου λοιπόν να αυξηθεί η αποδοτικότητα του πρωτογενούς τομέα, γίνεται η προσπάθεια μείωσης των ρύπων χωρίς παράλληλα να μειωθεί η παραγωγή. Για την μείωση των ρύπων τα Ηνωμένα Έθνη έχουν υιοθετήσει τα πρωτόκολλα Kyoto. Τα πρωτόκολλα αυτά στοχεύουν στην μείωση της κλιματικής αλλαγής, με την μείωση των ρύπων που προέρχονται από της ανεπτυγμένες χώρες. Ως πρώτος στόχος είχε τεθεί η μείωση 5% των ρύπων στην χρονική περίοδο 1990-2012, ενώ ο δεύτερος (2013-2020) στόχευε στην μείωση 18% των συνολικών ρύπων σε σχέση με τις τιμές του 1990

(Science Direct, 2022). Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός τα Ηνωμένα Έθνη έχουν τρεις άξονες τους οποίους μπορούν τα συμβεβλημένα μέλη να χρησιμοποιήσουν. Ένα από αυτά είναι η αγοροπωλησία ρύπων. Σε περίπτωση που ένα μέλος δεν έχει συμπληρώσει το μέγιστο όριο των ρύπων που μπορεί να εκλύσει τότε το έλλειμα αυτό μπορεί να διατεθεί σε ένα άλλο μέλος ως προϊόν αγοροπωλησίας. Ένας άλλος τρόπος είναι η δημιουργία και πραγματοποίηση έργων που στόχο θα έχουν την απορρόφηση διοξειδίου. Τέτοια έργα αποτελούν αιολικά πάρκα, αναδάσώσεις κ.α. (UNFCCC, 2022).

Πέραν των στόχων των Ηνωμένων Εθνών, η Ευρωπαϊκή Ένωση ανεβάζει τον πήχη και στοχεύει σε μείωση έως και 55% μέχρι το 2030.

Οι πηγές ρύπων στην Ευρωπαϊκή Ένωση χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις ETS (Emission Trading System) και τις non-ETS. Η διαφορά των δύο κατηγοριών έγκειται στο ότι οι πρώτοι υπόκεινται σε όρια εκπομπής που τίθενται από την αντίστοιχη επιτροπή της ένωσης, ενώ οι δεύτεροι είναι προσωπικοί στόχοι που τίθενται από κάθε κράτος μέλος ξεχωριστά. Ο πρωτογενής τομέας κατατάσσεται στους non-ETS.

Παρόλη την συνολική πτωτική τάση στην παραγωγή ρύπων, ο αγροδιατροφικός τομέας παρουσιάζει διαφορετική πορεία. Ενώ, η συνολική μείωση αγγίζει το 25. , στον πρωτογενή τομέα το 2018 ήταν 1.2% σε σχέση με το 2005. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως το υψηλότερο ποσοστό μείωσης παρουσιάζει το μεθάνιο (53.7%) ακολουθούμενο από την αμμωνία (43.7%). Προφανώς, αυτά τα αέρια είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την κτηνοτροφία. Σημαντικό ρόλο στο κομμάτι της παραγωγής ρύπων φαίνεται να έχουν τα παλαιότερα σε σχέση με τα νεότερα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αν προστεθεί το γεγονός ότι αποτελούν και τις μεγαλύτερες σε έκταση χώρες από τα κράτη μέλη, τότε εύκολα μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα της αυξημένης συνεισφοράς τους αναφορικά με τους αέριους ρύπους.

Θετική ένδειξη αποτελεί ότι η χώρα μας ανήκει στα μέλη που έχουν ικανοποιήσει τους στόχους της μείωσης των ρύπων για το 2020, αλλά και στις τρεις που φαίνεται να μπορούν να ικανοποιήσουν τους στόχους του 2030. Στον πρωτογενή τομέα έξι είναι οι άμεσοι τομείς που παράγουν ρύπους. Η εντερική ζύμωση, η διαχείριση κοπριάς, τα εδάφη αυτά καθαυτά, το κάπνισμα γεωργικών υπολειμμάτων, η ρίψη ορυκτών σκευασμάτων και η εφαρμογή ουρίας. Από αυτούς, το σημαντικότερο ρόλο διαδραματίζουν η εντερική ζύμωση και τα εδάφη με ποσοστά 45% και 37.8% αντίστοιχα.

Σημαντική αναφορά πρέπει να γίνει για το οξείδιο του αμμωνίου. Το αέριο αυτό εκλύεται από τα καλλιεργούμενα εδάφη σε σημαντικές ποσότητες. Η προέλευση αυτού του αερίου προέρχεται από λιπάνσεις. Συνεπώς, μία τακτική για να μειωθούν οι ρύποι θα μπορούσε να είναι η ελεγχόμενη λίπανση. Προχωρώντας ένα βήμα παραπέρα, με την ενσωμάτωση τεχνολογιών που θα προσφέρουν λίπανση ακριβείας τότε θα μπορούσε να μειωθεί η χρήση λιπασμάτων με πολλά πλεονεκτήματα. Πρώτα στην ελάττωση του κόστους για τον παραγωγό και κατά δεύτερον περιβαλλοντικά με μείωση συσσώρευση αμμωνίας στο έδαφος (Mielcarek-bocheńska & Rzeźnik, 2021).

Σε αντίθεση με τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, ο πρωτόγεννης τομέας τείνει να αυξήσει την παραγωγή των ρύπων του αλλά σε πιο αργό ρυθμό. Κύριοι ρυπαντές είναι η κτηνοτροφία και έπειτα η παραγωγή των φυτικών-γεωργικών προϊόντων. Από τους έξι παράγοντες που δημιουργούν ρύπους για άλλη μία φορά πρώτη θέση κατακτά η εντερική ζύμωση που συνδέεται άρρηκτα με την διατροφή των ζώων στις κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.

Άμεσα ο πρωτογενής τομέας, συνεισφέρει στους ρύπους μέσω της χρήσης των γεωργικών μηχανημάτων για την παραγωγή (Rokicki et al., 2022).

Με βάση την βιβλιογραφία, οι κύριοι ρυπαντές στην Ευρωπαϊκή ένωση είναι τα κράτη μέλη Ιρλανδία, Εσθονία και Λουξεμβούργο, ενώ αντίθετα οι χώρες με την μικρότερη παραγωγή ρύπων είναι η Μάλτα, η Σουηδία και η Ρουμανία. Η Ελλάδα όπως προαναφέρθηκε εντάσσεται στις χώρες που έχουν καλή επίδοση σε σχέση με τους θεσμοθετημένους στόχους, ενώ η Κύπρος έχει λάβει αρκετές προειδοποιήσεις σχετικά με την παραγωγή ρύπων (Greenmatch, 2021).

Σε μία ακόμη πιο εντατική προσπάθεια για την μείωση των ρύπων, η Ε.Ε. μέσω της πράσινης συμφωνίας (Green Deal), εισάγει την στρατηγική από το χωράφι στο πιρούνι (From Farm to Fork). Κύριο όραμα, να μετατραπούν τα παραγωγικά συστήματα σε παραγωγές μηδενικού αποτυπώματος άνθρακα, με ταυτόχρονη διασφάλιση υψηλής ποιότητας προϊόντων (EU Commission, 2022b).

Η περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων στην μελέτη των ρύπων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Χαρακτηριστική είναι η εργασία των Wu et al. (2013) οι οποίοι χρησιμοποίησαν την Π.Α.Δ. για να αναδείξουν το πόσο σημαντική είναι το εμπόριο ρύπων, αλλά και την πρόταση για εισαγωγή ενός μοντέλου ανταγωνισμού (συναγωνισμού) μεταξύ των χωρών-μελών, για το ποια θα παράγει τους λιγότερους

ρύπους. Η έρευνα αυτή τόνισε επίσης την ανάγκη για αναδιανομή των ρύπων, όμως δεν εκδόθηκε νεότερη έρευνα που να περιείχε περισσότερα κριτήρια, όλες τις χώρες μέλη και μία συγκεκριμένη αναδιανομή. Οι Vlontzos & Pardalos (2017), χρησιμοποίησαν τους ρύπους με την ενσωμάτωση νευρωνικών (Artificial Neuron Network) δικτύων ώστε να υπολογίσουν την οικολογικότητα κάθε κράτους μέλους. Τα αποτελέσματά τους ανέδειξαν την έντονη ποικιλομορφία που επικρατεί μέσα στην Ε.Ε. όσον αφορά τους ρύπους των χωρών και αναδεικνύει την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη-

Με την παρουσίαση του κάθε παράγοντα που περιλαμβάνεται στην ανάλυση ολοκληρώνεται το κομμάτι της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Οι επτά εισροές και δύο εκροές, έχοντας σταθμιστεί ως προς την καλλιεργήσιμη αγροτική γη κάθε χώρας, θα υπαχθούν σε ανάλυση με τον τρόπο που θα παρουσιαστεί στην μεθοδολογία.

4. Μεθοδολογία

4.1 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (D.E.A.)

4.1.1 Γενικά

Η περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων (Data Envelopment Analysis – D.E.A) είναι μία διαδικασία για την αποτίμηση της αποδοτικότητας μονάδων σε συστήματα που εμφανίζουν εισροές και εκροές. Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή ως μονάδα λήψης απόφασης, M.A. από εδώ και πέρα, (Decision Making Unit-DMU) θεωρείται κάθε χώρα για κάθε χρονιά αφού είναι αυτή που αποφασίζει τι εισροές θα χρησιμοποιηθούν προκειμένου να επιτύχει την επιθυμητή παραγωγή. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η ανάλυση Π.Α.Δ. θα πρέπει να ισχύουν κάποιες προϋποθέσεις. Η κυριότερη είναι οι ομάδες δεδομένων (DMU) πρέπει να είναι ομοιογενή (Boussofiane et al., 1991).

Η πρώτη μορφή για απόδοση της αποδοτικότητας από μία ομάδα δεδομένων ήρθε από τον Farel το 1957, ο οποίος χρησιμοποιώντας τις τότε γνωστές οικονομετρικές γνώσεις έδωσε μία εκδοχή κατά την οποία μία εισροή αποδίδει μία εκροή (Farrell, 1957). Ωστόσο, αποδείχθηκε πως αυτή η θεώρηση ήταν λανθασμένη με αποτέλεσμα η έρευνα του να παραγκωνιστεί.

Η πρώτη ορθή χρήση της DEA, ήρθε μετά από 21 χρόνια από τους Charnes, Cooper και Rhodes. Η νέα μεθοδολογία πρότεινε την χρήση μη-παραμετρικών μεθόδων και αλλάζοντας την απλή συλλογιστική πορεία του Farrell (1 εισροή = 1 εκροή),

χρησιμοποιήσαν πολλές εισροές για να παράγουν πολλαπλές εκροές. Το μοντέλο αυτό ονομάστηκε CCR (προς τιμήν των συγγραφέων) και αποτέλεσε έναυσμα για πολλές έρευνες (Charnes et al., 1978).

Ως αποδοτικότητα σε οποιοδήποτε τομέα ορίζεται το κλάσμα των πόρων που χρησιμοποιούνται προς το ποσό των επιθυμητών προϊόντων που προκύπτουν από την παραγωγική διαδικασία. Όσο πιο κοντά στην μονάδα τόσο πιο αποδοτικό το σύστημα παραγωγής. Το ίδιο λοιπόν ισχύει και στην παρούσα περίπτωση, οι συνολικές εισροές προς τις συνολικές εκροές παρουσιάζουν την τελική απόδοση μίας ή ενός σύνολο μονάδων αποφάσεων (DMU). Θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η Π.Α.Δ. είναι ένας τρόπος να προσδιοριστεί η αποδοτικότητα ομοειδών Μ.Α., αδιαφορώντας για τον τρόπο με τον οποίο πετυχαίνουν αυτόν τον δείκτη αποδοτικότητας. (Cook et al., 2014).

Μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης οι πλήρως αποδοτικές Μ.Α. (τιμή αποδοτικότητας=1) σχηματίζουν ένα όριο όπου μέσα περιβάλλονται οι υπόλοιπες μη αποδοτικές Μ.Α.. Όσο μεγαλύτερη η απόσταση μιας Μ.Α. από το σύνορο αποδοτικότητας τόσο μικρότερη και η τιμή αποδοτικότητας, η οποία έχει ως κατώτατο όριο το μηδέν. Μέσα από την ανάλυση της Π.Α.Δ. παρέχονται επίσης τιμές-στόχοι για κάθε μεταβλητή προκειμένου να οδηγηθεί στα μέγιστα επίπεδα αποδοτικότητας. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου μπορεί μία Μ.Α. να εμφανίζεται ως αποδοτική (τιμή αποδοτικότητας =1), αλλά να εμπεριέχονται 'περισσεύματα' τεχνικής αποτελεσματικότητας (slacks), τα οποία θα πρέπει να συνυπολογιστούν μαζί με τις οριζόντιες περικοπές των τιμών αποδοτικότητας προκειμένου να μπορέσουν αν υπολογιστούν σωστά οι τιμές-στόχοι (Tone, 2011).

4.1.2 Τα Μοντέλα της Π.Α.Δ.

4.1.2.1 Το μοντέλο CCR – CRS (Constant Returns to Scale)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το πρώτο μοντέλο της περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων είναι το CCR. Το μοντέλο αυτό αποβλέπει στην σταθερή σχέση μεταξύ εισροών-εκροών. Με άλλα λόγια ο διπλασιασμός των εισροών επιφέρει και διπλασιασμό των εκροών. Κάθε Μ.Α. συγκρίνεται με τις υπόλοιπες και για να υπολογιστεί η αποδοτικότητα της κάθε μίας από αυτές σε σχέση με τις άλλες ισχύει ο εξής τύπος:

$$\text{Minimise } \theta_0 = \frac{\sum_{r=1}^S u_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{io}}$$

$$\text{Subject to } = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0 \text{ για όλα τα } r \text{ και } i$$

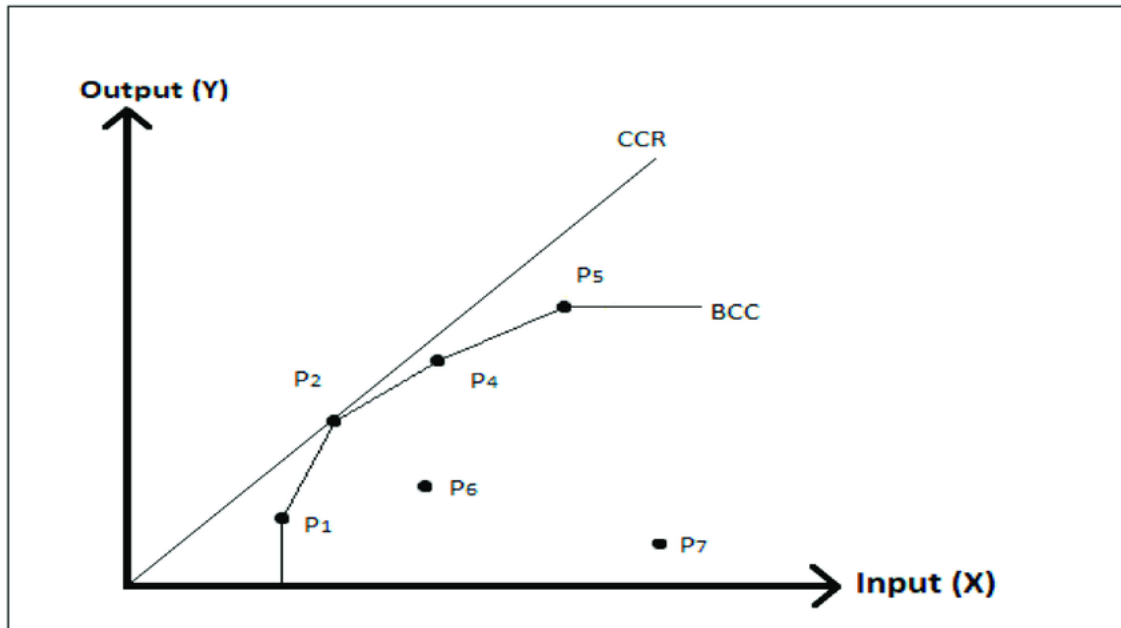
Για την παραπάνω εξίσωση, το θ_0 είναι ο βαθμός με τον οποίο εκφράζεται η αποδοτικότητα μίας Μ.Α. που συγκρίνεται με όλες τις υπόλοιπες. Αυτή ονομάζεται κεντρική Μ.Α. από ένα πλήθος j . Κατά την διενέργεια της Π.Α.Δ. όλες οι Μ.Α. κάποια στιγμή θα γίνουν κεντρικές. Το σύνολο των εισροών εκφράζεται από τον όρο u_r , ενώ το σύνολο των εκροών από τον όρο v_i . Το πλήθος τους αντίστοιχα των επιλεγμένων εισροών είναι x_{ij} ($s = 1, \dots, m$) και των επιλεγμένων εκροών είναι y_{rj} ($r = 1, \dots, s$).

Για να διενεργηθούν οι υπολογισμοί πρέπει όλοι οι συντελεστές να είναι μεγαλύτεροι ή ίσοι του μηδενός. (Thyago Nepomuceno, 2022)

Αξίζει να σημειωθεί πως όσον αφορά την περίπτωση που υπάρχουν αρνητικά δεδομένα υπάρχει μία πληθώρα δημοσιεύσεων που ασχολούνται με την διαχείριση τους για παράδειγμα η εργασία ανάλυσης δεδομένων των Emrouznejad, Anouze και Thanassoulis (Emrouznejad et al., 2010). Ωστόσο, παρόλο το επιστημονικό ενδιαφέρον που παρουσιάζουν, θα μείνουν εκτός από το περιεχόμενο της παρούσας πτυχιακής.

Για να είναι ευκολότερη η κατανόηση και επίλυση του παραπάνω μοντέλου, μπορεί να μετατραπεί σε μία γραμμική σχέση. Κάθε εκροή συνδέεται με έναν βαθμό αύξησης με τις σχετικές εισροές μέσω μίας γραμμικής σχέσης. Αυτός ο σταθερός βαθμός είναι που το μοντέλο αυτό ονομάστηκε CRS (Constant Returns to Scale). Η απεικόνιση του μοντέλου φαίνεται στην Εικόνα 1, όπου εμφανίζεται μία σταθερή σχέση μεταξύ των εισροών και των εκροών. Η μαθηματική έκφραση του μοντέλου αυτού είναι: $Y_0 = F(K,L) = A * K(x) * L(y)$,

όπου Y = μία εκροή, K,L = εισροές και x,y = τα βάρη των μεταβλητών.



Εικόνα 1: Διαγραμματική απεικόνιση CRS και VRS , Πηγή: (Pyas et al., 2020)

4.1.2.2 Το μοντέλο BCC – VRS (Variable Returns to Scale)

Το μοντέλο BCC αναπτύχθηκε από τους Banker, Charnes και Cooper το 1984. Το μοντέλο BCC ή VRS στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των εισροών χωρίς να επηρεαστούν οι εκροές (input oriented). Για τον λόγο αυτό και ονομάζεται προσανατολισμένο στις εισροές. Χρησιμοποιείται για να περιγράψει μεταβαλλόμενες αποδόσεις. (Banker et al., 1984).

Μία Μ.Α., όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1, μπορεί να έχει αυξητική, πτωτική ή και σταθερό δείκτη απόδοσης. Ο τύπος που περιγράφει αυτό το μοντέλο είναι ο κάτωθι:

$$\theta^* = \min \theta$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Η ιδέα του τρόπου αξιολόγησης είναι ίδια με το προηγούμενο μοντέλο, δηλαδή κάθε Μ.Α. συγκρίνεται με βάσει τις υπόλοιπες Μ.Α.. Ο παράγοντας θ^* υποδηλώνει το πόσο μπορεί να μειωθεί η εκάστοτε εισροή χωρίς να επηρεαστούν οι εκροές. Στην περίπτωση που $\theta^* = 1$, τότε η εισροή δεν μπορεί να μειωθεί άλλο. Οι όροι x_{i0} , y_{r0} αντιπροσωπεύουν τις εισροές και τις εκροές που είναι προς μελέτη. Τέλος ο δείκτης λ δηλώνει την κυρτότητα της καμπύλης των παραγωγικών δυνατοτήτων

Το όριο αποδοτικότητας (efficiency frontier) ορίζεται από το θ^* , το οποίο λαμβάνει τιμή 1 για κάθε περίπτωση της ανάλυσης και στην συνέχεια με την σύγκριση των Μ.Α. κατά τρόπο πλέον γνωστό τοποθετεί κάθε μία σε μία απόσταση από αυτό. (Seiford & Zhu, 1998)

Σε οποιοδήποτε από τα δύο μοντέλα, η απόσταση κάθε Μ.Α. από το όριο αποδοτικότητας υποδηλώνει τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητα της εκάστοτε Μ.Α.. Εφόσον αποτελείται από μία ομάδα δεδομένων, αυτό υποδηλώνει (για παράδειγμα, όπως φαίνεται και στο σημείο x,y του διαγράμματος) πως πολλοί τρόποι μπορούν να οδηγήσουν στην αύξηση της αποδοτικότητας μίας Μ.Α.. Δείχνει επίσης και την ελαστικότητα του μοντέλου στο να παρουσιάζει μεταβαλλόμενες αποδόσεις (πτωτική, ανοδική, σταθερή απόδοση). (Benicio & de Mello, 2015).

4.1.2.3 Διαφορές των δύο μοντέλων

Το CRS (CCR) και το VRS (BCC) αποτελούν τα δύο βασικά μοντέλα της Π.Α.Δ. . Η εφαρμογή τους είναι διαχρονική ενώ όσο περνάει ο καιρός προκύπτουν και διάφορες νέες εκδοχές τους. Οι βασικές διαφορές τους είναι οι εξής:

1. Στο μοντέλο CRS υπάρχει ένας σταθερός βαθμός με τον οποίο συσχετίζονται οι εισροές με τις εκροές (Cooper et al., 2011).
2. Το μοντέλο VRS δίνει μία πιο πολύπλοκη εικόνα του δείκτη αποδοτικότητας από ότι το μοντέλο CRS, για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται όταν πρέπει να αποδοθούν και να μελετηθούν αυξητικές ή πτωτικές τάσεις αποδοτικότητας. Αντίθετα, η δυνατότητα που προσφέρει το δεύτερο να στηρίζεται σε σταθερή συσχέτιση μεταξύ εισροών και απορροών, το κάνει πιο συχνά χρησιμοποιούμενο και πιο απλό στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων του. (Kao & Liu, 2011)

3. Και τα δύο μοντέλα θεωρούν ότι τόλεις οι μονάδες λήψης απόφασης βρίσκονται στο ίδιο τεχνολογικό επίπεδο (Kao & Liu, 2011).

Τελικά η αποδοτικότητα μίας χώρας (Scale Efficiency) υπολογίζεται από την διαίρεση των CRS/VRS.

4.1.3 Η ύπαρξη ακραίων τιμών

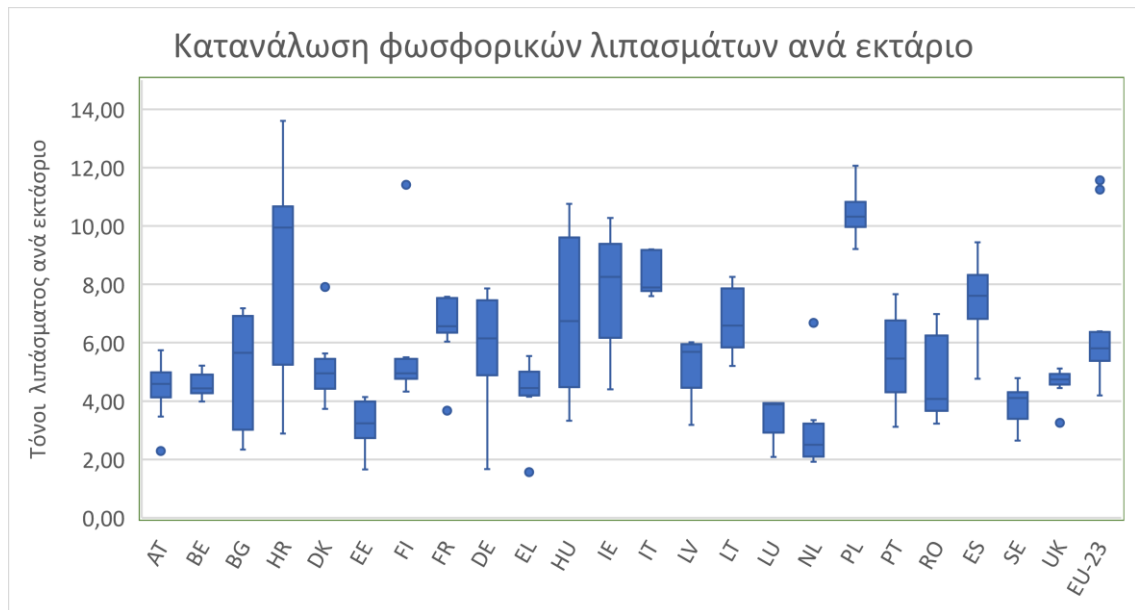
Κατά την διαχείριση δεδομένων είναι πολύ πιθανόν να υπάρχουν τιμές όπου ξεφεύγουν της λογικής στατιστικής πορείας των δεδομένων. Τέτοιες τιμές μπορούν να δημιουργηθούν από μία πληθώρα παραγόντων (λανθασμένη δειγματοληψία, εσκεμμένη αποφυγή καταγραφής κλπ.). Οι τιμές αυτές επηρεάζουν την πειραματική διαδικασία και μπορούν να οδηγήσουν τον ερευνητή σε λανθασμένα συμπεράσματα.

Για τον εντοπισμό τους χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι κατά την διαδικασία διαλογής δεδομένων:

- Ανώτατα όρια: $Q1 - (1.5 * IQR)$
- Κατώτατα όρια: $Q3 + (1.5 * IQR)$

Τα $Q1$, $Q3$ είναι οι μέσες τιμές του πρώτου και του τρίτου τεταρτημόριου τιμών. Ο όρος IQR είναι το διατεταρτημοριακό εύρος και προέρχεται από την αφαίρεση $IQR = Q3 - Q1$.

Με τους παραπάνω τύπους μπορούν να εντοπιστούν και στην συνέχεια να απορριφθούν (Boyd et al., 2016; Osborne & Overbay, 2004).



Διάγραμμα 2: Ακραίες τιμές κατανάλωσης φωσφορικών λιπασμάτων

Παράδειγμα του τι μπορούν να δημιουργήσουν τα outliers είναι το Διάγραμμα 2 που δείχνει την ύπαρξη ακραίων τιμών (κουκίδες) στην κατανάλωση των φωσφορικών λιπασμάτων.

4.1.4 Χρήση περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων με την χρήση χρονικών παραθύρων.

Μία παραλλαγή της γενικής μορφής της περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων είναι να συνδυαστεί με τον δείκτη Malmquist, ο οποίος χρησιμοποιείται σαν δείκτης αποδοτικότητας, όταν υπεισέρχεται η έννοια του χρόνου. (Tone, 2005)

Η χρήση χρονικών παραθύρων μπορεί να αποδώσει μία μέση αποδοτικότητα για ένα εύρος χρονολογιών. Για παράδειγμα στην παρούσα πτυχιακή το εύρος αυτό είναι από το 2009 έως το 2019. Ένα προτέρημα της Window DEA είναι ότι αντιμετωπίζει κάθε χρονολογία σαν ξεχωριστή από κάθε άλλη. Έτσι μία M.A. όπως η Austria 2009, θεωρείται ανεξάρτητη και ξεχωριστή από την Austria 2010. Με αυτόν τον τρόπο το συνολικό μέγεθος των δεδομένων προκύπτει από το γινόμενο Country x TimePeriod. Όπου TimePeriod, η κάθε χρονιά στο εύρος της μελέτης. Η αύξηση των M.A. με αυτό τον τρόπο προσφέρει καλύτερο υπόβαθρο για την ανάλυση τους. (Asmild et al., 2004)

Ένα άλλο θετικό χαρακτηριστικό της window DEA είναι η διαμερισματοποίηση του συνολικού πάνελ δεδομένων. Στην γενική μορφή της η ανάλυση θα πραγματοποιούταν

στο σύνολο των δεδομένων, παρέχοντας μία τιμή αποδοτικότητας για το σύνολο των δεδομένων. Με την χρήση παραθύρων ωστόσο, κάθε παράθυρο αντιμετωπίζεται μεμονωμένα σαν πάνελ δεδομένων. Έτσι παράγονται τιμές αποδοτικότητας για το σύνολο των παραθύρων και στην συνέχεια ένας συνολικός για όλους αυτούς (Tulkens & vanden Eeckaut, 1995)

Πολλές βιβλιογραφίες θέτουν ένα πλαίσιο για το πιο πρέπει να είναι το ιδανικό εύρος του παραθύρου. Σαν γενική παραδοχή το εύρος αντιστοιχεί στα τρία χρόνια. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία το εύρος των χρονικών παραθύρων τέθηκε να είναι τα πέντε χρόνια. Θεωρείται ότι μέσα στο κάθε παράθυρο δεν υπάρχει τεχνολογική ανάπτυξη (Kyrgiakos et al., 2021)

Η περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων με την χρήση χρονικού παραθύρου διέπτετε από τις εξής εξισώσεις:

Έστω ότι N είναι ο αριθμός των Μ.Α. ($n = 1, \dots, N$) σε ένα πλήθος χρονών T ($t=1, \dots, T$). Το πλήθος των εισροών είναι r και των εκροών s . Το συνολικό δείγμα είναι $N \times T$ για μία παρατήρηση n σε χρονική περίοδο t και συμβολίζεται ως DMU_t^n με r εισροές τύπου $X_t^n = (X_1^n, X_2^n, \dots, X_{rt}^n)$ και s εκροές τύπου $Y_t^n = (Y_1^n, Y_2^n, \dots, Y_{st}^n)$.

Για ένα παράθυρο με χρονική περίοδο που ξεκινάει από την χρονική στιγμή k , $1 \leq k \leq T$ και εύρος w , $1 \leq w \leq T - k$, τότε οι εισροές και οι εκροές παίρνουν την εξής μορφή πίνακα:

$$X_{kw} = (x_k^1, x_k^2, \dots, x_k^N, x_{k+1}^1, x_{k+1}^2, \dots, x_{k+1}^N, \dots, x_{k+w}^1, x_{k+w}^2, \dots, x_{k+w}^N)$$

$$Y_{kw} = (y_k^1, y_k^2, \dots, y_k^N, y_{k+1}^1, y_{k+1}^2, \dots, y_{k+1}^N, \dots, y_{k+w}^1, y_{k+w}^2, \dots, y_{k+w}^N)$$

Για την DMU_t^k με βάσει τον γραμμικό προγραμματισμό η αποδοτικότητα υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\min \theta$$

$$s. t.$$

$$\theta * x'_t - X_{kw} \lambda \geq 0$$

$$Y_{kw} \lambda - y'_t \geq 0$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, N * w)$$

$$1 \leq t \leq T, 1 \leq n \leq N \text{ (Lin et al., 2018)}$$

Το κάθε παράθυρο συνεπώς είναι ένας πίνακας τις μορφής:

$$X_{kw} = \begin{bmatrix} x_1^k & x_2^k & \dots & x_N^k \\ x_1^{k+1} & x_2^{k+1} & \dots & x_N^{k+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_1^{k+w} & x_2^{k+w} & \dots & x_N^{k+w} \end{bmatrix} Y_{kw} = \begin{bmatrix} y_1^k & y_2^k & \dots & y_N^k \\ y_1^{k+1} & y_2^{k+1} & \dots & y_N^{k+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_1^{k+w} & y_2^{k+w} & \dots & y_N^{k+w} \end{bmatrix} \text{ (Jia \& Yuan, 2017)}$$

4.2 Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία EUROSTAT

Η Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία (Eurostat) είναι μία υπηρεσία της Ε.Ε. αλλά και της Ευρωπαϊκής Ζώνης Ελεύθερων Συναλλαγών με σκοπό την συλλογή, επεξεργασία αλλά και διάθεση δεδομένων που λαμβάνει από τις χώρες μέλη.

Αντίστοιχες βάσεις δεδομένων είναι η Στατιστική Βάση Δεδομένων της Οργάνωσης Τροφίμων και Γεωργίας του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (FAOstat) και το δίκτυο γεωργικής λογιστικής πληροφόρησης (FADN). Μετά από περιήγηση στα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία που παρέχουν και δεδομένου ότι η εργασία αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση, επιλέχτηκε η Eurostat.

Αρχικά, η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω της ευρωπαϊκής βάσης δεδομένων EUROSTAT. Οι κωδικοί μαζί με το αντίστοιχο όνομα κάθε βάσης απεικονίζονται στον παρακάτω Πίνακας 1.

Πίνακας 1: Περιεχόμενα Εισροών και Εκροών

Περιεχόμενα στην Ανάλυση	
Τίτλος Παράγοντα	Όνομα Αρχείου στην Eurostat
Καλλιεργούμενη Έκταση Γης	[APRO_CPSHR__custom_701145]
ΕΙΣΡΟΕΣ	
Ενέργεια	[NRG_BAL_S__custom_701088]
Εργασία	[AACT_ALI01__custom_701239]
Κεφάλαιο	[AACT_EAA07__custom_701168]
Κατανάλωση Ανόργανων Αζωτούχων Λιπασμάτων	[AEI_FM_USEFERT__custom_701095]
Κατανάλωση Ανόργανων Φωσφορούχων Λιπασμάτων	[AEI_FM_USEFERT__custom_716841]
Σπόροι και Πολλαπλασιαστικό Υλικό	[AACT_EAA07__custom_701179]
Προϊόντα Φυτοπροστασίας	[aact_eaa07]
ΕΚΡΟΕΣ	
Ρύποι	[ENV_AIR_GGE__custom_716953]
Συνολική Παραγωγή	[TAG00054]

Στα αριστερά του Πίνακα 1 αναφέρεται το κριτήριο και δεξιά ο κωδικός με τον οποίο ανακτήθηκε από την βάση EUROSTAT.

Τα δεδομένα δεν ήταν στην κατάλληλη δομή, Για να μπορέσει να διενεργηθεί η Π.Α.Δ. θα πρέπει το πάνελ δεδομένων να είναι οργανωμένο σε ομοιογενής ομάδες. Επίσης, στα αρχεία περιλαμβάνονταν χρονιές οι οποίες ήταν ανεπιθύμητες για την παρούσα πτυχιακή. Τα παραπάνω υποδεικνύουν την ανάγκη για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία του “καθαρισμού” των δεδομένων (data cleaning) από ανεπιθύμητες τιμές και να οργανωθούν στην επιθυμητή μορφή (Εικόνα 2).

TIME	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
European Union (EU6-1958, EU9-19)	10,182,873	10,099,636	10,574,793	10,812,110	9,938,744	10,292,515	10,760,715	10,277,749	10,914,914	11,141,635	11,412,237	11,278,535	11,611,071	:	:
European Union - 28 countries (201)	10,762,883	10,628,477	10,705,241	10,882,262	10,029,537	10,401,860	10,885,730	10,384,633	10,914,914	11,141,635	11,412,237	11,278,535	11,611,071	:	:
Belgium	159,605	159,406	166,101	161,916	169,258	169,078	164,229	163,337	163,712	162,959	162,969	162,969	162,969	148,342	:
Bulgaria	159,506	152,766	177,936	173,917	177,553	199,083	192,357	235,386	268,856	322,004	341,608	365,913	351,120	339,329	352,488
Czechia	292,846	309,697	335,264	341,628	293,759	270,256	352,745	348,992	331,816	325,687	397,136	407,184	397,586	351,780	332,032
France	868	1,054	1,190	747	971	1,844	2,275	1,466	1,511	1,422	1,704	1,920	1,733	1,464	1,362
Germany	59,867	63,546	68,592	69,568	51,895	55,047	68,115	69,019	64,035	63,435	77,966	80,597	79,102	67,315	63,536
Greece	56,080	56,525	63,427	64,862	45,158	47,253	62,905	60,591	56,821	54,703	67,419	67,952	65,298	58,771	55,472
Ireland	18,468	19,380	19,824	22,294	16,056	17,330	22,638	23,019	21,912	21,544	26,781	29,669	28,949	25,187	23,773
Italy	46,979	49,865	52,099	53,630	38,435	40,512	53,579	54,369	53,680	52,651	65,026	63,908	66,147	58,985	55,674
Japan	60,581	68,129	75,766	78,862	67,484	61,851	81,910	80,765	78,187	75,210	92,188	91,357	80,837	80,917	76,374
South Korea	33,769	34,458	36,853	34,846	30,779	33,008	43,336	41,896	40,005	40,099	46,860	52,621	46,857	43,197	40,772
Spain	18,233	16,619	17,484	16,971	12,580	13,410	17,868	17,866	16,265	16,003	19,191	19,160	18,963	15,943	15,048
Sweden	206,388	191,899	194,684	220,674	200,412	190,072	197,162	187,000	193,600	186,800	205,300	240,726	236,472	223,896	224,858
Switzerland	1,778,438	1,784,996	1,599,788	1,807,176	1,550,625	1,569,045	1,786,485	1,640,414	1,648,828	1,675,289	1,822,791	1,710,616	1,658,837	1,486,649	1,342,284
Taiwan	20,983	22,910	24,962	35,455	27,328	28,928	29,803	32,978	33,659	35,836	36,276	36,380	37,333	38,967	41,438
United Kingdom	352,165	345,154	321,588	308,960	306,806	337,574	295,795	296,536	353,044	331,762	330,959	339,104	369,089	408,495	367,364
United States	224,000	210,000	236,000	201,000	184,789	212,948	181,394	175,445	182,534	185,942	164,334	185,019	182,167	179,436	189,748
Other countries	923,764	999,783	985,857	739,757	781,069	940,984	846,697	843,410	961,607	1,101,895	1,068,103	982,155	1,072,125	1,033,494	1,011,251
Other countries	:	:	:	:	:	:	14,762	21,300	25,500	21,708	21,299	21,708	21,962	24,606	4,813
Other countries	:	:	:	:	:	:	3,867	3,500	4,700	3,286	3,389	3,286	2,639	4,813	:
Other countries	:	:	:	:	:	:	3,095	3,500	3,900	3,150	2,314	3,150	3,617	4,377	:
Other countries	:	:	:	:	:	:	11,771	11,700	13,800	11,236	11,769	11,236	12,582	12,450	:
Other countries	:	:	:	:	:	:	20,096	23,700	28,800	18,774	21,201	18,774	20,388	21,548	:



	A	B	C	D
Στήλη1		Χαρακτηριστικό	key	Τιμή
Belgium		2009	Belgium 2009	14626
Belgium		2010	Belgium 2010	14907
Belgium		2011	Belgium 2011	14428
Belgium		2012	Belgium 2012	14331
Belgium		2013	Belgium 2013	15017
Belgium		2014	Belgium 2014	15286
Belgium		2015	Belgium 2015	15394

Εικόνα 2: Η διαδικασία long formatting

Το επόμενο βήμα είναι η παρατήρηση για τυχόν ελλείψεις τιμές. Πράγματι σε κάποιες περιπτώσεις τα δεδομένα έλλειπαν, συνεπώς έπρεπε να βρεθεί μία λύση για την συμπλήρωσή τους. Την επίλυση του προβλήματος αυτού προσφέρει η χρήση μοντέλων προβλέψεων τιμών. Τα μοντέλα πρόβλεψης τιμών χρησιμοποιούν της διαθέσιμες τιμές σαν εισροές και παρέχουν πιθανές (στατιστικά μη-απορριπτές) τιμές. Για την διενέργεια της διαδικασίας πρόβλεψης (forecasting) χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Minitab. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε περιγράφεται παρακάτω.

4.3 Διπλή Εκθετική Εξομάλυνση και Μοντέλο Προβλέψεων

Κατά την συλλογή των δεδομένων σε πολλές περιπτώσεις παρατηρήθηκε το φαινόμενο να απουσιάζουν δεδομένα είτε από την αρχική χρονιά (2009) είτε κατά την τελική χρονιά (2019). Για τον σκοπό συμπλήρωσης των κενών αυτών, έγινε χρήση μοντέλου πρόβλεψης. Η πρόβλεψη θα μπορούσε να γίνει με τρεις τρόπους γραμμική παλινδρόμηση, απλή εκθετική εξομάλυνση και διπλή εκθετική εξομάλυνση.

Με μία σύγκριση των μεθόδων μπορούμε να κατανοήσουμε τα εξής:

1. Η απλή εκθετική εξομάλυνση απορρίπτεται, καθώς μπορεί να παράξει μόνο μία ευθεία τάση. Ένα τέτοιο σενάριο, όμως, ξεφεύγει από τα όρια του εφικτού για τις περισσότερες πραγματικές τιμές.
2. Η γραμμική εξομάλυνση, παρόλο που παρουσιάζει έντονες ομοιότητες με την διπλή εκθετική εξομάλυνση, φαίνεται να έχει χαμηλότερη αυξητική πορεία, δηλαδή είναι πιο συντηρητική

Έχοντας γνώση των παραπάνω χρησιμοποιήθηκε διπλή εκθετική εξομάλυνση για την εύρεση των τιμών, ενώ ταυτόχρονα προστέθηκαν και δύο ακόμα τιμές ως προβλέψεις για το μέλλον (2020-2021) (Aimran & Afthanorhan, 2014).

Η μέθοδος της διπλής εκθετικής εξομάλυνσης χρησιμοποιεί τον εκθετικό κινητό μέσο (EMA).

Το μοντέλο αυτό προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα για την εξαγωγή ασφαλών στατιστικών συμπερασμάτων. Τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι ότι μπορεί να δώσει ακριβή συμπεράσματα για μία περίοδο και ταυτόχρονα χρειάζεται μόνο τρία δεδομένα (Kim et al., 2020).

Για τον υπολογισμό τις πρόβλεψης το μοντέλο χρησιμοποιεί τον παρακάτω τύπο:

$$\widehat{Y}_t + 1 = \widehat{Y}_t + aE_t$$

Ενώ για όλες τις προηγούμενες περιόδους η εξίσωση του εκθετικού κινητού μέσου είναι:

$$\widehat{Y}_{t+1} = a[Y_t + (1 - a)Y_t + (1 - a)^2Y_t + (1 - a)^3Y_t + \dots]$$

Το μοντέλο πρόβλεψης στηρίζεται στους εξής δύο τύπους (Ένας για τον υπολογισμό του επιπέδου (1), ένας για τον υπολογισμό της τάσης (2) :

$$L_t = aY_t + (1 - a)[L_{t-1} + T_{t-1}] \quad (1)$$

$$T_t = y[L_t - L_{t-1}] + (1 - y)T_{t-1} \quad (2)$$

Και τέλος ο μέσος όρος:

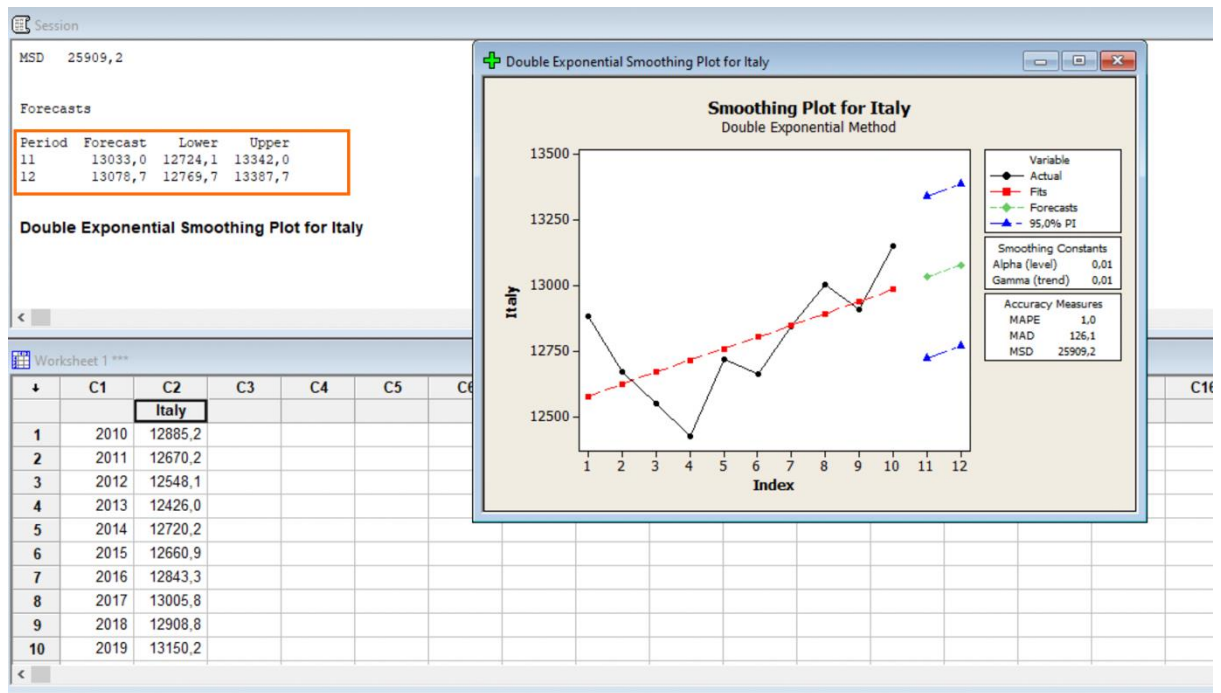
$$\hat{Y}_t = L_{t-1} + T_{t-1}, \text{ (Minitab, 2019).}$$

Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να λάβουμε στατιστικά αποδεκτές τιμές για τα δεδομένα που απουσιάζουν, αλλά παράλληλα και σενάρια για το εύρος των τιμών που θα κυμανθούν αυτά τα μεγέθη στα επόμενα δύο χρόνια.

4.4 MiniTab

Το πρόγραμμα MiniTab είναι ένα πρόγραμμα στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων. Δημιουργήθηκε από το πανεπιστήμιο της Πενσυλβάνια από την καθηγήτρια Barbara F. Ryan, Thomas A. Ryan, Jr. και Brian L. Joiner, το 1972 σε συνεργασία με την εταιρία Triola Statistics Company (Minitab, 2022).

Τα δεδομένα για κάθε κριτήριο χωριστά μεταφέρθηκαν στο πρόγραμμα MiniTab. Από όλα τα διαθέσιμα μοντέλα για την διενέργεια της προβλέψης, πιο κοντά στις ανάγκες του πειράματος κρίθηκε το μοντέλο διπλής εκθετικής εξομάλυνσης (Double Exponential Smoothing). Με το μοντέλο Double Exponential Smoothing, το λογισμικό παρείχε τιμές για τρία δυνατά σενάρια. Τα τρία αυτά σενάρια αποτελούν διαφορετικές εκδοχές της τάσης (Εικόνα 3). Το σενάριο που λαμβάνει την ακραία μεγαλύτερη τιμή, υποδηλώνει το ανώτατο όριο που αναμένεται να λάβει η παρούσα μεταβλητή και χαρακτηρίζεται αισιόδοξο. Το σενάριο που λαμβάνει την κατώτερη ακραία τιμή, υποδηλώνει το κατώτατο όριο στο οποίο αναμένεται να φτάσει η μεταβλητή και χαρακτηρίζεται απαισιόδοξο. Το τρίτο σενάριο είναι μία απόρροια των δύο προηγούμενων και αποτελεί την μέση τάση, δηλαδή που αναμένεται να φτάσει πραγματικά η τιμή της μεταβλητής. Συνεπώς σε κάθε περίπτωση επιλέχθηκε το μέσο σενάριο ή αλλιώς η τάση.

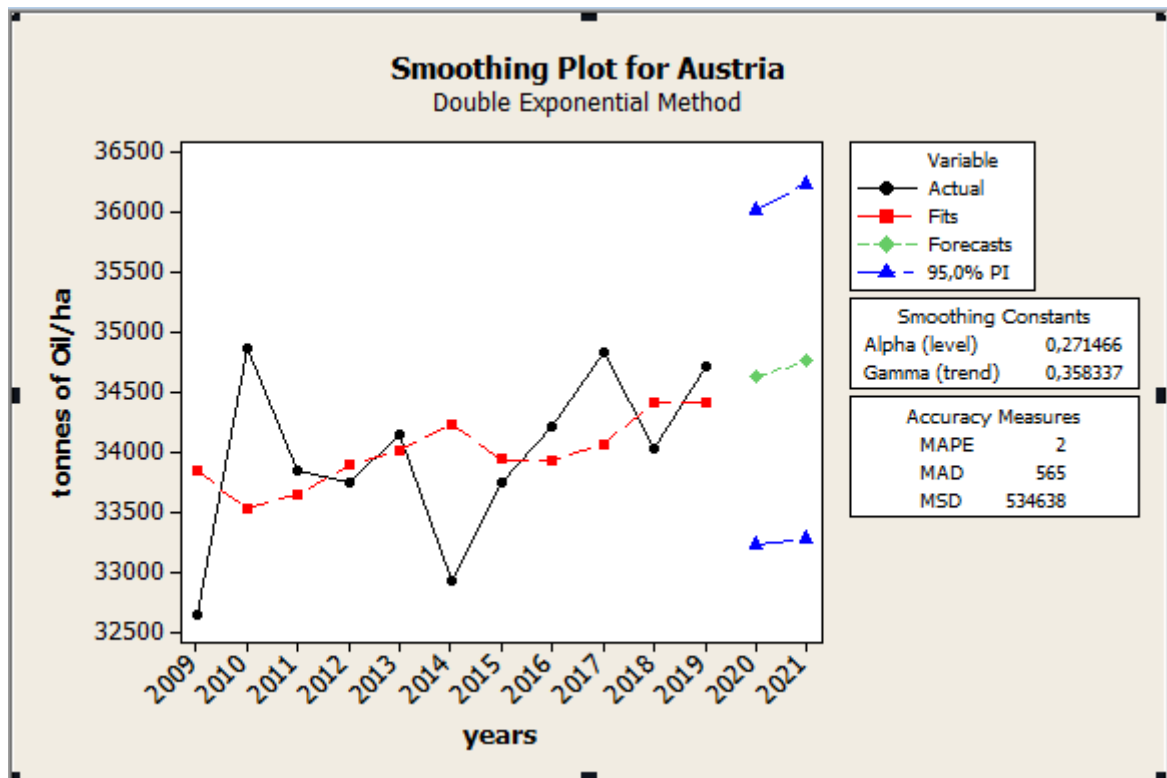


Εικόνα 3: Τα τρία σενάρια όπως φαίνονται στο πρόγραμμα Minitab

Υπήρχαν περιπτώσεις όπου το πάνελ δεδομένων ήταν ελλιπή. Διακρίθηκαν οι εξής περιπτώσεις:

- Τα δεδομένα που έλλειπαν ήταν τελευταία χρονικά (πχ. 2019). Σε αυτήν την περίπτωση έγινε πρώτα χρήση του μοντέλου για να καλυφθεί το κενό στον πίνακα δεδομένων. Εν συνεχεία, διενεργήθηκε κανονικά για δεύτερη φορά για να ληφθούν και οι τιμές για τα έτη 2020 και 2021.
- Τα δεδομένα που έλλειπαν ήταν πρώτα χρονικά (πχ. 2009). Η διαχείριση αυτού του προβλήματος περιλαμβάνει την αναστροφή των δεδομένων. Συγκεκριμένα, αντί να εκτιμηθεί η τάση από το 2009 έως το 2019, έγινε ακριβώς το αντίθετο (2009 → 2019 => 2019 → 2009). Με αυτόν τον τρόπο λαμβάνεται τιμή για το 2009. Στην συνέχεια, τα δεδομένα αντιστρέφονται ξανά και έτσι μπορούν να παραχθούν αποδεκτές τιμές για τα έτη 2020 και 2021.

Για να γίνει πιο εύληπτη η διαδικασία με την οποία παρουσιάζονται οι προβλέψεις διαγραμματικά μέσω του προγράμματος Minitab, παρακάτω η Εικόνα 4 περιγράφει την κατανάλωση ενέργειας (σε τόνους πετρελαίου) ανά εκτάριο για την Αυστρία.



Εικόνα 4: Διάγραμμα πρόβλεψης Αυστρίας

Η μαύρη γραμμή αποτελεί μία διαγραμματική απεικόνιση των δεδομένων. Η πράσινη είναι το μέσο σενάριο που υπολογίζεται από το πρόγραμμα. Η τιμή MAPE (Mean absolute percentage error) χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ακρίβειας των παραγόμενων τιμών πρόβλεψης. Η τιμή MAD (mean absolute deviation) είναι η μέση απόλυτη τιμή, της αποκλίσεως και χρησιμοποιείται για να υπολογίσει το ανώτερο και κατώτερο όριο. Η τιμή MSD (Mean squared deviation) είναι το τετράγωνο της μέσης τιμής της απόκλισης. Χρησιμοποιείται κυρίως όταν πρέπει να γίνει πρόβλεψη για μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε προσφέρει καλύτερες τιμές σφάλματος.

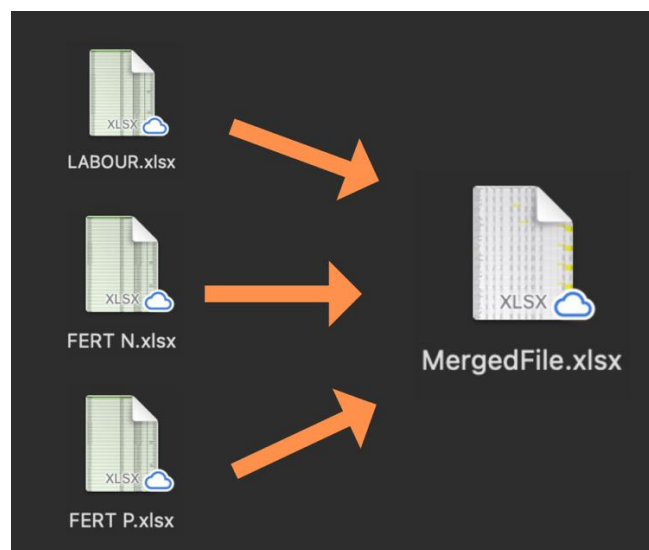
Στην συνέχεια, εφόσον το σύνολο των δεδομένων δεν είχε απώλειες και όλα τα κριτήρια είχαν χρονικό εύρος 2009-2021, μεταφέρθηκαν στο MS-excel για περαιτέρω επεξεργασία.

4.5 Δημιουργία αρχικής βάσης δεδομένων

Κάθε κριτήριο διαθέτει δικό του ξεχωριστό αρχείο, το οποίο αποτελείται πλέον από έναν πίνακα των χωρών, του χρονικού εύρους και των τιμών του κάθε στοιχείου. Έτσι καταλήγουμε με ένα σύνολο δέκα (10) αρχείων MS Excel.

Στην συνέχεια, δημιουργείται συγκεντρωτικό αρχείο στο οποίο γίνεται προσάρτηση όλων των ξεχωριστών αρχείων (Εικόνα 5). Έτσι, δημιουργείται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με όλα τα κριτήρια μαζί.

Έπειτα με την χρήση της κατάλληλης εξίσωσης, όλα τα κριτήρια διαιρούνται με το κριτήριο Καλλιεργούμενη Έκταση Γης. Με αυτόν τον τρόπο η τιμή κάθε κριτηρίου αντιστοιχεί πλέον σε τιμή κριτήριο/εκτάριο (πχ. Κατανάλωση Ανόργανων Αζωτούχων Λιπασμάτων (Kg)/ εκτάριο (ha)). Η ενέργεια αυτή διευκολύνει την επεξήγηση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν γιατί έχουν σαν κοινή προκείμενη την τιμή της καλλιεργούμενης έκτασης γης (εκτάριο – ha).



Εικόνα 5: Δημιουργία συγκεντρωτικού αρχείου

4.6 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων με την χρήση παραθύρου (Window DEA)

Για να υπάρχει αξιοπιστία αποτελεσμάτων ο Ozcan, (2008) απέδειξε και έθεσε τον κανόνα πως για να ληφθούν αποδεκτά αποτελέσματα θα πρέπει το πλήθος των Μ.Α. να ξεπερνάει το πλήθος των εισροών και τον εκροών. Συγκεκριμένα, έστω n ο αριθμός των Μ.Α. τότε πρέπει:

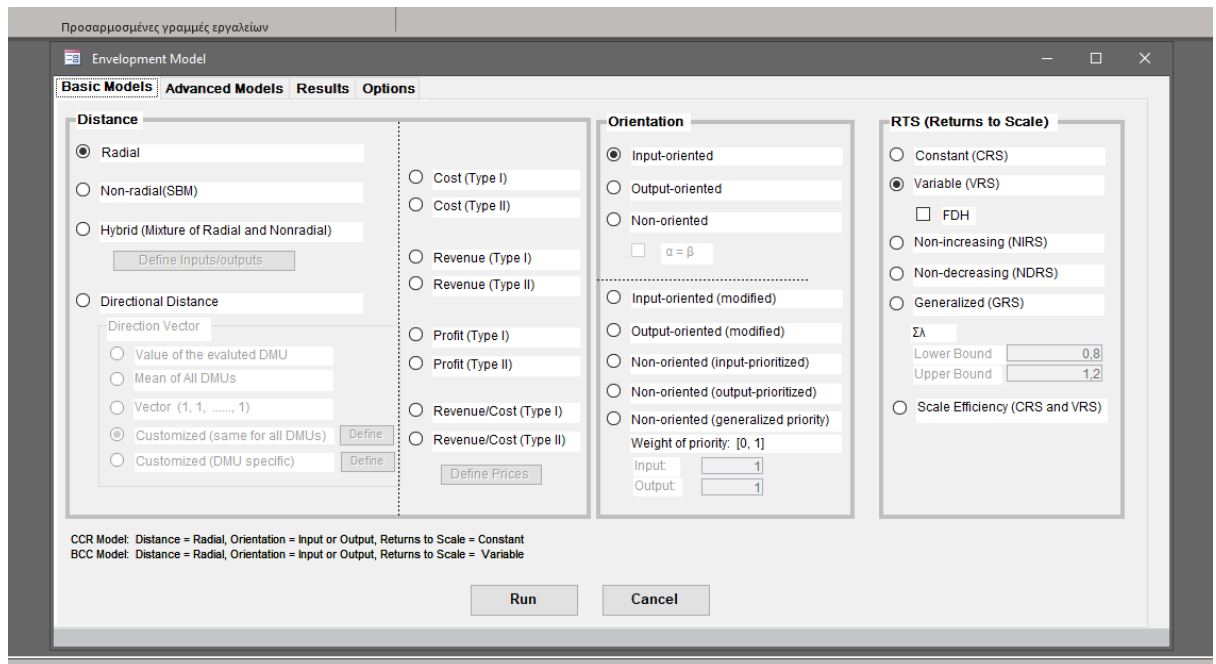
$$n > \max\{m * s, 3 * (m + s)\}$$

Συνεπώς, η παρούσα πτυχιακή εργασία στηρίχθηκε σε αυτόν τον κανόνα. Το πλήθος των εισροών και των εκροών είναι συνολικά 9 (7 εισροές + 2 εκροές) και αντίστοιχα το πλήθος των Μ.Α. είναι (26 χώρες * 12 χρόνια) 324.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η μεγιστοποίηση των ρύπων δεν είναι επιθυμητή εκροή της παραγωγικής διαδικασίας, συνεπώς στην περίπτωση αυτήν πρέπει να αντιμετωπιστεί μία ανεπιθύμητη απορροή. Η μεθοδολογία που επιλέχθηκε ήταν η αναστροφή των δεδομένων ώστε η ποσοτική τους αύξηση να οδηγεί στην πραγματικότητα σε μείωση. Έτσι όσο περισσότεροι είναι οι ρύποι το κλάσμα μικραίνει και άρα το δεδομένο ρύποι λαμβάνει χαμηλότερη τιμή, αντιπροσωπευτική της μείωσης τους (Halkos & Petrou, 2019).

Επόμενο βήμα είναι να δημιουργηθούν τα απαραίτητα παράθυρα χρονοσειρών. Για την παρούσα πτυχιακή το παράθυρο επιλέχθηκε με τυχαιοποιημένο τρόπο να είναι τιμής πέντε ετών. Έτσι το παράθυρο Α (window A) περιλαμβάνει τις χρονολογίες 2009-2013, το παράθυρο Β τις χρονιές 2010-2014, το Γ 2011-2015 κ.ο.κ..

Η διενέργεια της περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος maxDEA που λειτουργεί πάνω στο λογισμικό της Access. Το λογισμικό είναι κατάλληλο γιατί είναι εύκολο στην χρήση αλλά ταυτόχρονα και πιο γρήγορη. Αφού έγιναν οι κατάλληλες συνδέσεις ως εισροές (inputs) και εκροές (outputs), το λογισμικό της maxDEA είναι έτοιμο να πραγματοποιήσει την περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Οι επιλογές στο πρόγραμμα της maxDEA

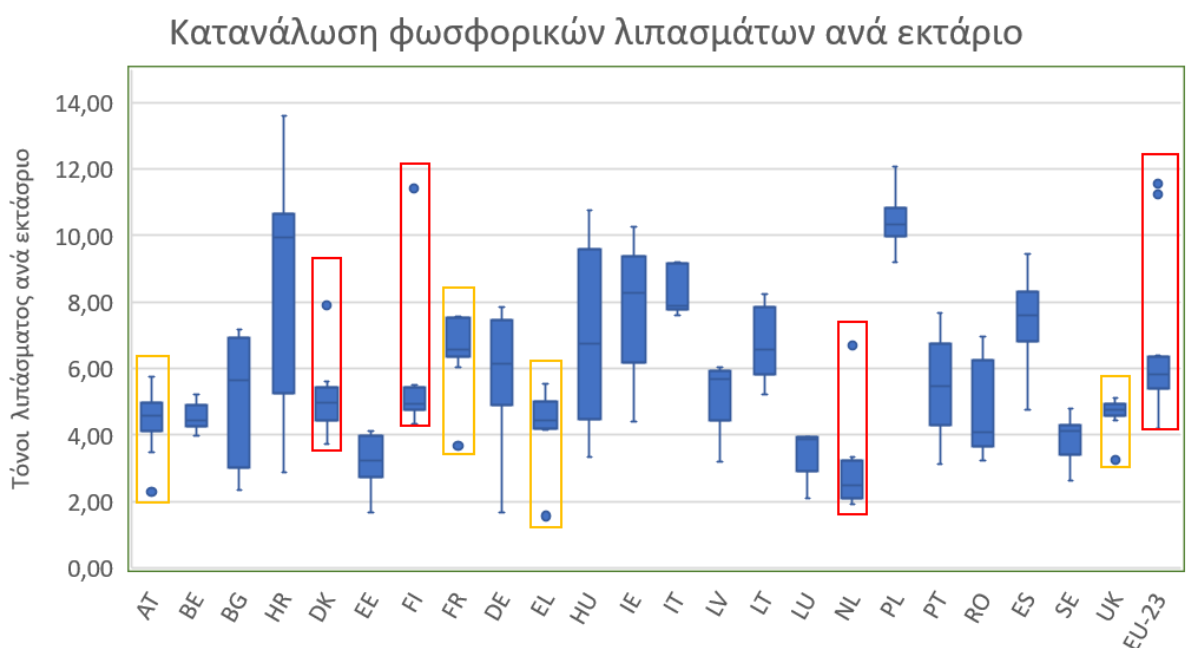
Η διαδικασία έγινε για κάθε αρχείο παραθύρου ξεχωριστά. Από τα αρχεία τύπου Access επιλέχθηκαν τα κατάλληλα δεδομένα και μεταφέρθηκαν πάλι στο πρόγραμμα υπολογιστικών φύλλων excel.

Οι πίνακες που παράχθηκαν προσαρτήθηκαν σε κοινό πίνακα από τον οποίο παράχθηκε συγκεντρωτικός πίνακας. Σε αυτόν ήταν εμφανής ο μέσος όρος κάθε χρονιάς με βάση τα παράθυρα. Οι μέσοι όροι συγκεντρώθηκαν σε πίνακα και από αυτούς προέκυψε συνολικός μέσος όρος τιμών για κάθε χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι η κατάταξη των χωρών της Ε.Ε. με βάση την αποδοτικότητα χρήσης εισροών για να παραχθούν οι ανάλογες εκροές.

Συνολικά, η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε τρεις φορές για κάθε αρχείο. Αυτό γιατί έπρεπε να παραχθούν τιμές για τα μοντέλα CRS, VRS και να υπολογίσει το Scale efficiency ξεχωριστά. Η ύπαρξη μεμονωμένων αρχείων υποβοηθά την επεξήγηση των αποτελεσμάτων. Ταυτόχρονα, μπορεί να διεξαχθεί διακρίβωση των τιμών των CRS/VRS (κλάσμα Scale Efficiency), με την τιμή του Scale Efficiency που παράγει το πρόγραμμα maxDEA για τυχών λάθη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, για την παρούσα πτυχιακή εργασία δεν έχουν ληφθεί υπόψιν οι τιμές των Slack και Shadow και τα αποτελέσματα έχουν επικεντρωθεί στην χρήση των τιμών αποδοτικότητας προκειμένου να γίνει η κατάταξη των αγροτικών τομέων της Ε.Ε..

Όπως αναφέρεται και στην βιβλιογραφία, η ύπαρξη ακραίων τιμών (outliers) είναι κάτι αναμενόμενο σε ένα μεγάλο πάνελ δεδομένων. Με το πέρας της εξαγωγής των διαγραμμάτων διαπιστώθηκε αρχικά στην Κύπρο η ύπαρξη ακραίων τιμών (outliers), με ταυτόχρονη κατάταξή της ως πιο αποδοτική. Το γεγονός αυτό προκαλεί σημαντικό πρόβλημα στην ανάλυση, καθώς οι βαθμοί αποδοτικότητας δεν θα είναι αντιπροσωπευτικοί αν συγκρίνονται με την Κύπρο σαν κύρια Μ.Α..



Διάγραμμα 3: Ακραίες τιμές κατανάλωσης φωσφορικών λιπασμάτων

Για την αφαίρεση της έγινε χρήση του λογισμικού Rstudio και της γλώσσας R. Η χρήση κατάλληλου κώδικα επέτρεψε την επαναδημιουργία της βάσης δεδομένων της παρούσας πτυχιακής με αφαίρεση μόνο των τιμών που αντιστοιχούσαν στην προβληματική Μ.Α.. Με παρόμοιο τρόπο, αφαιρέθηκαν και άλλες Μ.Α. που παρουσίαζαν παρόμοια προβλήματα. Αυτές ήταν οι Κύπρος, Τσεχία, Σλοβενία και Σλοβακία.

Αναφορικά με το Διάγραμμα 3: Ακραίες τιμές κατανάλωσης φωσφορικών λιπασμάτων φαίνονται οι δύο περιπτώσεις ακραίων τιμών. Η πρώτη απεικονίζεται με κόκκινο και είναι οι τιμές που είναι άνω του πάνω ορίου, ενώ η δεύτερη απεικονίζεται με κίτρινο και δείχνει ακραίες τιμές κάτω από το κάτω όριο. Ιδανικά, οι ακραίες τιμές και των δύο

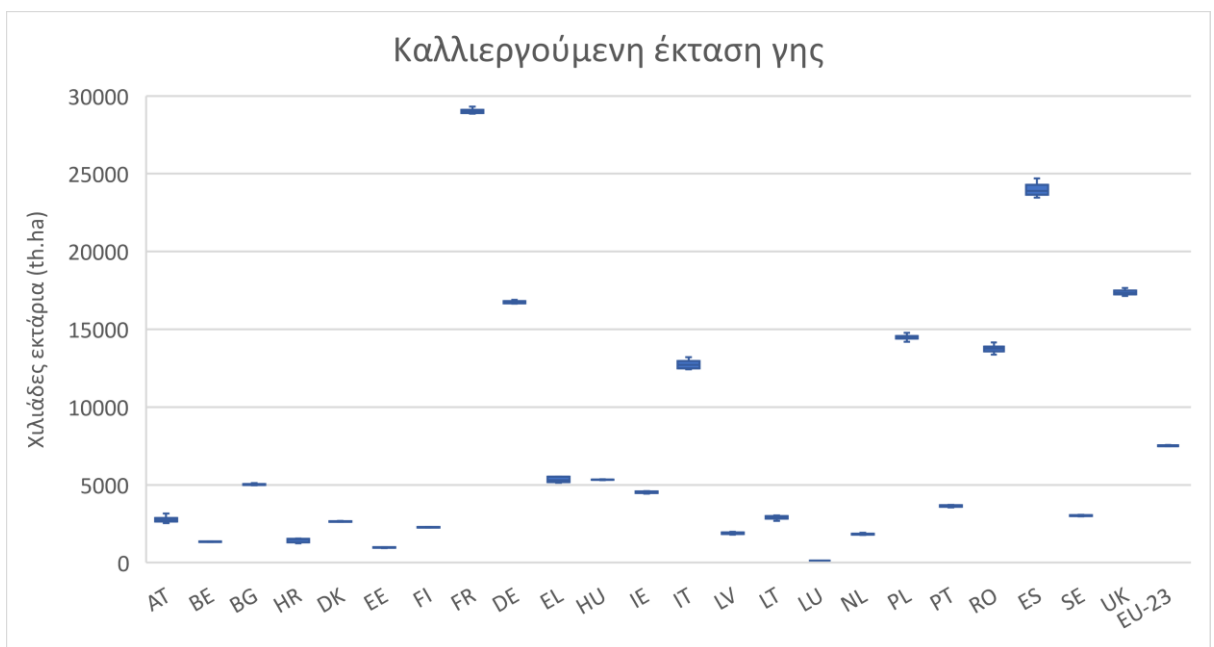
περιπτώσεων θα πρέπει να αφαιρεθούν, καθώς επηρεάζουν την Π.Α.Δ.. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία οι ακραίες τιμές δεν λήφθηκαν υπόψιν.

Στην συνέχεια, με την χρήση κατάλληλου κώδικα παρήχθησαν οι πίνακες για τα μοντέλα VRS, CRS και Scale Efficiency, μεταφέρθηκαν στο Excel και δημιουργήθηκαν τα κάτωθι αποτελέσματα.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης θα παρουσιαστούν παρακάτω με την μορφή διαγραμμάτων, ενώ στο κομμάτι του παραρτήματος υπάρχουν οι αναλυτικοί πίνακες.

5. Αποτελέσματα

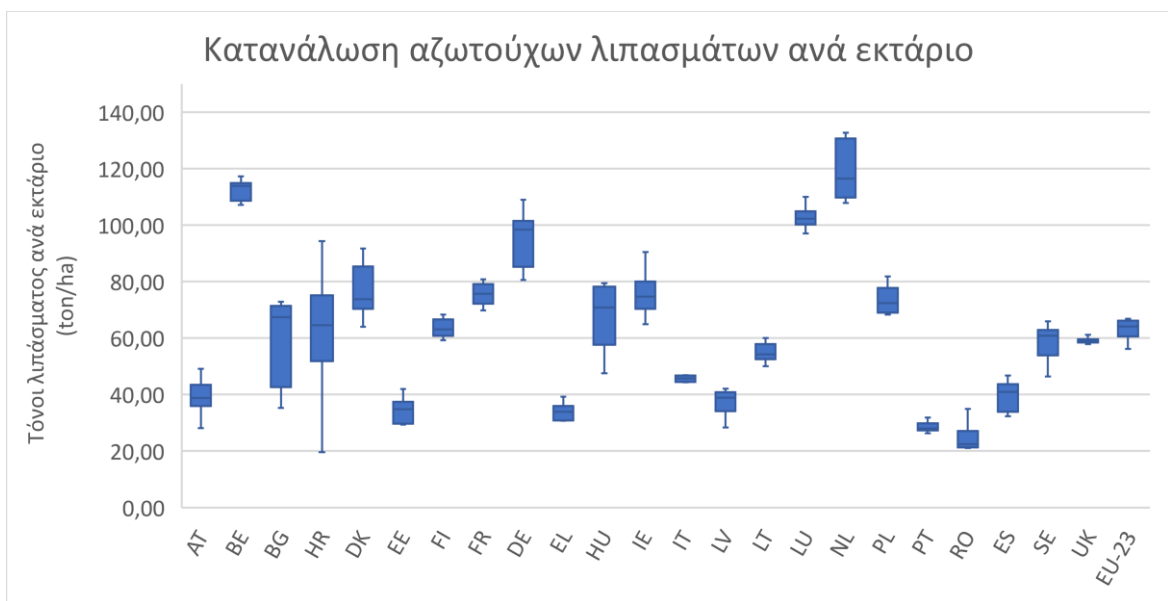
Η διαγραμματική απεικόνιση της διαθέσιμης καλλιεργήσιμης γης (Διάγραμμα 4), έρχεται να επιβεβαιώσει την βιβλιογραφία, στην αναδείξει της Γαλλίας ως κυρίαρχο “παίκτη” στον πρωτογενή τομέα της Ε.Ε. (~24.580.980 ha) (EU Commission, 2016b). Δεύτερη ακολουθεί η Ισπανία, με εξίσου έντονη παρουσία στον παραγωγικό τομέα και τρίτη το Ηνωμένο Βασίλειο. Αξίζει να σημειωθεί πως πάνω από τον μέσο όρο (EU-23: 7.492.060 ha), μόνο επτά χώρες είναι πάνω από τον μέσο όρο, τα υπόλοιπα κράτη μέλη είναι κάτω του μέσου όρου με χαμηλότερη διαθέσιμη καλλιεργούμενη έκταση γης το Λουξεμβούργο (~131.243,4 ha).



Διάγραμμα 4: Καλλιεργούμενη έκταση γης μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

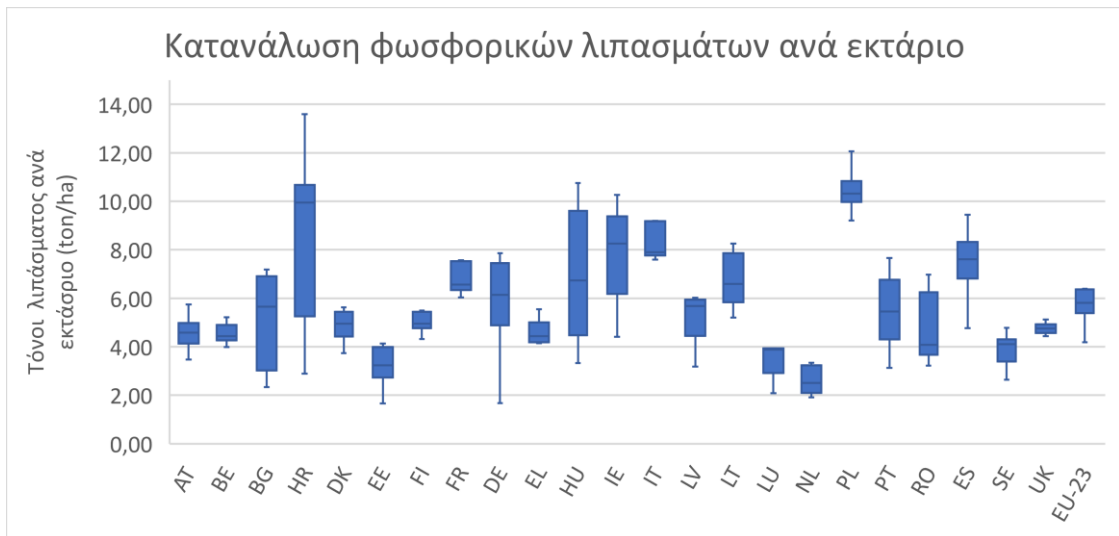
Οι μικρές αυξομειώσεις που εμφανίζονται στο διάγραμμα, μπορούν να επιβεβαιώσουν τις μεταβολές από εγκατάλειψη, αγρανάπαυση και εδαφική διάβρωση (EU Commission, 2018b).

Στην κατανάλωση αζωτούχων λιπασμάτων (Διάγραμμα 5), φαίνεται όλες οι χώρες να εντάσσονται κοντά στον μέσο όρο (72,29 ton/ha), με την πιο ψηλή τιμή να αντιστοιχεί στην Ολλανδία, που μπορεί να δικαιολογηθεί και από την έντονη ανθοκομική παραγωγή της χώρας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ύπαρξη του έκπτωτου σημείου της Γαλλίας. Αυτό μπορεί είτε να προέκυψε από κάποιο λάθος ή να αντιστοιχεί σε πραγματική τιμή (Osborne & Overbay, 2004)



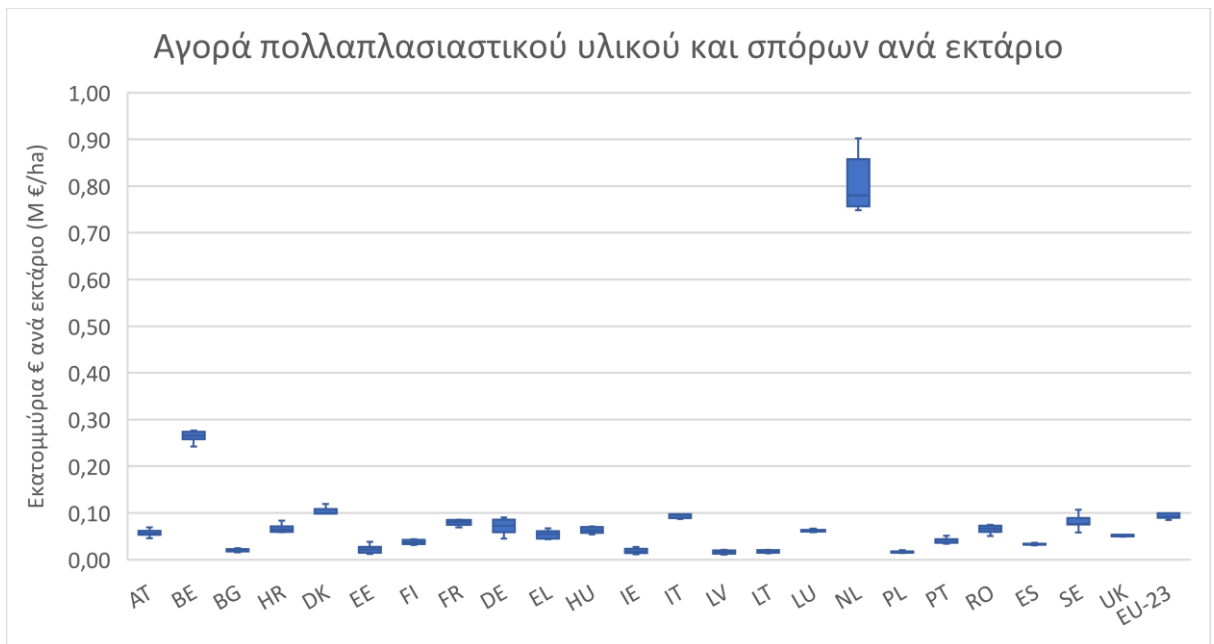
Διάγραμμα 5: Κατανάλωση αζωτούχων λιπασμάτων μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

Αναφορικά με την Ολλανδία, στην κατανάλωση φωσφορούχων λιπασμάτων εμφανίζονται τιμές κάτω του μέσου όρου (Διάγραμμα 6), ενώ την πρώτη θέση στην κατανάλωση λαμβάνει η Πολωνία (~10.44 ton/ha). Ενδιαφέρον παρουσιάζει οι έντονα χαμηλότερες τιμές φωσφόρου που εφαρμόζεται στα ευρωπαϊκά εδάφη, σε σχέση με το άζωτο. Η βιβλιογραφία αναφέρει πως τα αζωτούχα λιπάσματα είναι επιρρεπή σε απόπλυση (Rashmi et al., 2020), σε αντίθεση με τον φώσφορο που διατηρείται στα εδάφη από την φύση του.



Διάγραμμα 6: Κατανάλωση φωσφορικών λιπασμάτων μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

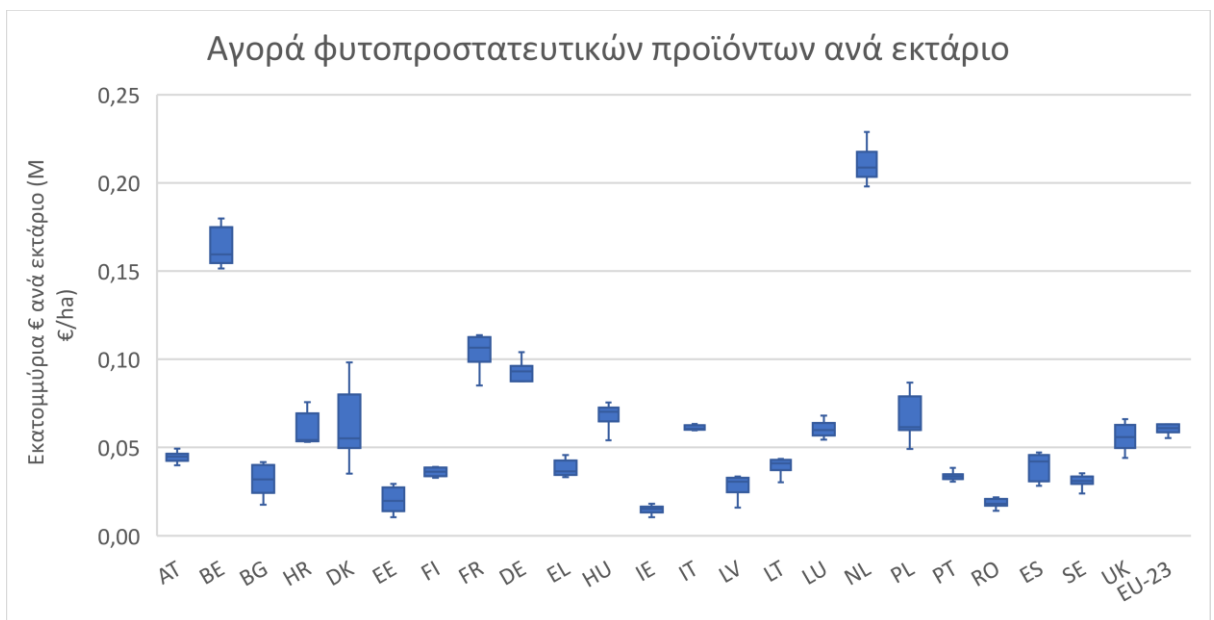
Όσον αφορά την κατανάλωση πολλαπλασιαστικού υλικού (Διάγραμμα 7), η Ολλανδία (~ 0,8(M €/ha)) βρίσκεται πολύ πάνω από τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο περίπου 0,101 (M €/ha). Η γενική εικόνα είναι πως μόνο τέσσερις χώρες ξεπερνούν τον μέσον όρο (Βέλγιο, Δανία, Ιταλία και Ολλανδία), ενώ οι χώρες που εμφανίζουν την μικρότερη κατανάλωση είναι οι Πολωνία, Βουλγαρία και Λιθουανία.



Διάγραμμα 7: Αγορά πολλαπλασιαστικού υλικού μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

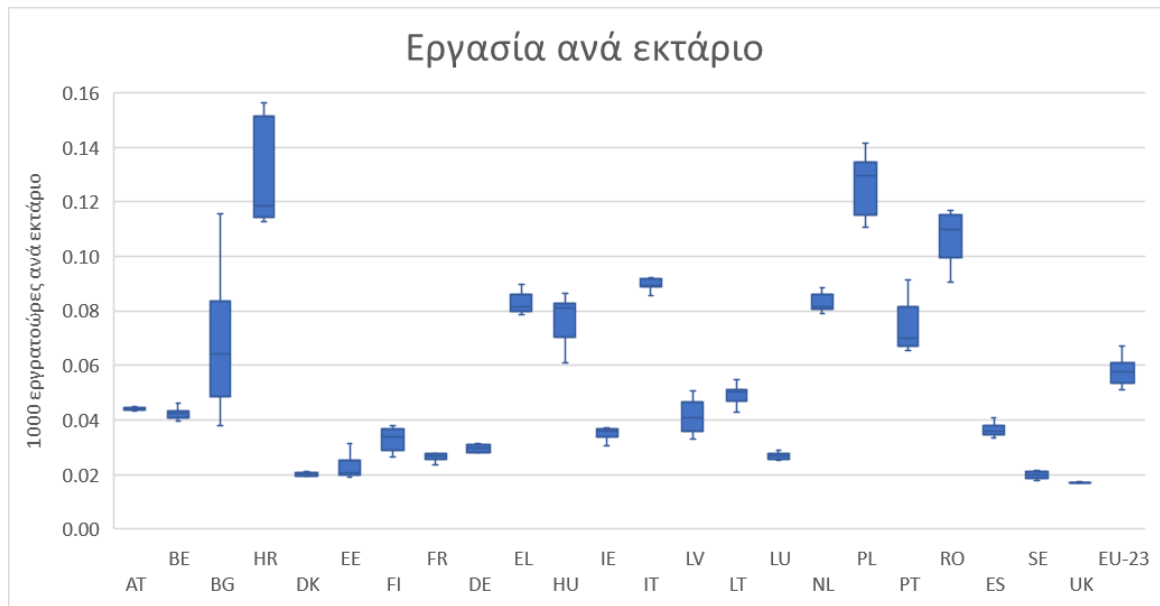
Στον τομέα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων (Διάγραμμα 8), υπάρχει μία δυσκολία στην εύρεση δεδομένων και βιβλιογραφίας, ωστόσο από διαθέσιμα δεδομένα προκύπτει το εξής αποτέλεσμα.

Την πρώτη θέση κατέχει η Ολλανδία (~0.21 (M €/ha)). Η βιβλιογραφία δίνει μία πολύ καθαρή εικόνα για αυτήν την πρωτιά. Είναι η κύρια παραγωγός πολλαπλασιαστικού υλικού και ανθοκομικών προϊόντων, καλλιέργειες που είναι αρκετά ευαίσθητες - επιρρεπείς σε ασθένειες και εχθρούς (CBS, 2022). Ο ευρωπαϊκός μέσος όρος ήταν περίπου ~0.07 (M €/ha), δηλαδή τρεις φορές πιο κάτω από την μέση συνολική κατανάλωση της προηγούμενης.



Διάγραμμα 8: Αγορά φυτοπροστατευτικών προϊόντων μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

Το Διάγραμμα 9 των εργατοωρών ανά εκτάριο παρουσιάζει ενδιαφέρον. Οι χώρες έχουν μία μεγάλη διασπορά τιμών σε σχέση με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο (~0.058 ((th.WU/ha))), αυτές με τις περισσότερες εργατοώρες είναι οι Ρουμανία (~0.11 ((th.WU/ha))), Πολωνία (~0.067 ((th.WU/ha))), Κροατία (~0.12 (th.WU/ha)) ενώ με τις χαμηλότερες είναι το Ηνωμένο Βασίλειο (~0.017 ((th.WU/ha))), Σερβία (~0.02 ((th.WU/ha))), Γαλλία (~0.07 ((th.WU/ha))), Εσθονία (~0.021 (th.WU/ha)) και Δανία (~0.02 ((th.WU/ha))).



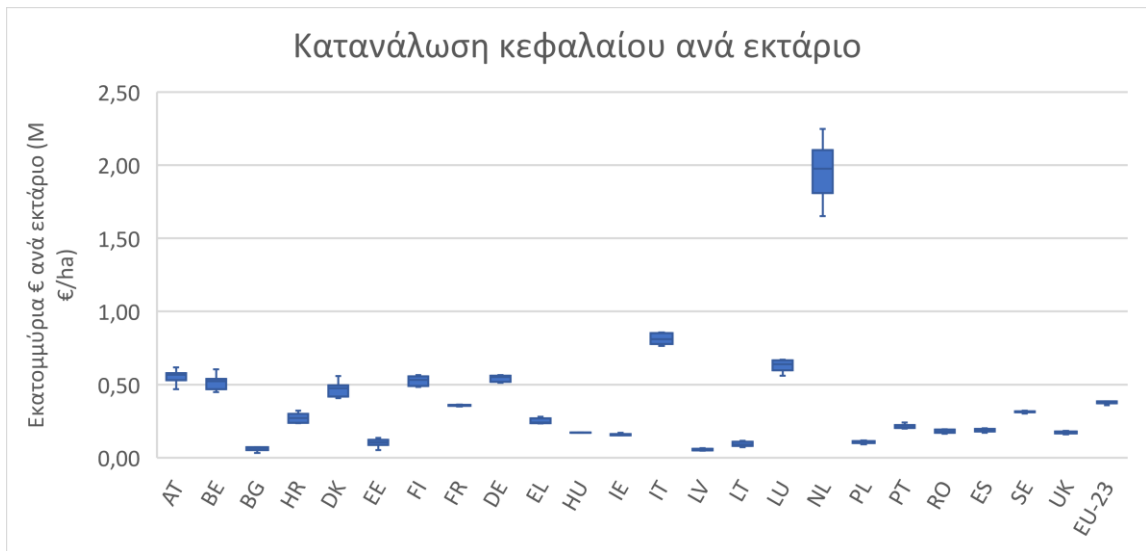
Διάγραμμα 9: Εργασία στον πρωτογενή τομέα μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

Στην κατανάλωση ενέργειας (Διάγραμμα 10) πρώτη θέση κατέχει η Ολλανδία (~49,7 (Oileq/ha)) και ακολουθείται από το Βέλγιο (~46,9 (Oileq/ha)) όπου ξεπερνούν κατά πολύ τον μέσο ευρωπαϊκό μέσο όρο. Συνολικά, από τις 23 χώρες που συμμετείχαν στο πείραμα, μόλις επτά ξεπερνούν τον μέσο όρο στην κατανάλωση, ενώ την χαμηλότερη κατανάλωση εμφανίζουν οι Ρουμανία (~2,43 (Oileq/ha)), Λετονία (~2,537 (Oileq/ha)) και Βουλγαρία (~5,289 (Oileq/ha)).



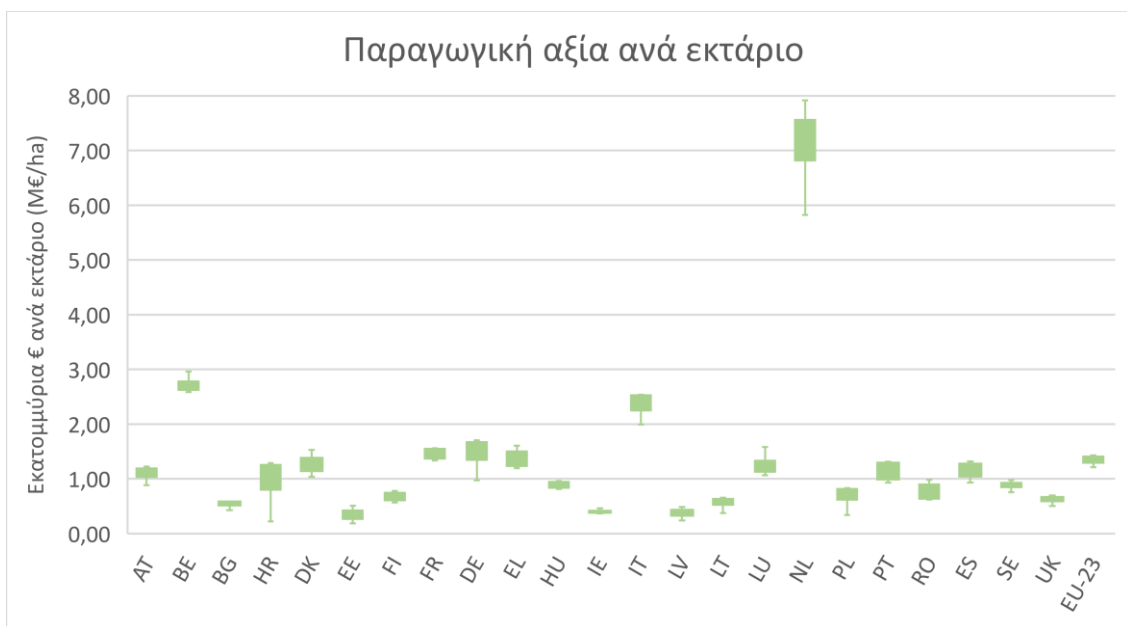
Διάγραμμα 10: Κατανάλωση ενέργειας μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

Στην επένδυση κεφαλαίου (Διάγραμμα 11) οι Ολλανδοί κατέχουν τα νιά ξεπερνώντας σε πολύ μεγάλο βαθμό (~1,97(M €/ha)), τον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (~0,42 (M €/ha)). Την χαμηλότερη θέση κατέχουν χώρες που όπως επιβεβαιώνει και η βιβλιογραφία δεν διαθέτουν υψηλό κεφάλαιο για να μπορέσουν να το διαθέσουν (World Population Review, 2022a, 2022b). Αυτές ήταν η Βουλγαρία (~0,09 (M €/ha)), Εσθονία (~0,1 (M €/ha)) και Λετονία (~0,06 (M €/ha)), ενώ η Πολωνία παρόλο το υψηλό συνολικό κατά κεφαλήν εισόδημα, φαίνεται να μην διαθέτει κεφάλαιο προς τον πρωτογενή τομέα.

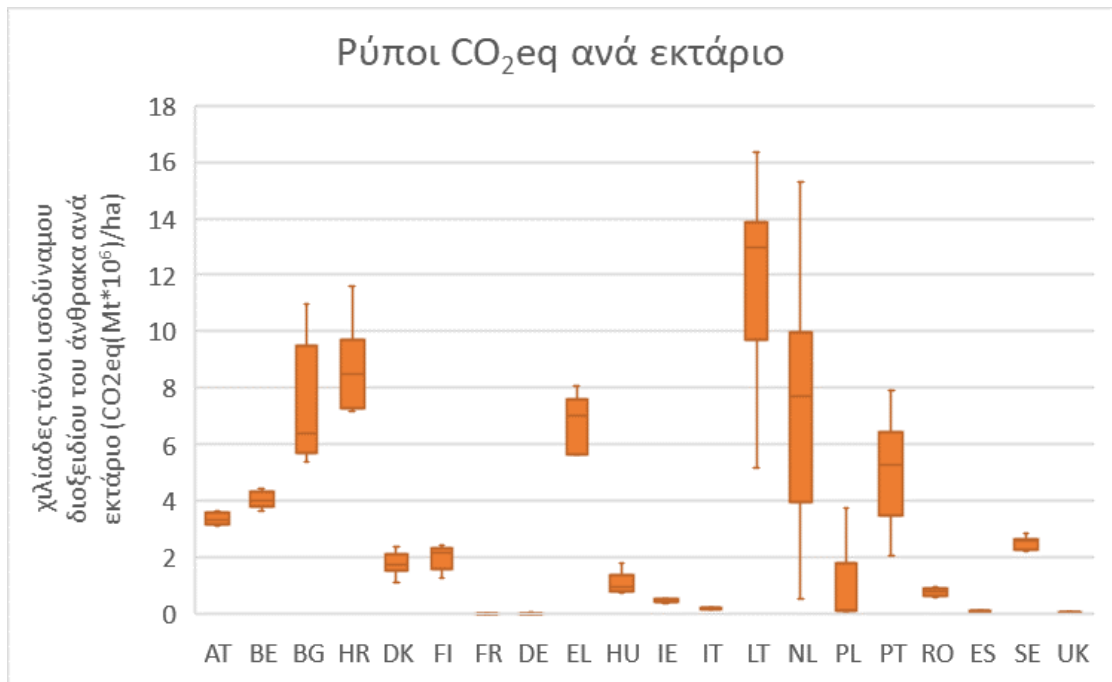


Διάγραμμα 11: Κατανάλωση κεφαλαίου μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

Αναφορικά με την χρηματική αξία (Διάγραμμα 12), φαίνεται η Ολλανδία να κατέχει για άλλη μία φορά την κυρίαρχη θέση με την αξία των προϊόντων ανά εκτάριο να αγγίζει τα (~7.1 (M €/ha)). Γνωρίζοντας και παρατηρώντας τα παραπάνω γραφήματα, η συγκεκριμένη χώρα φαίνεται να επιλέγει υψηλής κερδοφορίας καλλιέργειες που επιβεβαιώνουν τόσο τις υψηλές εισροές όσο και τον υψηλό βαθμό παραγωγικότητας. Την χαμηλότερη παραγωγή σε χρηματική αξία παρουσιάζει η Εσθονία (~ 0,349 (M €/ha))



Διάγραμμα 12: Παραγωγική αξία της παραγωγής μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

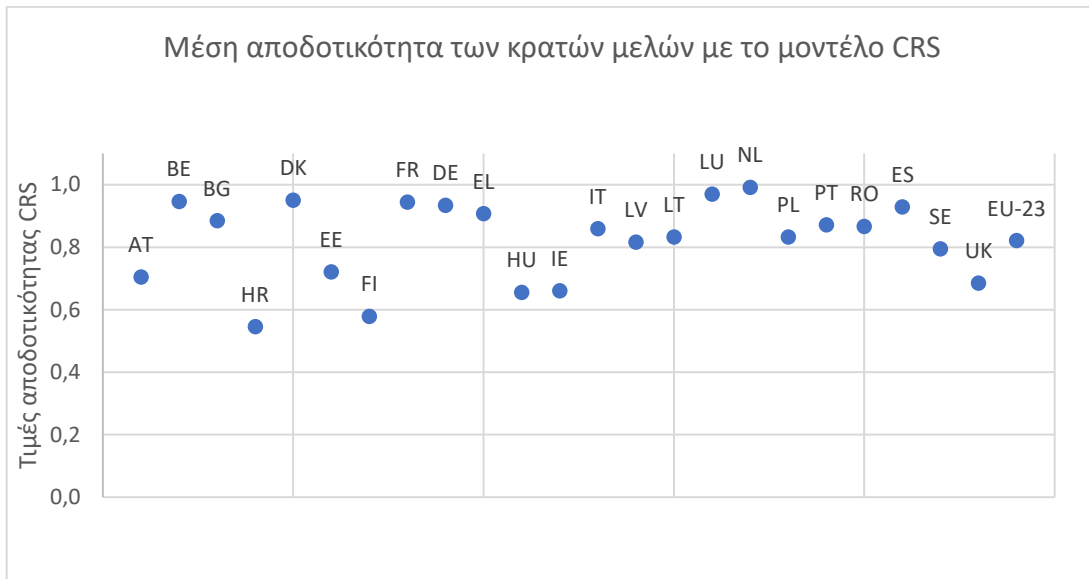


Διάγραμμα 13: Έκλυση ρύπων κατά την παραγωγική διαδικασία μεταξύ των κρατών μελών της EU-23

Από το (Διάγραμμα 13) των ρύπων το μόνο που μπορεί να διεξαχθεί άμεσα σαν αποτέλεσμα είναι πως το Λουξεμβούργο παρουσιάζει έντονη διακύμανση στους ρύπους (με μέσο όρο ~1000 CO₂eq(Mt*10⁶)/ha)), αρκετά πιο πάνω από τον μέσο όρο της Ε.Ε.. Αμέσως μετά ακολουθεί η Εσθονία (~200 CO₂eq(Mt*10⁶)/ha). Για το πρόβλημα των ρύπων υπάρχει σχετική βιβλιογραφία του 2013 με κάποιες προτάσεις για αναδιανομή, που προσέδωσε όμως πολύ γενικά αποτελέσματα (Wu et al., 2013).

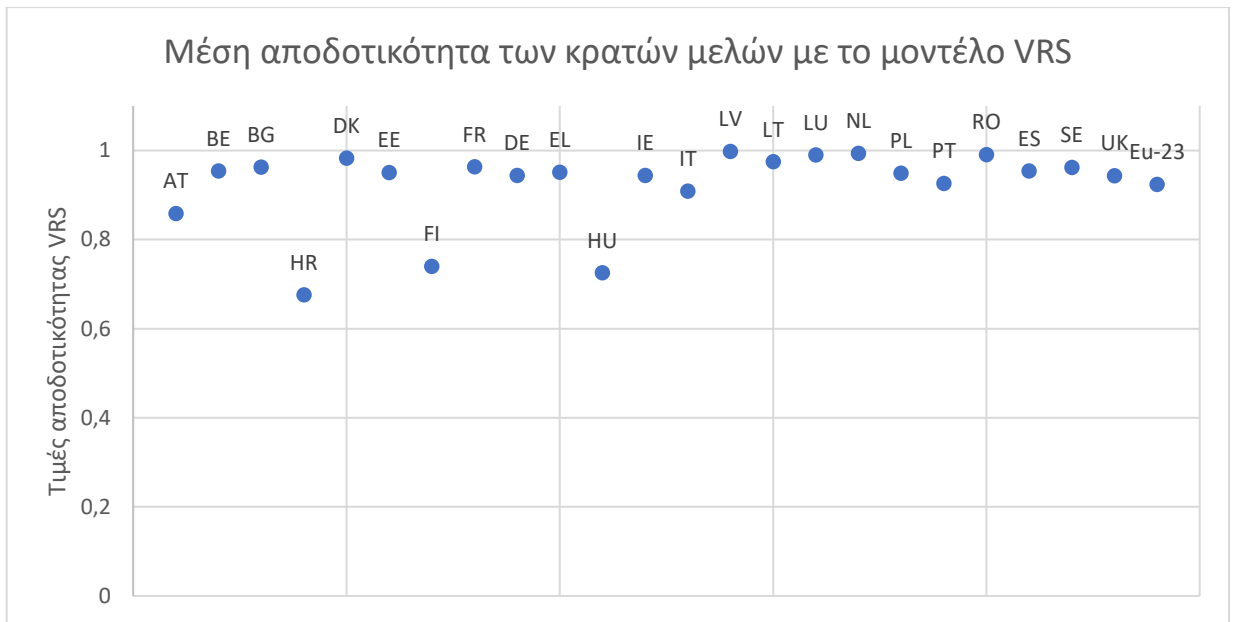
Στο συγκεκριμένο διάγραμμα, έχουν αφαιρεθεί οι χώρες Λουξεμβούργο, Εσθονία και Λετονία, καθώς οι υψηλές τιμές εκπομπής ρύπων δυσκόλευαν την διαγραμματική απεικόνιση. Επίσης, οι χώρες Γαλλία, Γερμανία, Ισπανία και Αγγλία, πλησιάζουν στο

μηδέν, αλλά δεν είναι μηδενικές. Σε περίπτωση που ήταν μηδενικές δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η Π.Α.Δ..



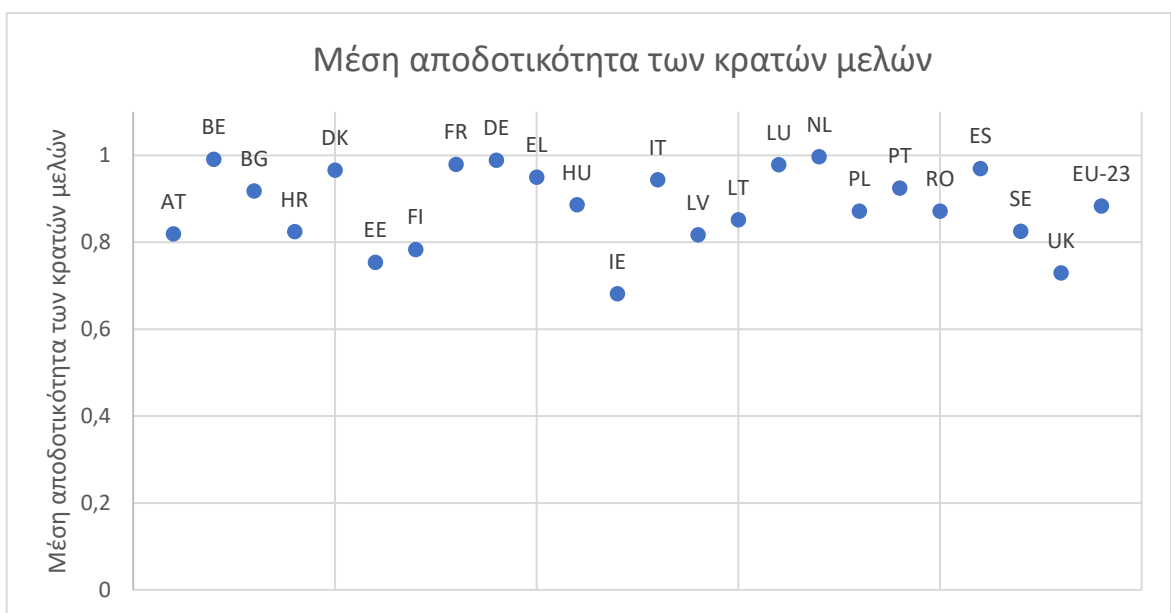
Διάγραμμα 14: Μέση τιμή αποδοτικότητας με βάση το μοντέλο CRS για κάθε κράτος μέλος της EU-23

Με βάση το μοντέλο CCR (Charnes et al., 1978) το μοντέλο κατέδειξε έναν ευρωπαϊκό δείκτη αποδοτικότητας ίσο με (0,82), όπως φαίνεται στο (Διάγραμμα 14) . Συνολικά δέκα χώρες παρουσιάζουν μέσο όρο αποδοτικότητας πάνω από τον μέσο όρο της Ευρώπης, ενώ οκτώ βρίσκονται κάτω, αφήνοντας πέντε που ήταν πολύ κοντά σε αυτόν. Η χώρα που πλησιάζει περισσότερο στο όριο αποδοτικότητας ήταν η Ολλανδία (0,99), ενώ πολύ κοντά πλησιάζει και το Βέλγιο (0,95). Η Ελλάδα έχει υψηλό δείκτη (0,91), ενώ η χώρα με την χαμηλότερη αποδοτικότητα είναι η Κροατία (0,55).



Διάγραμμα 15: Μέση τιμή αποδοτικότητας με βάση το μοντέλο VRS για κάθε κράτος μέλος της EU-23

Με βάση το μοντέλο του Banker et al. (BCC) το μοντέλο παράγει έναν δείκτη αποδοτικότητας για την Ευρωπαϊκή Ένωση ίσο με (0,92) (Διάγραμμα 15). Συνολικά δεκατρείς χώρες ξεπέρασαν τον μέσο όρο με πρώτη να είναι η Λετονία που έφτασε δείκτη αποδοτικότητας άνω του 99%. Ακολουθούν οι Ολλανδία (0,99), Λετονία (0,99) και Λουξεμβούργο (0,99). Η Ελλάδα έλαβε υψηλό δείκτη αποδοτικότητας (0,95), ενώ για άλλη μία φορά η χώρα με τον μικρότερο δείκτη αποδείχθηκε η Κροατία (0,68).



Διάγραμμα 16: Μέση τιμή αποδοτικότητας του κάθε κράτους μέλους της EU-23

Συνολικά οι χώρες με την μεγαλύτερο δείκτη απόδοσης σε σχέση με τις υπόλοιπες Μ.Α., με βάση το Διάγραμμα 16 ήταν κατά σειρά η Ολλανδία (0,997), Βέλγιο (0,99) και Γερμανία (0,99), ενώ οι χαμηλότερες αποδοτικά χώρες είναι το Ηνωμένο Βασίλειο με τιμή 0,73 και τέλος η Ιρλανδία με τιμή 0,68. Η Ελλάδα ήταν πάνω από τον μέσο Ευρωπαϊκό δείκτη με τιμή 0,95.

Σημαντικό κομμάτι της πτυχιακή είναι να αναδειχθούν και οι αδυναμίες της ανάλυσης, αλλά και η διασταύρωση των αποτελεσμάτων με την αντίστοιχη βιβλιογραφία. Η σύνδεση και επεξήγηση θα πραγματοποιηθεί στο κομμάτι της συζήτησης.

6. Συζήτηση

Η παρούσα πτυχιακή είχε σαν σκοπό την ανάλυση, αλλά και αξιολόγηση, του πρωτογενούς τομέα για τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η χρήση της μεθόδου περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων έδωσε μία σαφή εικόνα για την αποδοτικότητα των παραγωγικών συστημάτων. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή γνωρίζει περιορισμούς. Αρχικά, η χρήση παραθύρου παρόλη την μεγαλύτερη ακρίβεια που μπορεί να αποδώσει, συνοδεύεται από την παραδοχή πως εντός του παραθύρου δεν σημειώνεται καμία τεχνολογική αλλαγή, αλλά και το εύρος του παραθύρου παίζει καίριο ρόλο (Kyrgiakos et al., 2021).

Έπειτα, η χρήση της Π.Α.Δ. προϋποθέτει πως κάθε Μ.Α. είναι ομοειδής με όλες τις υπόλοιπες. Όταν περιλαμβάνονται χώρες κράτη σε μία έκταση όπως αυτήν της Ε.Ε. η ύπαρξη απόλυτης ομοιογένειας είναι αδύνατον. Συνεπώς, εκτός της έρευνας κατά την χρήση των κριτηρίων έμειναν τα εξής:

1. Δεν λαμβάνεται υπόψη το μορφωτικό επίπεδο και άλλοι κοινωνικοί παράγοντες που συνοδεύουν την εργασία στον πρωτογενή τομέα όπως η ηλικία, το status κ.α..
2. Υπάρχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε κάθε κράτος μέλος. Οι διαφορετικοί κλιματικοί, εδαφικοί αλλά και μορφολογικοί παράγοντες αφήνονται εκτός έρευνας, παρόλο που επηρεάζουν άμεσα την παραγωγική διαδικασία.
3. Σημαντικό κομμάτι της οικονομίας είναι ο πληθωρισμός. Στα πλαίσια της ομοιογένειας των Μ.Α., οι τιμές βασίστηκαν αρχικά στις βασικές τιμές πώλησης των αγαθών, χωρίς τον πληθωρισμό και στην συνέχεια τροποποιήθηκαν ανά εκτάριο. Συνεπώς, δεν χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα.

4. Το ρίσκο που συνοδεύει τις επενδύσεις στον πρωτογενή τομέα δεν έχει ποσοτικοποιηθεί, ώστε να δοθεί μία αποκρυσταλοποιημένη εικόνα του καθαρού κέρδους, αλλά και των προβλέψεων για το που μπορεί να φτάσει η κεφαλαιοποίηση του πρωτογενούς τομέα στα προσεχή χρόνια.

Θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να παρουσιαζόντουσαν δεδομένα αναφορικά με την άρδευση κάθε χώρας. Ωστόσο, η ύπαρξη δεδομένων σε αυτό το κομμάτι της παραγωγής, παρόλο που θα βοηθούσαν πολύ την περαιτέρω έρευνα φαίνεται να είναι ανύπαρκτα.

Σημαντική επιρροή στα αποτελέσματα θα εμφανίσει και η κλιματική αλλαγή. Το φαινόμενο αυτό δύσκολα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί, λόγω της πολυπλοκότητας του, ωστόσο όπως είναι αναμενόμενο επηρεάζει σημαντικά πολλούς παράγοντες της ανθρώπινης ζωής και της αγροτικής παραγωγής. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή υπηρεσία για την κλιματική αλλαγή (IPCC), άμεσες συνέπειες είναι η απότομη αλλαγή καιρικών φαινομένων, απότομοι καύσωνες, αλλά και προβλήματα στην διαθεσιμότητα του νερού κυρίως για της πεδινές και νότιες περιοχές είναι από τις αναμενόμενες άμεσες συνέπειες (Langsdorf et al., 2022). Σημαντική, έμμεση, επιρροή φαίνεται να υπάρχει και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Υδροηλεκτρικά εργοστάσια, ηλιακά πάρκα κτλ., είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με το κλίμα της κάθε περιοχής. Αλλαγές στα πλαίσια προσαρμογής είναι πολύ πιθανό να αποτελέσουν απαραίτητη πρακτική σε κάποια κράτη μέλη της Ε.Ε. (Gernaat et al., 2021).

Η τωρινή έκρυθμη κατάσταση που επικρατεί μεταξύ των δύο μεγάλων οικονομιών της Ρωσίας και της Ευρωπαϊκής ένωσης έχει επηρεάσει πολύ και τον πρωτογενή τομέα. Ο πόλεμος στην Ουκρανία οδηγεί την Ε.Ε. σε προσπάθειες για άμεση αλλαγή συνεργάτη για την παροχή φυσικού αερίου. Συγκεκριμένα, η αρμόδια επιτροπή της ενέργειας για την Ευρώπη (IEA), έχει παραδώσει έναν κατάλογο δέκα ενδεχομένων για άμεση μείωση μεριδίου της Ρωσικής οικονομίας στο φυσικό αέριο που εισάγεται. (Internation Energy Agency, 2022). Το φαινόμενο αυτό εξηγεί και την απότομη αύξηση τιμών φυσικού αερίου που επικρατούν τον τελευταίο χρόνο εντός των μελών της Ε.Ε. . Σε συνδυασμό με την άμεση ανάγκη για την ύπαρξη αποθέματος αερίου στον κλάδο της παραγωγής λιπασμάτων, εξηγείται και η αυξημένες τιμές των αντίστοιχων προϊόντων. Αξίζει να σημειωθεί επίσης, πως τα άμεσα διαθέσιμα ενεργειακά αποθέματα χρησιμοποιούνται στον στρατιωτικό κλάδο υπό την μορφή καυσίμων, όπλων κ.α. (Zentelis & Lindenmayer, 2015). Συνεπώς, οι τιμές που προτείνει σαν πρόβλεψη η παρούσα εργασία είναι πολύ πιθανό να διαφέρουν από τις πραγματικές. Αυτό οφείλεται στο ότι κατά την διενέργεια

του μοντέλου πρόβλεψης επιλέχθηκε η μεσαία πρόβλεψη, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν κάποιο σενάριο πολέμου.

Στο Διάγραμμα 4, η εκθετική αύξηση του πληθυσμού με ταυτόχρονη ύπαρξη εδαφικής διάβρωσης, επιβεβαιώνουν τις διακυμάνσεις που εμφανίζονται στο διάγραμμα για την καλλιεργούμενη έκταση στην Ε.Ε.. Περίπου ένα 4% των εδαφών φαίνεται να είναι η πρόβλεψη εγκατάλειψης της καλλιεργούμενης γης για το εύρος ετών 2015-2030 (EU Commission, 2018b). Αυτό το ποσοστό είναι πολύ πιθανό να αλλάξει από την στιγμή που υπάρχει ένα μεγάλο μεταναστευτικό ρεύμα εξαιτίας των εντάσεων σε εδάφη της Ε.Ε. Άρα το ποσοστό αυτό θα αυξηθεί δραματικά εξαιτίας καταστροφών πόλεων, δασών αλλά και την ταυτόχρονη μόλυνση από την χρήση των οπλικών συστημάτων (Zentelis & Lindenmayer, 2015).

Όσον αφορά την φυτοπροστασία, η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής και της πράσινης συμφωνίας στοχεύει στην χημική ουδετερότητα. Πιο αναλυτικά, εμφανίζεται η τάση για συνεχή επανεξέταση και αφαίρεση δραστικών ουσιών από τον κατάλογο των διαθέσιμων με αυστηρό τόνο (UNA-UK, 2019). Η διάθεση αυτή υποστηρίζεται από την προσπάθεια για αποφυγή περεταίρω μόλυνσης των οικοσυστημάτων, αλλά και ανάπτυξης του φαινομένου αντοχής των φυτικών εχθρών. Ωστόσο, αυτό έχει φέρει τους παραγωγούς σε δίλημμα καθώς, χρόνο με τον χρόνο περιορίζεται όλο και περισσότερο το “οπλοστάσιο” τους απέναντι στους υπάρχοντες εχθρούς με άμεση απόρροια την μείωση παραγωγής και κέρδους (EU Commission, 2015).

Συνεπώς, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί προκειμένου να βρεθεί μία λύση που να μην αφήνει τους παραγωγούς χωρίς διαθέσιμα σκευάσματα, ενώ ταυτόχρονα να μειώνει τα συνθετικά και χημικά σκευάσματα. Μια πρώτη λύση φαίνεται να είναι τα οργανικά σκευάσματα που αυξάνουν το μερίδιό τους στην αγορά (EU Commission, 2021b). Η χρήση τους μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη του στόχου της Ε.Ε. για την αποδέσμευση του πρωτογενούς τομέα από τα χημικά -συνθετικά σκευάσματα (European Chemical Agency, 2021). Ενώ παράλληλα προσφέρουν θετικές επιδράσεις στις καλλιέργειες όπως διατήρηση της οργανικής ουσίας του εδάφους, καλύτερης δέσμευσης από τα φυτά, ενώ παράλληλα συμμετέχουν στην προσπάθεια για εδραίωση της κυκλικής οικονομίας, αφού προέρχονται από οργανικά παράγωγα (Assefa & Tadesse, 2019).

Τα πραγματικά δεδομένα των ρύπων σε σχέση με τα προβλεπόμενα είναι πολύ πιθανό να διαφέρουν. Αυτή η διαφορά θα έχει άμεση σχέση με την έντονη μιλιταριστική

δραστηριότητα που επικρατεί στα σύνορα της Ε.Ε. με την Ρωσική περιοχή. Δεδομένου ότι η προσοχή είναι στραμμένη καθαρά στην άμυνα, είναι πολύ πιθανό οι ρύποι κατά την παραγωγική διαδικασία να παρουσιάσουν πτώση. Ωστόσο, αυτό θα οφείλεται όχι στην καλύτερη διαχείριση των ρύπων παρά στην αποφυγή χρήσης καυσίμων στον πρωτογενή τομέα στο όνομα της εθνικής ασφάλειας (CEOBS, 2020). Εκτός των εξωτερικών παραγόντων, οι ρύποι παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, ενώ τα διαθέσιμα δεδομένα φαίνεται να δυσκολεύουν την μελέτη τους.

Τέλος, στο κομμάτι της αγροτικής παραγωγής σε χρηματική αξία η Ε.Ε παρουσιάζει μία γενικά ομοιογενή πορεία, αν εξαιρέσουμε την πρωτοπόρο Ολλανδία (~7,1 M €/ha), όπου έχει περίπου είκοσι φορές πάνω από τον ευρωπαϊκό μέσον όρο (~0,35 M €/ha), τον μεγαλύτερο τζίρο μεταξύ των είκοσι-τριών χωρών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως παρόλο που η κύριοι παραγωγοί όπως η Γαλλία, Γερμανία δεν πετυχαίνουν ίδιους τζίρους με την πρωτοπόρο χώρα. Συνεπώς, μπορεί να υποδειχθεί πως η έντονη παραγωγική δραστηριότητα δεν διασφαλίζει απαραίτητα και υψηλά κέρδη (EU Commission, 2021e) Έχοντας τα παραπάνω κατά νου, προκύπτουν συμπεράσματα τα οποία θα παρουσιαστούν παρακάτω.

7. Συμπεράσματα

Αποδοτικότερη Μ.Α. μεταξύ των είκοσι-τριών χωρών μελών της Ε.Ε. που μελετήθηκαν σε αυτήν την εργασία είναι η Ολλανδία με συνολικό δείκτη αποδοτικότητας πολύ κοντά στην μονάδα (99.7%). Η συγκεκριμένη χώρα παρουσιάζει έντονη δραστηριοποίηση στους τομείς της παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού και των ανθοκομικών προϊόντων. Δεδομένου αυτών, είναι αναμενόμενο οι τιμές των Λιπασμάτων, κατανάλωση πολλαπλασιαστικού υλικού αλλά και φυτοπροστατευτικών προϊόντων να είναι ανεβασμένες. Σε συνδυασμό με τις υψηλές τιμές των προϊόντων αυτών, εξηγούνται και οι υψηλοί τζίροι που οδηγούν εν τέλει σε υψηλό δείκτη αποδοτικότητας. Αντίθετα, λιγότερο αποδοτική Μ.Α. φαίνεται να είναι η Ιρλανδία με δείκτη αποδοτικότητας (68%). Παρόλο που η χώρα διαθέτει μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση από ότι η πρώτη, είναι χώρα που είναι κατά κύριο λόγο στραμμένη στην κτηνοτροφία, ενώ οι μεγαλύτερες καλλιέργειες είναι τα δημητριακά και η πατάτα. Τα πρώτα χρησιμοποιούνται για την διατροφή των κτηνοτροφικών μονάδων. Επίσης, το κλίμα της περιοχής δεν βοηθάει την ενσωμάτωση άλλων καλλιεργειών

δυσκολεύοντας έτσι την παραγωγή προϊόντων με καλές τιμές αγοράς και άρα υψηλότερα κέρδη. Τέλος, οι κτηνοτροφικές μονάδες συνεισφέρουν σημαντικά στην παραγωγή ρύπων που εξηγούν που σε συνδυασμό με τα παραπάνω εξηγούν τον χαμηλό δείκτη αποδοτικότητας.

Σε γενικότερα πλαίσια η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζει μία θετική εικόνα με μέσο δείκτη να φτάνει το 88.3%. Μία αξιοσημείωτη παρατήρηση είναι οι αλλαγές στις εισροές (και κατ' επέκταση στις εκροές) κάθε επτά χρόνια είναι αρκετά έντονες. Οι αλλαγές αυτές, οφείλονται στις αναπροσαρμογές που πραγματοποιούνται στην Κοινή Αγροτική Πολιτική κάθε επτά χρόνια. Συγκεκριμένα για την Ελλάδα, ο δείκτης αποδοτικότητας ανέρχεται στο 94.9%, αρκετά πάνω από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Ο δείκτης αυτός πηγάζει από την υψηλή παραγωγική αξία που πετυχαίνουν τα προϊόντα της σε συνδυασμό με τους χαμηλούς ρύπους που εκλύει. Οι τιμές αυτές προέρχονται από την ηγετική θέση που κατέχει στην παραγωγή βαμβακιού (80% της ευρωπαϊκής παραγωγής), ενώ ταυτόχρονα η ποικιλομορφία κλιμάτων της χώρας της επιτρέπει να παράγει μία ευρεία γκάμα προϊόντων τόσο για εσωτερικές ανάγκες όσο και για εξαγωγές.

Η Π.Α.Δ. αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στην ανάλυση δεδομένων. Πέραν της χρήσης της για απόδοση ενός δείκτη αποδοτικότητας, μπορεί να υποδείξει και πιθανές βελτιστοποιήσεις (Niavis et al., 2017). Για την χρήση της είναι σημαντικό να παρουσιάζεται ομοιογένεια στις Μ.Α. κάτι εξαιρετικά δύσκολο στην περίπτωση χωρών. Έτσι συναντήθηκαν ελλιπή δεδομένα ή λανθασμένα δεδομένα όπου επηρεάζουν πολύ τις τελικές τιμές. Παράδειγμα αποτελούν τα δεδομένα των ρύπων για χώρες που εν τέλει αφαιρέθηκαν από την ανάλυση όπως η Κύπρος, Σλοβενία Σλοβακία, ενώ στην περίπτωση ελλιπών δεδομένων αφαιρέθηκε η χώρα Μάλτα. Παρόλο που έγινε χρήση μοντέλων προβλέψεων (Διπλή Εκθετική Εξομάλυνση) για να υπολογιστούν οι τιμές για τα δύο έτη 2020 και 2021, στην περίπτωση της Μάλτας δεν θα μπορούσε να γίνει η εφαρμογή τους καθώς η έλλειψη δεδομένων ήταν σε ενδιάμεσες χρονιές. Συνεπώς, προκύπτει το συμπέρασμα, πως υπάρχει επιτακτική ανάγκη για σωστή και προσεκτική καταγραφή δεδομένων στον πρωτογενή τομέα για να μπορέσουν να παραχθούν ικανοποιητικές αναλύσεις.

Αναφορικά με την έλλειψη δεδομένων, η έλλειψη καταγραφής δεδομένων για την άρδευση των καλλιεργειών και γενικότερα της χρήσης του ύδατος στον πρωτογενή τομέα αφαιρεί την ικανότητα απόδοσης μίας αποκρυσταλοποιημένης εικόνας της

βιωσιμότητας των παραγωγικών συστημάτων. Η ύπαρξη δεδομένων θα μπορούσε να αποτελέσει κόμβο για την άρδευση πληροφοριών τόσο για το συνολικό ποσοστό διαθέσιμου νερού που χρησιμοποιείται στον πρωτογενή τομέα, αλλά και τις μόλυνσης που μπορεί να πραγματοποιείται από την απόπλυση ευκίνητων λιπασμάτων (π.χ. νιτρικά). Δεύτερον, εμφανίζεται σημαντική έλλειψη δεδομένων για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα αλλά και για το πολλαπλασιαστικό υλικό. Τα διαθέσιμα δημόσια δεδομένα δεν είναι πολλά, ενώ παράλληλα διέπονται από ένα κλίμα αμφισβήτησης της εγκυρότητας τους. Για να μπορέσουν να παραχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα υπάρχει η ανάγκη για αύξηση της διαφάνειας των δεδομένων από τις εταιρίες παραγωγής. Ταυτόχρονα, υπάρχει ανάγκη για ακριβέστερη καταγραφή χρήσης αλλά και αποθήκευσης χημικών προϊόντων (λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών), η ενσωμάτωση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας θα μπορούσε να βοηθήσει πολύ σε αυτό το σκέλος.

Αναφορικά με τα δύο μοντέλα της ανάλυσης, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι διαφορές τους. Σε αρκετές περιπτώσεις χωρών όπως για παράδειγμα στην Σερβίας και της Εσθονίας το μοντέλο του CCR (CRS) παρουσιάζει μία πεσμένη τιμή, που αντικατοπτρίζει την χαμηλή τεχνολογική εξέλιξη στην παραγωγική διαδικασία, ενώ το μοντέλο BCC (VRS) παρουσιάζει υψηλότερες τιμές. Αυτό οφείλεται στον διαφορετικό τρόπο που λειτουργούν τα δύο μοντέλα. Ο συνολικός δείκτης αποδοτικότητας έρχεται και εξισορροπεί αυτές τις διαφορές και μπορεί να αποδώσει μία καλύτερη εικόνα της συνολικής αποδοτικότητας. Φυσικά, η χαμηλή τιμή στο μοντέλο CRS υποδηλώνει την ανάγκη για βελτιστοποίηση της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στον πρωτόγεννη τομέα αυτών των χωρών.

Τέλος, παρόλο που μέσω της χρήσης μεθόδων βελτιστοποίησης όπως η Π.Α.Δ. μπορούμε να αποκτήσουμε μία κατανόηση αναφορικά με το ποια κομμάτια ή χώρες της Ε.Ε. χρειάζονται να βελτιώσουν τα συστήματά τους, δεν μπορούν να προβλέψουν τις έντονες αλλαγές που προέρχονται από ακραία φαινόμενα όπως ο πόλεμος. Είναι αναμενόμενο με τις εδαφικές αλλαγές που πρόκειται να δημιουργηθούν, αλλά ταυτόχρονα και με την αλλαγή του κλίματος ασφάλειας, να δημιουργήσουν τιμές όπου διαφέρουν κατά πολύ από τις τιμές που προσέφερε η ανάλυση. Αυτό οφείλεται γιατί στην ανάλυση επιλέγεται το μέσο σενάριο και θεωρείται πως οι Μ.Α. είναι ομοιογενείς.

8. Βιβλιογραφία

- Aimran, A. N., & Afthanorhan, A. (2014). A comparison between single exponential smoothing (SES), double exponential smoothing (DES), holt's (brown) and adaptive response rate exponential smoothing (ARRES) techniques in forecasting Malaysia population. *Global Journal of Mathematical Analysis*, 2(4), 276. <https://doi.org/10.14419/gjma.v2i4.3253>
- Asmild, M., Paradi, J. C., Aggarwall, V., & Schaffnit, C. (2004). Combining DEA window analysis with the Malmquist index approach in a study of the Canadian banking industry. *Journal of Productivity Analysis*, 21(1), 67–89. <https://doi.org/10.1023/B:PROD.0000012453.91326.EC>
- Assefa, S., & Tadesse, S. (2019). The Principal Role of Organic Fertilizer on Soil Properties and Agricultural Productivity -A Review. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 22(2), 1–5. <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2019.22.556192>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. <Http://Dx.Doi.Org/10.1287/Mnsc.30.9.1078>, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/MNSC.30.9.1078>
- Benicio, J., & de Mello, J. C. S. (2015). Productivity analysis and variable returns of scale: DEA efficiency frontier interpretation. *Procedia Computer Science*, 55, 341–349. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2015.07.059>
- Bhar, R., & Malliaris, A. G. (2011). Oil prices and the impact of the financial crisis of 2007-2009. *Energy Economics*, 33(6), 1049–1054. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2011.01.016>
- Boussofiane, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 52(1), 1–15. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90331-O](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90331-O)
- Boyd, T., Docken, G., & Ruggiero, J. (2016). Outliers in data envelopment analysis. *Journal of Centrum Cathedra*, 9(2), 168–183. <https://doi.org/10.1108/JCC-09-2016-0010/FULL/PDF>
- Buckwell, A., Wachter, D., & Williams, E. (2020). *ABOUT THE RISE FOUNDATION RECOMMENDED CITATION.*
- Castillo, P., & Perpiña Castillo, C. (2021). *Source: Contact: Modelling agricultural land abandonment in the EU: where is most at risk? 562.*
- CBS. (2022, January 21). *Agricultural exports exceeded 100 billion euros in 2021.* <https://www.cbs.nl/en-gb/news/2022/03/agricultural-exports-exceeded-100-billion-euros-in-2021>
- CEOBS. (2020, June 4). *How does war damage the environment? - CEOBS.* <https://ceobs.org/how-does-war-damage-the-environment/>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Cook, W. D., Tone, K., & Zhu, J. (2014). Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *Omega (United Kingdom)*, 44, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2013.09.004>

- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data envelopment analysis: History, models, and interpretations. *International Series in Operations Research and Management Science*, 164, 1–39. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_1
- Emrouznejad, A., Anouze, A. L., & Thanassoulis, E. (2010). A semi-oriented radial measure for measuring the efficiency of decision making units with negative data, using DEA. *European Journal of Operational Research*, 200(1), 297–304. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2009.01.001>
- EPPO. (2022). *Databases of registered PPPs*. https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_protection_products/registered_products
- Essen, G. v. (2014). *ESA European Seed Association Breeding and seed production in the 21st century-challenges and expectations of the EU seed industry*.
- EU Commission. (2012). *Cotton Market situation Single CMO Management Committee*.
- EU Commission. (2015). *Approval of active substances*. https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/approval-active-substances_en
- EU Commission. (2016a). *39.xml*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:12016E039&from=en>
- EU Commission. (2016b). *Farms and farmland in the European Union - statistics - Statistics Explained*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics#The_evolution_of_farms_and_farmland_from_2005_to_2016
- EU Commission. (2017). *Maximum Residue Levels*. https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/maximum-residue-levels_el
- EU Commission. (2018a). *Agricultural land | Knowledge for policy*. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight/topic/aggravating-resource-scarcity/agricultural-land_en
- EU Commission. (2018b). *Agricultural Land Abandonment in the EU within 2015-2030*. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/publications/agricultural-land-abandonment-eu-within-2015-2030_en
- EU Commission. (2018c). *Agriculture and Rural Development ENSURING VIABLE FARM INCOME CAP SPECIFIC OBJECTIVES ...explained-Brief No 1*.
- EU Commission. (2018d). *EU authorisation processes of plant protection products from a scientific point of view Group of Chief Scientific Advisors : scientific opinion 5 (supported by SAPEA evidence review report No. 3) : Brussels, 4 June 2018*.
- EU Commission. (2019a). *EU AGRICULTURAL OUTLOOK*. <https://doi.org/10.2762/715>
- EU Commission. (2019b). *Fertilisers in the EU Prices, trade and use Contents*. http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/market-briefs/index_en.htm
- EU Commission. (2019c). *GMO legislation*. https://ec.europa.eu/food/plants/genetically-modified-organisms/gmo-legislation_en

- EU Commission. (2021a). *Agricultural production - crops - Statistics Explained*.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural_production_-_crops
- EU Commission. (2021b). *AGRICULTURE AND CLIMATE MITIGATION*.
- EU Commission. (2021c). *European Commission | Agri-food data portal | CAP Indicators*.
https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DataPortal/cmef_indicators.html
- EU Commission. (2021d). *Guide to statistics in European Commission development cooperation (Vol. 4)*.
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/13590377/KS-GQ-21-015-EN-N.pdf/4b72c01a-8848-f541-f31f-6f4eae4d3559?t=1634655682979>
- EU Commission. (2021e). *Performance of the agricultural sector - Statistics Explained*.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Performance_of_the_agricultural_sector#Value_of_agricultural_output
- EU Commission. (2021f). *Pesticides*.
https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides_el
- EU Commission. (2022a). *European Commission | Agri-food data portal | Agricultural markets / Rice*.
<https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DataPortal/rice.html>
- EU Commission. (2022b). *Farm to Fork Strategy*.
https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en
- EU Commission. (2022c). *From where do we import energy?*
<https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html>
- EU Commission. (2022d). *Natural gas price statistics - Statistics Explained*.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Natural_gas_price_statistics#Natural_gas_prices_for_non-household_consumers
- EU Commission. (2022e). *PAFF committees*.
https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/committees/paff-committees_en
- EU Commission. (2022f). *Plant reproductive material*.
https://ec.europa.eu/food/plants/plant-reproductive-material_en
- European Chemical Agency. (2021). *Chemicals Strategy for Sustainability - ECHA*.
<https://echa.europa.eu/hot-topics/chemicals-strategy-for-sustainability>
- European Environmental Agency. (2021). *EU achieves 20-20-20 climate targets, 55 % emissions cut by 2030 reachable with more efforts and policies — European Environment Agency*.
<https://www.eea.europa.eu/highlights/eu-achieves-20-20-20>
- Eurostat. (2021). *Agricultural land prices: huge variation across the EU - Products Eurostat News - Eurostat*.
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211130-2>
- FAO. (2014). *CONCENTRATION OF MARKET POWER IN THE EU SEED MARKET*.
<http://apps3.fao.org/wiews/docs/SWRFULL2.PDF>

- FAO. (2015). *Agricultural land in Europe* | FAO. <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/357469/>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ferrari, S., & Zanotto, V. (2021). *EU Countries*. 1–12.
- Frezal, C. (2020). New Digital Technologies to Tackle Trade in Illegal Pesticides. *OECD Trade and Environment Working Papers 2020/02*. <https://dx.doi.org/10.1787/9383b310-enOECEBLOCKCHAINPOLICYSERIES>
- Gernaat, D. E. H. J., de Boer, H. S., Daioglou, V., Yalew, S. G., Müller, C., & van Vuuren, D. P. (2021). Climate change impacts on renewable energy supply. *Nature Climate Change* 2021 11:2, 11(2), 119–125. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00949-9>
- Grantina-levina, L., levina, B., Evelone, V., Berga, S., Kovalcuka, L., Bergspica, I., Jakovele, A., Malisevs, A., Valcina, O., Rodze, I., & Rostoks, N. (2019). Potential risk evaluation for unintended entry of genetically modified plant Propagating material in Europe through import of seeds and animal feed – the experience of Latvia. <https://doi.org/10.1080/21645698.2019.1638721>, 10(3), 159–169. <https://doi.org/10.1080/21645698.2019.1638721>
- Greenmatch. (2021). *GHG Emissions by EU Country [Interactive Map]* | GreenMatch. <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2019/10/greenhouse-gas-emissions-by-country>
- Halkos, G., & Petrou, K. N. (2019). Treating undesirable outputs in DEA: A critical review. *Economic Analysis and Policy*, 62, 97–104. <https://doi.org/10.1016/J.EAP.2019.01.005>
- Hendrickson, J. A., Hu, C., Aitken, S. L., & Beyda, N. (2019). Antifungal Resistance: a Concerning Trend for the Present and Future. *Current Infectious Disease Reports*, 21(12). <https://doi.org/10.1007/s11908-019-0702-9>
- Hilbeck, A., Lebrecht, T., Vogel, R., Heinemann, J. A., & Binimelis, R. (2013). Farmer’s choice of seeds in four EU countries under different levels of GM crop adoption. *Environmental Sciences Europe*, 25(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-25-12/TABLES/2>
- Ilyas, H. M. A., Safa, M., Bailey, A., Rauf, S., & Khan, A. (2020). Energy efficiency outlook of New Zealand dairy farming systems: An application of data envelopment analysis (DEA) approach. *Energies*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/en13010251>
- International Energy Agency. (2022). *10 Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas*. <https://www.iea.org/en/press-releases/2022/04/10-point-plan-to-reduce-the-european-unions-reliance-on-russian-natural-gas>
- Jia, T., & Yuan, H. (2017). The application of DEA (Data Envelopment Analysis) window analysis in the assessment of influence on operational efficiencies after the establishment of branched hospitals. *BMC Health Services Research*, 17(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2203-6/TABLES/7>
- Kao, C., & Liu, S.-T. (2011). Scale Efficiency Measurement in Data Envelopment Analysis with Interval Data: A Two-Level Programming Approach. *Journal of CENTRUM Cathedra: The Business and Economics Research Journal*, 4(2), 224–235. <https://doi.org/10.7835/JCC-BERJ-2011-0060>

- Kim, T. hoon, Solanki, V. S., Baraiya, H. J., Mitra, A., Shah, H., & Roy, S. (2020). A smart, sensible agriculture system using the exponential moving average model. *Symmetry*, *12*(3), 1–15. <https://doi.org/10.3390/sym12030457>
- Kyrgiakos, L. S., Vlontzos, G., & Pardalos, P. M. (2021). Ranking eu agricultural sectors under the prism of alternative widths on window dea. *Energies*, *14*(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/en14041021>
- Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., & Okem, A. (2022). *Climate Change 2022 Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. www.ipcc.ch
- Leetmaa, S. A. C. K. D. (2004). *The EU and United States Are Large Agricultural Producers*.
- Lin, S., Sun, J., Marinova, D., & Zhao, D. (2018). Evaluation of the green technology innovation efficiency of China's manufacturing industries: DEA window analysis with ideal window width. *Technology Analysis and Strategic Management*, *30*(10), 1166–1181. <https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1457784>
- Lupu, G.-V. (2019). THE BENCHMARKING OF AGRICULTURAL PRODUCTION AND LABOR IN AGRICULTURE IN THE EUROPEAN PLAN. In *Lucrări Științifice-vol* (Vol. 62, Issue 1).
- Maes, W. H., & Steppe, K. (2019). Perspectives for Remote Sensing with Unmanned Aerial Vehicles in Precision Agriculture. *Trends in Plant Science*, *24*(2), 152–164. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.11.007>
- Martinho, V. J. P. D. (2016). Energy consumption across European Union farms: Efficiency in terms of farming output and utilized agricultural area. *Energy*, *103*, 543–556. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.03.017>
- Mielcarek-bocheńska, P., & Rzeźnik, W. (2021). Greenhouse gas emissions from agriculture in eu countries—state and perspectives. *Atmosphere*, *12*(11). <https://doi.org/10.3390/atmos12111396>
- Mikula, K., Izydorczyk, G., Skrzypczak, D., Mironiuk, M., Moustakas, K., Witek-Krowiak, A., & Chojnacka, K. (2020). Controlled release micronutrient fertilizers for precision agriculture – A review. *Science of the Total Environment*, *712*, 136365. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.136365>
- Minitab. (2019). *Methods and formulas for Double Exponential Smoothing - Minitab Express*. 2–5. <https://support.minitab.com/en-us/minitab-express/1/help-and-how-to/modeling-statistics/time-series/how-to/double-exponential-smoothing/methods-and-formulas/methods-and-formulas/>
- Minitab. (2022). About Us | Minitab. *Www.Minitab.Com*. <https://www.minitab.com/en-us/about-us/>
- Mogili, U. R., & Deepak, B. B. V. L. (2018). Review on Application of Drone Systems in Precision Agriculture. *Procedia Computer Science*, *133*, 502–509. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2018.07.063>
- Niavis, S., Tamvakis, N., Manos, B., & Vlontzos, G. (2017). *A DEA Model toward Efficiency Assessment of Olive 2 Oil Cultivation 3*. <https://doi.org/10.20944/preprints201801.0048.v1>

- Osborne, J. W., & Overbay, A. (2004). The power of outliers (and why researchers should ALWAYS check for them). *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 9(6). <https://doi.org/10.7275/qf69-7k43>
- Ospanova, A., Thanekar, K. D., Mahajan, S. M., Ninawe, P. S., Mohadikar, K. N., Akare, G. N., & Khadatkar, G. v. (2022). Analytical Study of Reuse of Treated Grey Water in Hydroponic Farming. *Article in International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2022.1104090>
- Ozcan, Y. A. (2008). *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation*. 120. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-75448-2>
- Popescu, A., Tindeche, C., Marcuță, A., Marcuță, L., Honțuș, A., & Angelescu, C. (2021). LABOR FORCE IN THE EUROPEAN UNION AGRICULTURE-TRAITS AND TENDENCIES. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21, 2021.
- Prado, J., Ribeiro, H., Alvarenga, P., & Fangueiro, D. (2022). A step towards the production of manure-based fertilizers: Disclosing the effects of animal species and slurry treatment on their nutrients content and availability. *Journal of Cleaner Production*, 337. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.130369>
- Ragonnaud, G. (2013). *DIRECTORATE-GENERAL FOR INTERNAL POLICIES POLICY DEPARTMENT B: STRUCTURAL AND COHESION POLICIES AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT THE EU SEED AND PLANT REPRODUCTIVE MATERIAL MARKET IN PERSPECTIVE: A FOCUS ON COMPANIES AND MARKET SHARES NOTE*.
- Rashmi, I., Roy, T., Kartika, K. S., Pal, R., Coumar, V., Kala, S., & Shinoji, K. C. (2020). Organic and inorganic fertilizer contaminants in agriculture: Impact on soil and water resources. *Contaminants in Agriculture: Sources, Impacts and Management*, 3–41. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41552-5_1
- Rokicki, T., Koszela, G., Ochnio, L., Golonko, M., Żak, A., Szczepaniuk, E. K., Szczepaniuk, H., & Perkowska, A. (2022). *Rocznik Ochrona Środowiska Greenhouse Gas Emissions by Agriculture in EU Countries*.
- Science Direct. (2022). *Kyoto Protocol - an overview | ScienceDirect Topics*. <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/kyoto-protocol>
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1998). On alternative optimal solutions in the estimation of returns to scale in DEA. *European Journal of Operational Research*, 108(1), 149–152. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00378-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00378-0)
- Sponsler, D. B., Grozinger, C. M., Hitaj, C., Rundlöf, M., Botías, C., Code, A., Lonsdorf, E. v., Melathopoulos, A. P., Smith, D. J., Suryanarayanan, S., Thogmartin, W. E., Williams, N. M., Zhang, M., & Douglas, M. R. (2019). Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. *Science of the Total Environment*, 662, 1012–1027. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.016>
- Streimikis, J., Miao, Z., & Balezentis, T. (2021). Creation of climate-smart and energy-efficient agriculture in the European Union: Pathways based on the frontier analysis. *Business Strategy and the Environment*, 30(1), 576–589. <https://doi.org/10.1002/bse.2640>

- Thyago Nepomuceno, W. S. (2022). *CCR Model (DEA) | Encyclopedia MDPI*. <https://encyclopedia.pub/entry/7787>
- Tone, K. (2005). Malmquist Productivity Index. *Handbook on Data Envelopment Analysis*, 203–227. https://doi.org/10.1007/1-4020-7798-X_8
- Tone, K. (2011). Slacks-Based measure of efficiency. *International Series in Operations Research and Management Science*, 164, 195–209. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_8
- Tulkens, H., & vanden Eeckaut, P. (1995). Non-parametric efficiency, progress and regress measures for panel data: Methodological aspects. *European Journal of Operational Research*, 80(3), 474–499. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)00132-V](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)00132-V)
- Turpin, G., & Agroecology, M. S. (2018). *Decentralization and liberalization of seeds and plant genetic resources regulations in Europe: A Danish case study*.
- UNA-UK. (2019). *At a glance - Sustainable Goals*. <https://www.sustainablegoals.org.uk/2019-2/at-a-glance/>
- UNFCCC. (2022). *Emissions Trading | UNFCCC*. <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/emissions-trading>
- USDA. (2020). *USDA ERS - Climate Change*. <https://www.ers.usda.gov/topics/natural-resources-environment/climate-change/>
- Vlontzos, G., Niavis, S., & Manos, B. (2014). A DEA approach for estimating the agricultural energy and environmental efficiency of EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40(2014), 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.153>
- Vlontzos, G., & Pardalos, P. M. (2017). Assess and prognosticate green house gas emissions from agricultural production of EU countries, by implementing, DEA Window analysis and artificial neural networks. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 76, pp. 155–162). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.054>
- World Population Review. (2022a). *Poorest Countries in Europe 2022*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/poorest-countries-in-europe>
- World Population Review. (2022b). *Richest European Countries 2022*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/richest-european-countries>
- Wu, H., Du, S., Liang, L., & Zhou, Y. (2013). A DEA-based approach for fair reduction and reallocation of emission permits. *Mathematical and Computer Modelling*, 58(5–6), 1095–1101. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2012.03.008>
- Zentelis, R., & Lindenmayer, D. (2015). Bombing for Biodiversity-Enhancing Conservation Values of Military Training Areas. *Conservation Letters*, 8(4), 299–305. <https://doi.org/10.1111/CONL.12155>

9. Παράρτημα

Πίνακας 2: Τιμές μοντέλου CRS 2009-2015

Κωδικός Χώρας	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AT	0,84	0,70	0,92	0,82	0,73	0,71	0,73
BE	0,81	0,91	0,89	1,00	0,97	0,90	0,95
BG	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93
HR	0,72	0,70	0,70	0,75	0,70	0,52	0,50
DK	0,76	0,87	0,95	1,00	0,94	0,97	1,00
EE	1,00	0,69	0,96	0,97	0,88	0,80	0,88
FI	0,50	0,53	0,63	0,68	0,67	0,56	0,59
FR	0,94	0,94	0,95	1,00	0,97	0,95	0,96
DE	1,00	0,85	0,95	1,00	1,00	0,98	0,91
EL	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00
HU	0,58	0,62	0,80	0,73	0,75	0,75	0,74
IE	0,70	0,91	0,89	0,88	0,93	0,74	0,70
IT	0,84	0,85	0,91	0,92	1,00	0,94	1,00
LV	0,72	0,88	0,84	0,97	0,88	0,86	0,99
LT	0,67	0,73	0,88	1,00	0,96	0,86	0,99
LU	1,00	1,00	0,92	0,99	0,99	1,00	0,93
NL	0,91	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	1,00
PL	0,75	0,86	1,00	1,00	0,97	0,95	0,84
PT	0,86	0,98	0,95	0,93	0,99	0,90	1,00
RO	1,00	0,95	1,00	0,88	1,00	1,00	0,95
ES	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,95	0,95
SE	0,65	0,73	0,82	0,93	0,83	0,83	0,85
UK	0,58	0,61	0,73	0,75	0,75	0,75	0,75
EU-23	0,81	0,84	0,90	0,92	0,91	0,86	0,88

Πίνακας 3: Τιμές μοντέλου CRS 2016-2021

2016	2017	2018	2019	2020	2021	Συνολικό CRS Χώρας
0,71	0,66	0,64	0,58	0,47	0,47	0,70
0,95	0,94	0,96	1,00	0,96	0,97	0,95
0,82	0,80	0,79	0,72	0,59	0,62	0,88

0,55	0,42	0,45	0,41	0,28	0,27	0,55
0,87	0,97	0,95	0,96	0,98	1,00	0,95
0,57	0,55	0,46	0,58	0,46	0,48	0,72
0,53	0,48	0,51	0,59	0,62	0,74	0,58
0,88	0,89	0,97	0,93	0,94	0,95	0,94
0,91	0,92	0,80	0,94	0,94	1,00	0,93
0,90	0,84	0,81	0,75	0,62	0,62	0,91
0,70	0,59	0,55	0,49	0,34	0,35	0,66
0,60	0,45	0,52	0,37	0,27	0,26	0,66
0,88	0,80	0,77	0,67	0,52	0,52	0,86
0,81	0,76	0,63	0,71	0,56	0,56	0,82
0,82	0,77	0,69	0,70	0,59	0,64	0,83
0,98	0,90	0,97	0,99	1,00	1,00	0,97
1,00	1,00	0,99	1,00	0,97	1,00	0,99
0,89	0,82	0,73	0,69	0,23	0,23	0,83
0,81	0,74	0,71	0,59	1,00	1,00	0,87
0,90	0,83	0,86	0,83	0,08	0,07	0,87
0,92	0,83	0,83	0,75	1,00	1,00	0,93
0,77	0,78	0,70	0,73	0,73	0,69	0,79
0,62	0,64	0,61	0,64	0,63	0,63	0,68
0,80	0,76	0,73	0,72	0,64	0,66	0,82

Πίνακας 4: Τιμές μοντέλου VRS 2009-2015

Κωδικός Χώρας	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AT	1,00	0,97	1,00	0,97	0,92	0,86	0,90
BE	0,85	0,91	0,91	1,00	0,97	0,92	0,96
BG	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97
HR	0,77	0,77	0,76	0,80	0,71	0,55	0,58
DK	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
EE	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FI	0,67	0,69	0,75	0,79	0,79	0,74	0,80
FR	1,00	0,97	0,97	1,00	0,99	0,97	0,98
DE	1,00	0,87	0,96	1,00	1,00	0,98	0,93
EL	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
HU	0,84	0,79	0,83	0,80	0,76	0,77	0,75
IE	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98
IT	0,91	0,90	0,94	0,94	1,00	0,95	1,00
LV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
LT	0,87	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00

LU	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,98
NL	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	1,00
PL	0,84	0,88	1,00	1,00	0,98	0,96	0,86
PT	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	1,00
RO	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ES	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
SE	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UK	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
EU-23	0,94	0,94	0,96	0,97	0,96	0,94	0,94

Πίνακας 5: Τιμές μοντέλου VRS 2016-2021

2016	2017	2018	2019	2020	2021	Συνολικό VRS κάθε χώρας
0,82	0,83	0,79	0,72	0,60	0,60	0,86
0,96	0,95	0,97	1,00	0,96	0,98	0,95
0,94	0,98	0,99	1,00	0,64	0,66	0,96
0,83	0,52	0,53	0,51	1,00	1,00	0,68
0,95	0,97	0,95	0,96	0,99	1,00	0,98
0,94	0,87	0,80	0,83	1,00	1,00	0,95
0,76	0,68	0,70	0,73	0,62	0,75	0,74
0,91	0,91	0,97	0,94	0,99	1,00	0,96
0,92	0,92	0,82	0,94	0,97	1,00	0,94
0,93	0,88	0,85	0,80	1,00	1,00	0,95
0,75	0,67	0,65	0,62	0,53	0,53	0,73
0,95	0,87	0,90	0,82	0,83	0,80	0,94
0,89	0,82	0,79	0,72	1,00	1,00	0,91
1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	1,00
0,97	0,95	0,96	0,96	0,94	0,96	0,97
1,00	0,96	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99
1,00	1,00	0,99	1,00	0,98	1,00	0,99
0,99	1,00	0,96	0,98	0,81	0,81	0,95
0,90	0,83	0,80	0,71	1,00	1,00	0,93
0,99	0,95	0,99	1,00	1,00	0,97	0,99
0,95	0,87	0,87	0,81	1,00	1,00	0,95
0,95	0,93	0,91	0,91	0,85	0,83	0,96
0,94	0,89	0,86	0,84	0,78	0,78	0,94
0,92	0,88	0,87	0,86	0,89	0,90	0,92

Πίνακας 6: Τιμές Scale Efficiency 2009-2015

Κωδικός Χώρας	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AT	0,84	0,72	0,92	0,85	0,79	0,82	0,82
BE	0,95	1,00	0,97	1,00	1,00	0,99	1,00
BG	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95
HR	0,94	0,92	0,93	0,94	0,98	0,94	0,86
DK	0,78	0,87	0,95	1,00	0,94	0,97	1,00
EE	1,00	0,69	0,96	0,97	0,88	0,80	0,88
FI	0,74	0,76	0,83	0,86	0,84	0,75	0,74
FR	0,94	0,97	0,99	1,00	0,98	0,98	0,98
DE	1,00	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,97
EL	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00
HU	0,70	0,79	0,97	0,92	0,98	0,98	0,98
IE	0,70	0,91	0,89	0,88	0,93	0,74	0,71
IT	0,93	0,94	0,97	0,97	1,00	0,98	1,00
LV	0,72	0,88	0,84	0,97	0,88	0,86	0,99
LT	0,78	0,75	0,91	1,00	0,96	0,86	0,99
LU	1,00	1,00	0,95	1,00	0,99	1,00	0,95
NL	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PL	0,88	0,98	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97
PT	0,86	0,98	0,95	0,94	0,99	0,96	1,00
RO	1,00	0,95	1,00	0,88	1,00	1,00	0,95
ES	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,96	0,96
SE	0,65	0,74	0,82	0,93	0,83	0,83	0,85
UK	0,58	0,61	0,73	0,75	0,75	0,75	0,75
EU-23	0,86	0,89	0,94	0,95	0,94	0,92	0,93

Πίνακας 7: Τιμές Scale Efficiency 2016-2021

2016	2017	2018	2019	2020	2021	Συνολικό Scale Efficiency κάθε χώρας
0,87	0,79	0,80	0,81	0,78	0,77	0,82
0,98	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99
0,87	0,82	0,79	0,72	0,93	0,94	0,92
0,67	0,80	0,83	0,80	0,28	0,27	0,82
0,92	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	0,97
0,61	0,63	0,59	0,70	0,46	0,48	0,75
0,70	0,71	0,73	0,80	1,00	0,99	0,78
0,96	0,98	1,00	0,99	0,95	0,95	0,98
0,98	0,99	0,97	0,99	0,98	1,00	0,99
0,96	0,94	0,94	0,93	0,62	0,62	0,95
0,92	0,85	0,82	0,76	0,65	0,65	0,89

0,62	0,49	0,55	0,44	0,33	0,33	0,68
0,98	0,97	0,97	0,93	0,52	0,52	0,94
0,81	0,76	0,64	0,72	0,56	0,56	0,82
0,84	0,81	0,72	0,73	0,63	0,66	0,85
0,98	0,94	0,98	0,99	1,00	1,00	0,98
1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00
0,90	0,82	0,76	0,71	0,28	0,29	0,87
0,87	0,86	0,86	0,79	1,00	1,00	0,92
0,91	0,87	0,87	0,83	0,08	0,08	0,87
0,97	0,95	0,95	0,91	1,00	1,00	0,97
0,81	0,84	0,76	0,80	0,86	0,83	0,83
0,67	0,72	0,72	0,77	0,81	0,82	0,73
0,86	0,85	0,84	0,83	0,73	0,73	0,88

Πίνακας 8: Παράδειγμα παραθύρου Α (2009-2013)

Κωδικός χώρας	2009	2010	2011	2012	2013	Μέσος όρος Παραθύρου
AT	0,84	0,74	0,94	0,87	0,83	0,84
BE	0,95	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98
BG	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,99
HR	0,94	0,91	0,89	0,90	0,96	0,92
DK	0,78	0,87	0,95	1,00	0,95	0,91
EE	1,00	0,66	0,87	0,92	0,78	0,84
FI	0,74	0,77	0,83	0,85	0,86	0,81
FR	0,94	0,97	0,99	1,00	0,98	0,97
DE	1,00	0,96	0,99	1,00	1,00	0,99
EL	0,94	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99
HU	0,70	0,79	0,98	0,95	1,00	0,88
IE	0,70	0,91	0,89	0,87	0,91	0,86
IT	0,93	0,94	0,97	0,97	1,00	0,96
LV	0,72	0,76	0,78	0,94	0,81	0,80
LT	0,78	0,75	0,90	1,00	0,95	0,88
LU	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	0,99
NL	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98
PL	0,88	0,97	1,00	1,00	0,99	0,97
PT	0,86	0,98	0,94	0,94	0,98	0,94
RO	1,00	0,96	1,00	0,88	1,00	0,97
ES	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99
SE	0,65	0,74	0,83	0,94	0,84	0,80
UK	0,58	0,61	0,73	0,76	0,75	0,69
EU-23	0,86	0,88	0,93	0,95	0,94	0,91

Πίνακας 9: Απεικόνιση του διαμαντιού της Π.Α.Δ.

Κωδικός Χώρας	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Γενικό Άθροισμα
AT	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
BE	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
BG	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
HR	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
DK	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
EE	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
FI	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
FR	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
DE	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
EL	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
HU	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
IE	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
IT	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
LV	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
LT	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
LU	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
NL	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
PL	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
PT	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
RO	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
ES	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
SE	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
UK	1	2	3	4	5	5	5	5	5	4	3	2	1	45
EU-23	23	46	69	92	115	115	115	115	115	92	69	46	23	1035

Πίνακας 10: Τιμές και των τριών μοντέλων για κάθε κράτος μέλος της EU-23

Κωδικός χώρας	CRS	VRS	Scale Eff
AT	0,70	0,86	0,82
BE	0,95	0,95	0,99
BG	0,88	0,96	0,92
HR	0,55	0,68	0,82
DK	0,95	0,98	0,97
EE	0,72	0,95	0,75
FI	0,58	0,74	0,78
FR	0,94	0,96	0,98
DE	0,93	0,94	0,99
EL	0,91	0,95	0,95
HU	0,66	0,73	0,89

IE	0,66	0,94	0,68
IT	0,86	0,91	0,94
LV	0,82	1,00	0,82
LT	0,83	0,97	0,85
LU	0,97	0,99	0,98
NL	0,99	0,99	1,00
PL	0,83	0,95	0,87
PT	0,87	0,93	0,92
RO	0,87	0,99	0,87
ES	0,93	0,95	0,97
SE	0,79	0,96	0,83
UK	0,68	0,94	0,73
EU-23	0,82	0,92	0,88