



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ
ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ Π.Ε. ΓΡΕΒΕΝΩΝ**

Βασίλειος Καλαμπόκης

Επιβλέπων: Βασίλειος Μαχαιράς

Άρτα, Ιούνιος, 2022

**INVESTIGATION OF PLANT GROWTH MODELS FOR THE
SIMULATION OF YIELD AND PLANT GROWTH OF WHEAT AND
BARLEY IN THE REGION OF GREVENA**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα, 01/07/2022

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής
Βασίλειος Μαχαιράς

2. Μέλος επιτροπής
Δημήτριος Κύρκας

3. Μέλος επιτροπής
Νικόλαος Μάντζος

© Καλαμπόκης, Βασίλειος, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Καλαμπόκης, Βασίλειος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή κ. Μαχαιρά Βασίλειο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην εκπόνηση της, αλλά και την πολύτιμη καθοδήγηση και υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια αυτής.

Επίσης, θέλω από τα βάθη της καρδιάς μου να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου Έφη, για την ανεκτίμητη στήριξή της, τόσο στην παρούσα εργασία, όσο και στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας με τίτλο «διερεύνηση μοντέλων ανάπτυξης φυτών για την προσομοίωση απόδοσης και ανάπτυξης σιταριού και κριθαριού στην Περιοχή της Π.Ε. Γρεβενών» είναι αρχικά να διερευνηθούν και να παρουσιαστούν τα διαθέσιμα εργαλεία προσομοίωσης καλλιεργειών και έπειτα να γίνει εφαρμογή σε περιπτώσεις χρήσης. Από τα διαθέσιμα εργαλεία επιλέχθηκε το λογισμικό APSIM, διότι είναι ανοιχτού κώδικα και παρέχει ευκαιρίες για μελλοντική χρήση με άλλες τεχνολογίες αυτοματοποίησης των διαδικασιών ανάλυσης. Ως περιπτώσεις χρήσης επιλέχθηκαν καλλιέργειες κριθαριού και σιταριού με δεδομένα της περιοχής των Γρεβενών. Τα κλιματικά δεδομένα λήφθηκαν από διαδικτυακή εφαρμογή για πολλά έτη. Για τα εδαφολογικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν υπάρχουσες μετρήσεις από παραγωγό των Γρεβενών και δοκιμάστηκαν και εναλλακτικά σενάρια. Για τη διαχείριση των καλλιεργειών και τις εισροές στους αγρούς δοκιμάστηκαν διάφορες εκδοχές, οι οποίες προέκυψαν από δομημένες συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια παραγωγών με μεγάλες εκτάσεις στα Γρεβενά. Έπειτα πραγματοποιήθηκαν διάφορα σενάρια προσομοίωσης για να απαντηθούν ερωτήματα του πως επηρεάζεται η απόδοση μιας καλλιέργειας και εξάχθηκαν συμπεράσματα.

Πραγματοποιώντας διάφορα σενάρια στο APSIM ο χρήστης μπορεί να αποκτήσει καλύτερη εποπτεία διαχείρισης της γεωργικής εκμετάλλευσης παίρνοντας τις βέλτιστες αποφάσεις για κάθε καλλιέργεια, να εκτιμήσει το ρίσκο σε κάθε περίπτωση και να γίνει εκτίμηση των οικονομικών στοιχείων της κάθε καλλιέργειας - ποικιλίας.

Η προσομοίωση μοντέλων καλλιεργειών (crop modeling) μπορεί να πετύχει μεγαλύτερη ακρίβεια με ρύθμιση (calibration) της κάθε ποικιλίας με δεδομένα, όπως φαινολογικά (phenological), απόδοσης και βιομάζας, γενετικές παραμέτρους που βασίζονται σε παρατήρηση στο χωράφι (field observation). Η προσθήκη περισσότερων μοντέλων καλλιέργειας, η δημιουργία βιβλιοθηκών με μετεωρολογικά και εδαφικά δεδομένα, η βελτίωση οδηγιών εκμάθησης της χρήσης λογισμικού APSIM και η αναλυτικότερη περιγραφή των μηνυμάτων του λογισμικού θα είχε ως αποτέλεσμα τη γρηγορότερη εκμάθηση του λογισμικού και τη δυνατότητα εξέτασης περισσότερων εναλλακτικών σεναρίων προσομοίωσης καλλιεργειών κάτι που θα βοηθούσε στην ορθότερη λήψη αποφάσεων διαχείρισης της εκμετάλλευσης.

Τα προγράμματα προσομοίωσης καλλιεργειών μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην γεωργία. Μέσω αυτών μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια η απόδοση των καλλιεργειών πριν από τη συγκομιδή. Επιτρέπει τη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη απόδοση των καλλιεργειών με το μικρότερο δυνατό ρίσκο.

Λέξεις-κλειδιά: λογισμικά προσομοίωσης καλλιέργειών, apsim, απόδοση

ABSTRACT

The purpose of this thesis with title "investigation of plant growth models for the simulation of yield and plant growth of wheat and barley in the region of Grevena" is to initially investigate and present the available crop simulation tools and then to apply in cases of use. Of the available tools, APSIM software was chosen because it is open source and provides future use with other technologies for automating analysis processes. Barley and wheat crops were selected as use cases with data from the Grevena region. Climate data was downloaded from a web application for many years. For the soil data, existing measurements from Grevena derivatives were used and alternative scenarios were also tested. For crop management and field inputs, various versions were tested, which resulted from structured interviews and questionnaires of farmers with large areas in Grevena. Various simulation scenarios were then carried out to answer questions of how the yield of a crop is affected and conclusions were drawn. By running various scenarios in APSIM the user can obtain a better management supervision of the agricultural holding by making the best decisions for each crop, assess the risk in each case and make an assessment of the economic data of each crop - variety.

Crop modeling can achieve greater accuracy by calibrating each variety with data such as phenological, yield and biomass, genetic parameters based on field observation. Adding more crop models, creating libraries of meteorological and soil data, improving the APSIM software learning instructions, and explaining the software messages in more detail would result in a faster learning of the software and the ability to consider more alternative crop simulation scenarios. which would help to make better farm management decisions.

Crop simulation programs can play an important role in agriculture. Through these, crop yield can be accurately assessed before harvest. It enables management decisions to be made to ensure maximum crop yield with the least possible risk.

Keywords: crop grow models, apsim , yield

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	14
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	15
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	17
1 Συγκέντρωση πληροφοριών ως προς τις τυπικές καλλιέργειες της Π.Ε. Γρεβενών	18
1.1 Εισαγωγή	18
1.2 Γεωγραφικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά	19
1.3 Κύριες καλλιέργειες στον νομό Γρεβενών	19
1.4 Λοιπές καλλιέργειες.....	22
2 Συγκέντρωση πληροφοριών ως προς τα διαθέσιμα λογισμικά εργαλεία προσομοίωσης καλλιεργειών.....	24
2.1 Εισαγωγή	24
2.2 DSSAT.....	24
2.3 APSIM	26
2.4 WOFOST	28
2.5 EPIC.....	30
2.6 AquaCrop.....	32
2.7 Λοιπά μοντέλα	33
3 Βιβλιογραφική επισκόπηση ερευνητικών εργασιών σε θέματα εκτίμησης της απόδοσης καλλιεργειών και διαχείρισης γεωργικών εκμεταλλεύσεων σε αντίστοιχες καλλιέργειες.....	36
3.1 Βασικά μοντέλα ανάπτυξης καλλιεργειών (crop growth models).....	36

3.2	Απαραίτητα δεδομένα για την προσομοίωση μοντέλου καλλιέργειας.....	37
3.2.1	Μετεωρολογικά δεδομένα.....	37
3.2.2	Δεδομένα εδάφους.....	38
3.2.3	Δεδομένα διαχείρισης καλλιέργειας.....	38
3.3	Ρύθμιση και επαλήθευση μοντέλου (Model Calibration and Verification).....	38
3.3.1	Ρύθμιση (Model Calibration)	38
3.3.2	Επαλήθευση μοντέλου (Model Verification)	39
3.4	Σύγκριση 11 μοντέλων προσομοίωσης καλλιεργειών στην πρόβλεψη απόδοσης ...	39
4	Ανάλυση της μεθοδολογίας του Apsim.....	43
4.1	Εισαγωγή	43
4.2	Διεπαφή χρήστη (User Interface)	43
4.2.1	Το δέντρο ελέγχου προσομοίωσης (Simulation Tree).....	43
4.2.2	Προσθήκη στοιχείων σε προσομοίωση	44
4.3	Είδη φυτών που προσομοιώνονται από το APSIM	45
4.4	Δημιουργία προσομοίωσης.....	45
4.4.1	Μετεωρολογικά δεδομένα (Met component)	46
4.4.2	Ρολόι –Χρονικό διάστημα (Clock).....	48
4.4.3	Έδαφος (Soil)	49
4.4.4	Γραφήματα	63
4.4.5	Ταυτόχρονες –πολλαπλές προσομοιώσεις (multiple simulations).....	65
4.4.6	summaryfile	67
5	Προσομοίωση καλλιεργειών της περιοχής των Γρεβενών με δεδομένα της περιοχής με χρήση του APSIM	69
5.1	Καλλιέργειες του APSIM που συναντάμε στη περιοχή των Γρεβενών	69
5.2	Συνεντεύξεις - Ερωτηματολόγια.....	69
5.3	Μετεωρολογικά δεδομένα στη περιοχή των Γρεβενών.....	70
5.4	Εδαφικά δεδομένα από αναλύσεις στη περιοχή των Γρεβενών	72

5.5	Προσομοίωση της καλλιέργειας Σιταριού (Wheat).....	74
5.5.1	Κλιματικά δεδομένα	74
5.5.2	Ορισμός διαστήματος προσομοίωσης	74
5.5.3	Υπολείμματα προηγούμενης καλλιέργειας	74
5.5.4	Εισαγωγή του Wheat.xml.....	74
5.5.5	Στοιχείο Soil	75
5.5.6	Στοιχείο Analysis.....	76
5.5.7	Δεδομένα διαχείρισης (Manager Folder)	76
5.6	Σενάρια προσομοίωσης καλλιέργειας Σιταριού	77
5.6.1	Αποδόσεις διαφορετικών ποικιλιών σιταριού	78
5.6.2	Αποδόσεις σιταριού με διαφορετική λίπανση	79
5.6.3	Αποδόσεις σιταριού σε σχέση με εποχή σποράς.....	80
5.6.4	Αποδόσεις με σπορά συγκεκριμένης ημερομηνίας σε σχέση με συνθήκη	81
5.7	Προσομοίωση της καλλιέργειας Κριθαριού (Barley).....	82
5.7.1	Αποδόσεις διαφορετικών ποικιλιών κριθαριού	83
5.7.2	Αποδόσεις κριθαριού με διαφορετική λίπανση	84
5.7.3	Αποδόσεις κριθαριού σε σχέση με εποχή σποράς.....	85
5.8	Κλιματική αλλαγή και APSIM	86
6	Συμπεράσματα.....	90
7	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	93
7.1	ΑΡΧΕΙΟ ΕΞΟΔΟΥ (OUTPUT FILE).....	93
7.2	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 1ο	100
7.3	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 2ο	104
7.4	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 3ο	108
7.5	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 4ο	111
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	114

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Οι αγροτικές καλλιέργειες στον νομό Γρεβενών τόσο σε έκταση (στρέμματα) όσο και το αντίστοιχο ποσοστό που καταλαμβάνουν	20
Πίνακας 2 Κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις στην ΠΕ Γρεβενών	20
Πίνακας 3 Κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις σε ποσοστό στην ΠΕ Γρεβενών	21
Πίνακας 4 Κατανομή καλλιεργειών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών	23
Πίνακας 5 τα πιο ευρέως διαδεδομένα μοντέλα καλλιέργειας (Crop Model).....	35
Πίνακας 6 Δεδομένα εισόδου στα διάφορα μοντέλα καλλιέργειας	41
Πίνακας 7 Είδη φυτών που προσομοιώνονται από το APSIM	45
Πίνακας 8 Τιμές των C _{org} και U σε περιοχές της Αυστραλίας.....	52
Πίνακας 9 Τιμές των Diff Const και Slope	53
Πίνακας 10 Είδη φυτών στην περιοχή των Γρεβενών που προσομοιώνονται από το APSIM	69
Πίνακας 11 δείγμα δεδομένων σε μορφή APSIM.....	70
Πίνακας 12 Μέσος όρος αποδόσεων όλων των ετών.....	80
Πίνακας 13 Μέσος όρος αποδόσεων όλων των ετών.....	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Οι Περιφερειακές Ενότητες: Γρεβενών, Καστοριάς, Κοζάνης και Φλώρινας	18
Εικόνα 2 Μέρη που αποτελείται το DSSAT	25
Εικόνα 3 Στιγμιότυπο του κύριου μενού του DSSAT.....	26
Εικόνα 4 Μέρη που αποτελείται το APSIM	27
Εικόνα 5 Στιγμιότυπο παραδείγματος γραφήματος του APSIM.....	28
Εικόνα 6 Στιγμιότυπο του κύριου μενού του WOFOST	29
Εικόνα 7 παράδειγμα γραφήματος δυνητικής παραγωγής 3 ^{ov} σεναρίων	30
Εικόνα 8 Διάγραμμα ροής (Flow Diagram) του μοντέλου EPIC	31
Εικόνα 9 Στιγμιότυπο του κύριου μενού AquaCrop	33
Εικόνα 10 Μοντέλα ανάπτυξης καλλιέργειας κατά τη διάρκεια των ετών	37
Εικόνα 11 Η διεπαφή χρήστη (User Interface) του APSIM και τα μέρη του	43
Εικόνα 12 Προσθήκη στοιχείων σε προσομοίωση από Toolbox	44
Εικόνα 13 Διαθέσιμες προσομοιώσεις	46
Εικόνα 14 Clock - Ημερομηνίες Έναρξης και Λήξης της προσομοίωσης.....	48
Εικόνα 15 Η εργαλειοθήκη «Soils» με διάφορα αρχεία εδάφους ανά περιοχή.	49
Εικόνα 16 Η αρχική ποσότητα νερού , εισάγοντας ένα ποσοστό νερού ή mm νερού	50
Εικόνα 17 Το στοιχείο «Water» στο οποίο εισάγονται τιμές ανά 15 cm βάθους	51
Εικόνα 18 Οι τιμές LL, KL και XF για κάθε καλλιέργεια	51
Εικόνα 19 Sol Water.....	52
Εικόνα 20 Ο μετασχηματισμό του C στο έδαφος στα διάφορα στρώματα εδάφους	53
Εικόνα 21 Το στοιχείο «Soil Organic Matter».....	54
Εικόνα 22 Γράφημα BiomC (kg/ha) σε σχέση με το βάθος Depth (mm)	55
Εικόνα 23 Το στοιχείο « Analysis» και οι τιμές EC και pH	56
Εικόνα 24 Το στοιχείο «Initial nitrogen» και οι τιμές Αζώτου (σε NH ₄ ⁺ και NO ₃ ⁻).....	56
Εικόνα 25 Επίδραση της βροχής στην μείωση της επιφανειακής κάλυψης.....	57
Εικόνα 26 Το στοιχείο (module) « SurfaceOrganicMatter»	58
Εικόνα 27 Το στοιχείο (module) «Fertiliser».....	59
Εικόνα 28 Το στοιχείο «wheat» και «chickpea».....	59
Εικόνα 29 «Manager folder» , εδώ εμπεριέχεται όλη η διαχείριση της καλλιέργειας.....	60
Εικόνα 30 το «Fertilise at Sowing ή on fixed date», λίπανση κατά τη σπορά ή σε συγκεκριμένη ημερομηνία.....	61

Εικόνα 31 Άρδευση σε συγκεκριμένες ημερομηνίες από το «Irrigate on date»	61
Εικόνα 32 Μεταβλητές εξόδου.....	62
Εικόνα 33 Ημερομηνία Βιομάζα Απόδοση	63
Εικόνα 34 Η παραγόμενη Βιομάζα (kg/ha) και η Απόδοση (kg/ha) συναρτήσει της ημερομηνίας	64
Εικόνα 35 Η παραγόμενη Βιομάζα (kg/ha) και η Απόδοση (kg/ha) σε βάθος 20 ετών.....	64
Εικόνα 36 Ικανότητα συγκράτησης νερού αρχικού εδάφους.....	65
Εικόνα 37 Ικανότητα συγκράτησης νερού αμμώδους εδάφους	66
Εικόνα 38 Επιλογή αξόνων γραφήματος.....	66
Εικόνα 39 Βιομάζα (biomass) και την Απόδοση (yield) στα 2 εδάφη	67
Εικόνα 40 Εδαφική Ανάλυση σε περιοχή των Γρεβενών	73
Εικόνα 41 Φόρτωση του Wheat.xml στο ini	75
Εικόνα 42 Μεταβλητές Cona και U	75
Εικόνα 43 Εισαγωγή εδαφικών δεδομένων στο Arsim	76
Εικόνα 44 Αποδόσεις Σιταριού	78
Εικόνα 45 Αποδόσεις διαφορετικών ποικιλιών σιταριού.....	79
Εικόνα 46 Αποδόσεις σιταριού με διαφορετική λίπανση.....	80
Εικόνα 47 Αποδόσεις σιταριού σε σχέση με εποχή σποράς.....	81
Εικόνα 48 Αποδόσεις σιταριού με σπορά συγκεκριμένης ημερομηνίας σε σχέση με συνθήκη	82
Εικόνα 49 Αποδόσεις κριθαριού	83
Εικόνα 50 Αποδόσεις διαφορετικών ποικιλιών κριθαριού	83
Εικόνα 51 Αποδόσεις κριθαριού με διαφορετική λίπανση	85
Εικόνα 52 Αποδόσεις κριθαριού σε σχέση με εποχή σποράς	86
Εικόνα 53 Αλλαγές παραμέτρων κλιματικής αλλαγής.....	87
Εικόνα 54 Επίδραση Αύξηση θερμοκρασίας, Μείωση βροχόπτωσης Αύξηση Συγκέντρωσης CO ₂	88
Εικόνα 55 Επίδραση όλων των παραμέτρων	88

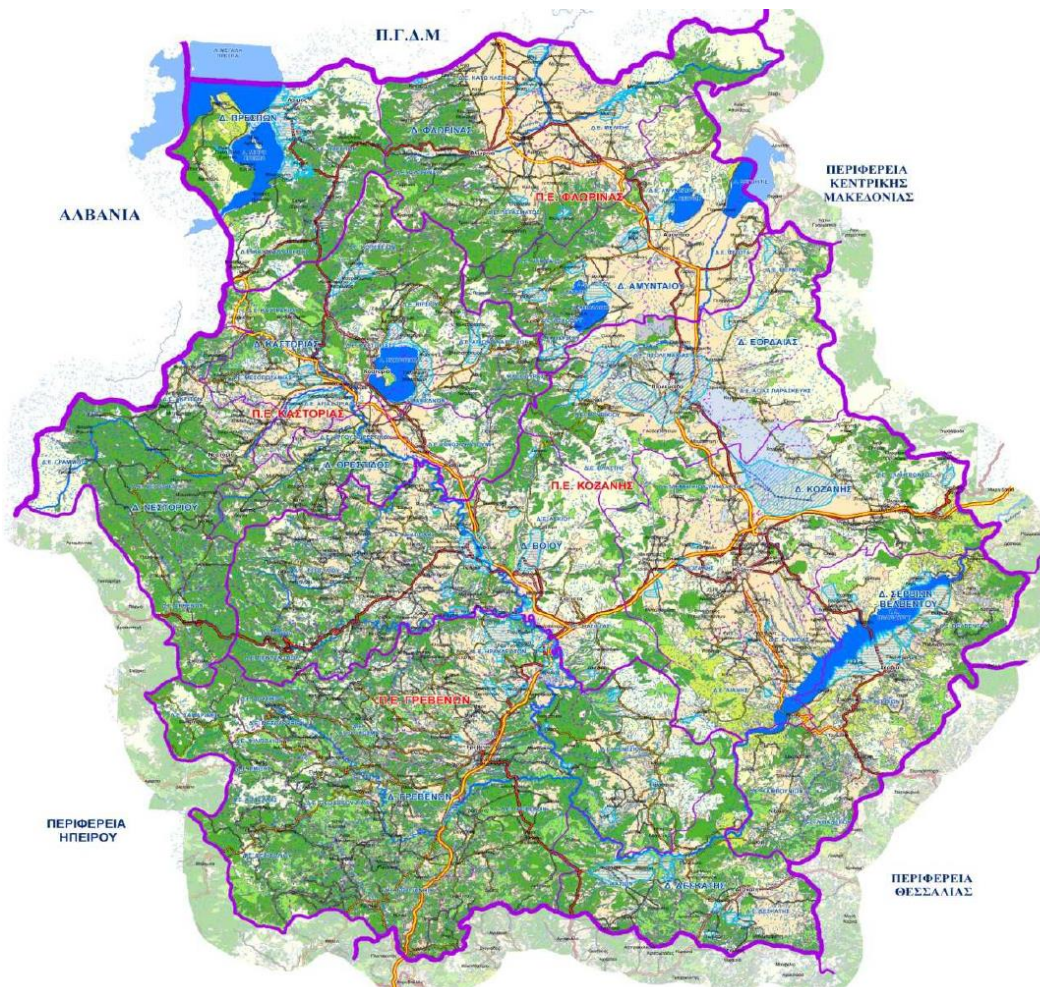
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1 Κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις στην ΠΕ Γρεβενών	21
Διάγραμμα 3 Κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις σε ποσοστό στην ΠΕ Γρεβενών	22
Διάγραμμα 4 Αποδόσεις σε ξηρά ύλη από Προσομοίωση (ράβδοι) και από παρατήρηση (κουκκίδες) το 2002, 2008 και 2009	42

1 Συγκέντρωση πληροφοριών ως προς τις τυπικές καλλιέργειες της Π.Ε. Γρεβενών

1.1 Εισαγωγή

Η Περιφερειακή Ενότητα Γρεβενών μαζί με αυτές της Καστοριάς, Κοζάνης και Φλώρινας συνιστούν την Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας ενώ πήρε διοικητικά τη σημερινή της μορφή με το Ν. 3852/2010 (ΦΕΚ 87/7-6-2010 τ.Α΄) . (Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (pdm.gov.gr)) με το μόνιμο πληθυσμό να ανέρχεται στους 31.490 (ΕΛΣΤΑΤ 2011)



Εικόνα 1 Οι Περιφερειακές Ενότητες: Γρεβενών, Καστοριάς, Κοζάνης και Φλώρινας¹

¹ <https://pta.pdm.gr/studies/epicheirisiako-schedio-gia-to-kalathi-proionton-perifereias-dytikis-makedonias/>

1.2 Γεωγραφικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

Η Π.Ε. Γρεβενών όπως και ολόκληρη η Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας είναι κυρίως ορεινή και ημιορεινή με το ποσοστό των δασών στο Ν. Γρεβενών να αγγίζει το 50%. Το κλίμα χαρακτηρίζεται από χαμηλές θερμοκρασίες τη χειμερινή περίοδο και δροσερό το καλοκαίρι. Συχνά είναι τα φαινόμενα της χιονόπτωσης και των παγετών με συνέπεια να περιορίζεται το εύρος των γεωργικών δραστηριοτήτων.

1.3 Κύριες καλλιέργειες στον νομό Γρεβενών

Οι αγροτικές καλλιέργειες στο νομό Γρεβενών τόσο σε έκταση (στρέμματα) όσο και σε αντίστοιχο ποσοστό που καταλαμβάνουν παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 2 (ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΛΑΘΙ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, 2012)

Α/Α	ΚΛΑΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΓΡΕΒΕΝΩΝ			
		ΓΡΕΒΕΝΑ	ΔΕΣΚΑΤΗ	ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	
				ΕΚΤΑΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ
1	Σιτάρι μαλακό	134.800	31.130	165.930	36,21
2	Κριθάρι	70.700	13.800	84.500	18,44
3	Σιτάρι σκληρό	8.920	3.080	12.000	2,62
4	Σίκαλη- Βρώμη	2.100	1.500	3.600	0,79
5	Βίκος	1.860	1.860	3.720	0,81
6	Αραβόσιτος	7.460	10.110	17.570	3,83
7	Φασόλια	990	240	1.230	0,27
8	Φακίς	770	1.150	1.920	0,42
9	Ρεβίθια	3.600	1.703	5.303	1,16
10	Καπνός	460	900	1.360	0,30
11	Ζαχαρότευτλα	0	0	0	0,00
12	Μηδική	16.960	8.120	25.080	5,47
13	Πατάτες	1.050	130	1.180	0,26
14	Αμπελοι (για οίνο)	2.532	50	2.582	0,56

15	Κηπευτικά	2.120	322	2.442	0,53
16	Αχλαδιές	40	3	43	0,01
17	Μηλιές	412	95	507	0,11
18	Ροδακινιές	0	0	0	0,00
19	Κερασιές	1.150	15	1.165	0,25
20	Αμυγδαλιές	330	15	345	0,08
21	Καρυδιές	2.680	490	3.170	0,69
22	Καστανιές	10	60	70	0,02
23	Ελαιόδενδρα	0	0	0	0,00
24	Διάφορες Καλύγειες (1)	13.500	10.400	23.900	5,22
25	Εγκαταλειμμένοι αγροί -Αγροανάπαυση	66.800	33.800	100.600	21,95
ΣΥΝΟΛΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ		339.244	118.973	458.217	100

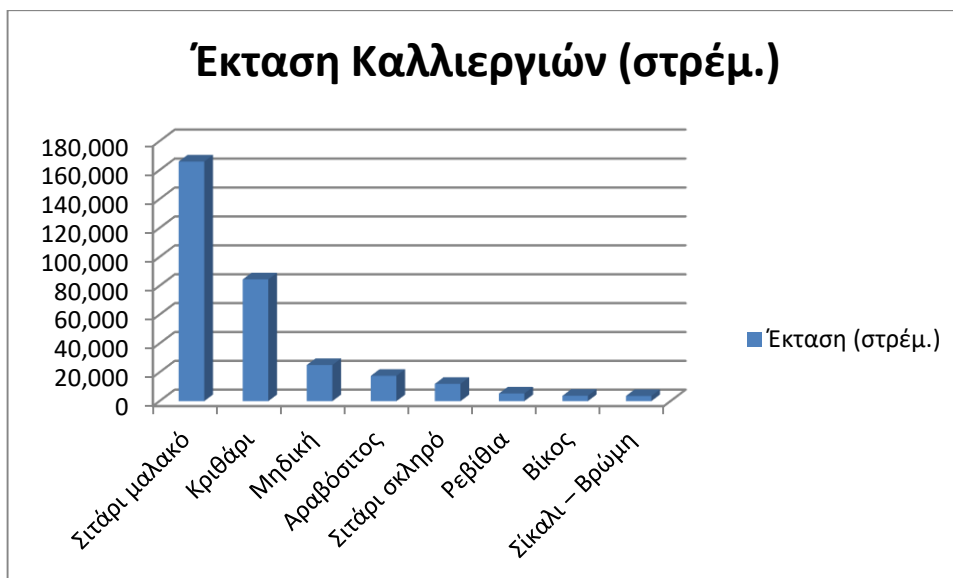
Πίνακας 1 Οι αγροτικές καλλιέργειες στον νομό Γρεβενών τόσο σε έκταση (στρέμματα) όσο και το αντίστοιχο ποσοστό που καταλαμβάνουν²

Στο παρακάτω πίνακα και διάγραμμα (στήλη) παρουσιάζονται οι κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις στην ΠΕ Γρεβενών.

A/A	ΚΛΑΔΟΙ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡΜΜΑΤΑ)
1	Σιτάρι μαλακό	165.930
2	Κριθάρι	84.500
3	Μηδική	25.080
4	Αραβόσιτος	17.570
5	Σιτάρι σκληρό	12.000
6	Ρεβίθια	5.303
7	Βίκος	3.720
8	Σίκαλι – Βρώμη	3.600

Πίνακας 2 Κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις στην ΠΕ Γρεβενών

² <https://pta.pdm.gr/studies/epicheirisiako-schedio-gia-to-kalathi-proionton-perifereias-dytikis-makedonias/>

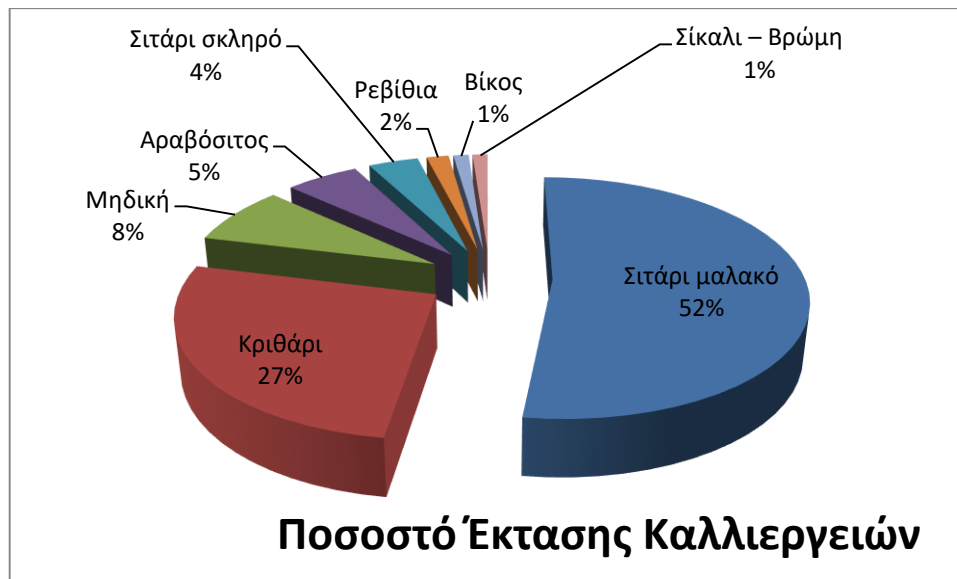


Διάγραμμα 1 Κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις στην ΠΕ Γρεβενών

Στον παρακάτω πίνακα 3 και στο διάγραμμα 3 (πίτα) παρουσιάζονται οι κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις σε ποσοστό στην ΠΕ Γρεβενών.

A/A	ΚΛΑΔΟΙ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΑΣΗΣ
1	Σιτάρι μαλακό	36,21%
2	Κριθάρι	18,44%
3	Μηδική	5,47%
4	Αραβόσιτος	3,83%
5	Σιτάρι σκληρό	2,62%
6	Ρεβίθια	1,16%
7	Βίκος	0,81%
8	Σίκαλι – Βρώμη	0,79%

Πίνακας 3 Κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις σε ποσοστό στην ΠΕ Γρεβενών



Διάγραμμα 2 Κύριες καλλιέργειες με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις σε ποσοστό στην ΠΕ Γρεβενών

1.4 Λοιπές καλλιέργειες

Στην πεδινή περιοχή της Περιφερειακής Ενότητας Γρεβενών και στις λοφώδεις ορεινές – ημιορεινές εκτάσεις του Βοΐου σημαντικά προϊόντα είναι τα παρακάτω: (ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΛΑΘΙ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, 2012)

- Μανιτάρια & τρούφα,
- Όσπρια (φακές),
- αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά,
- σπορικά,
- βιολογικά προϊόντα,
- κεράσια,
- αμπελοοινικά

Αυξητική τάση παρατηρείται στην καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών:

- Δενδρολίβανο
- Δυόσμος
- Κρόκος
- Λεβάντα όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4 (Κάλφας, 2018)

ΕΙΔΟΣ ▶														
ΠΕΡΙΟΧΗ ▼	Κάρυ	Άγρια μέντα	Βασιλικός	Γλυκάνισο	Δενδρολίβανο	Δίκταμος	Δυόσμος	Θυμάρι	Κάρδαμο	Κορίανδρος	Κρίταμο	Κρόκος	Κύμινο	Λεβάντα
ΑΙΤΟΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑ			*		*			*						*
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ			*		*	*	*	*	*	*	*			*
ΑΡΓΟΛΙΔΑ					*		*	*						
ΑΡΚΑΔΙΑ			*		*			*				*		*
ΑΡΤΑ														
ΑΧΑΪΑ					*			*						
ΒΟΙΩΤΙΑ		*	*	*	*		*	*	*	*				*
ΓΡΕΒΕΝΑ					*		*					*		*

Πίνακας 4 Κατανομή καλλιιεργειών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών

2 Συγκέντρωση πληροφοριών ως προς τα διαθέσιμα λογισμικά εργαλεία προσομοίωσης καλλιεργειών

2.1 Εισαγωγή

Οι αποδόσεις των καλλιεργειών διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην ανάπτυξη της γεωργίας σε όλο το κόσμο, οπότε είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί με όσο δυνατόν περισσότερη ακρίβεια η απόδοση των καλλιεργειών πριν από τη συγκομιδή. Η πρόβλεψη απόδοσης επιτρέπει τη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση της απόδοσης των καλλιεργειών. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη απόδοση των καλλιεργειών, έχουν αναπτυχθεί μοντέλα καλλιέργειας για την προσομοίωση της κατάστασης ανάπτυξης των καλλιεργειών. (Jin, et al., 2018)

Τα μοντέλα ανάπτυξης καλλιεργειών είναι μαθηματικές εξισώσεις και είναι σε θέση να προσομοιώνουν ή να μιμούνται τη συμπεριφορά της πραγματικής καλλιέργειας προβλέποντας την ανάπτυξη των συστατικών της, όπως φύλλα, ρίζες, μίσχοι και κόκκοι. Συνεπώς, ένα μοντέλο ανάπτυξης καλλιεργειών μπορεί να εκτιμήσει τη συνολική παραγωγή βιομάζας ή την απόδοση, αλλά περιέχει επίσης ποσοτικές πληροφορίες για σημαντικές διεργασίες που εμπλέκονται στην ανάπτυξη ενός φυτού. (Thimme Gowda, Satyareddi, & Manjunath Scholars, Crop Growth Modeling: A Review, 2013)

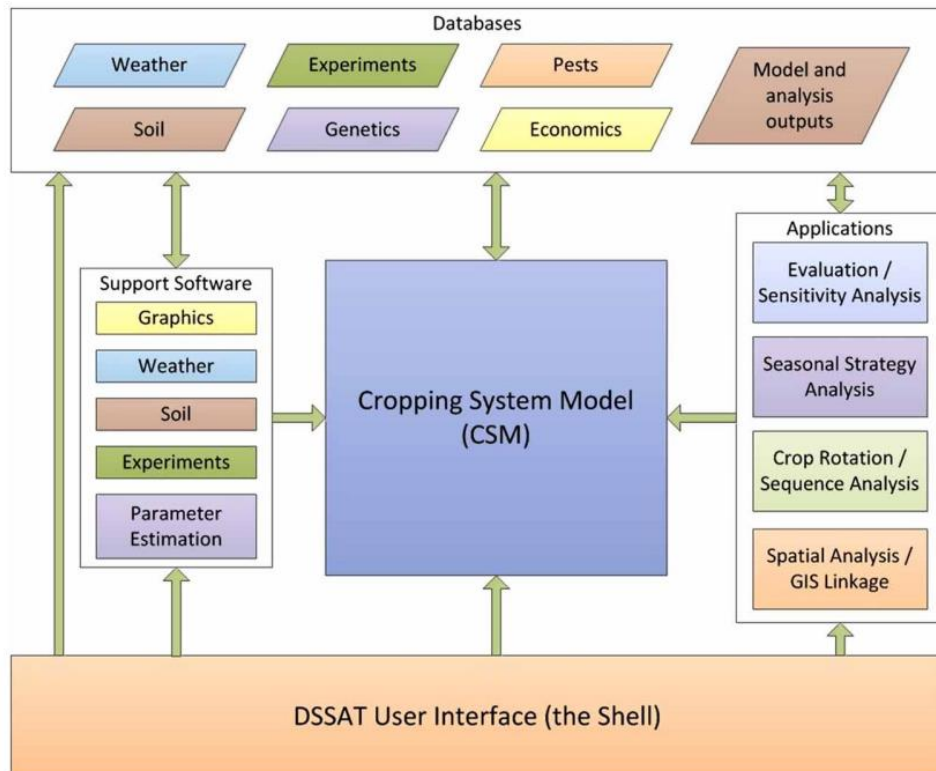
2.2 DSSAT

Το Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα μοντελοποίησης καλλιεργειών με περίπου 2.500 χρήστες (Alderman, 2020), ενώ περιλαμβάνει δυναμικά μοντέλα προσομοίωσης ανάπτυξης καλλιεργειών για περισσότερες από 42 καλλιέργειες. Τα μοντέλα προσομοίωσης καλλιεργειών προσομοιώνουν την ανάπτυξη και την απόδοση σε συνάρτηση της δυναμικής εδάφους-φυτού-ατμόσφαιρας. Το DSSAT έχει χρησιμοποιηθεί για περισσότερα από 30 χρόνια από ερευνητές, εκπαιδευτικούς, συμβούλους, παράγοντες επέκτασης, καλλιεργητές, βιομηχανία, φορείς λήψης αποφάσεων και πολλών άλλων σε περισσότερες από 174 χώρες παγκοσμίως.

Το DSSAT συνδυάζει δεδομένα καλλιέργειας, εδάφους και καιρού με μοντέλα καλλιεργειών για την προσομοίωση πολυετών αποτελεσμάτων στρατηγικών διαχείρισης καλλιεργειών. Το DSSAT ενσωματώνει τις επιδράσεις του εδάφους, του φαινοτύπου καλλιέργειας, του καιρού και των επιλογών διαχείρισης και επιτρέπει στους χρήστες να

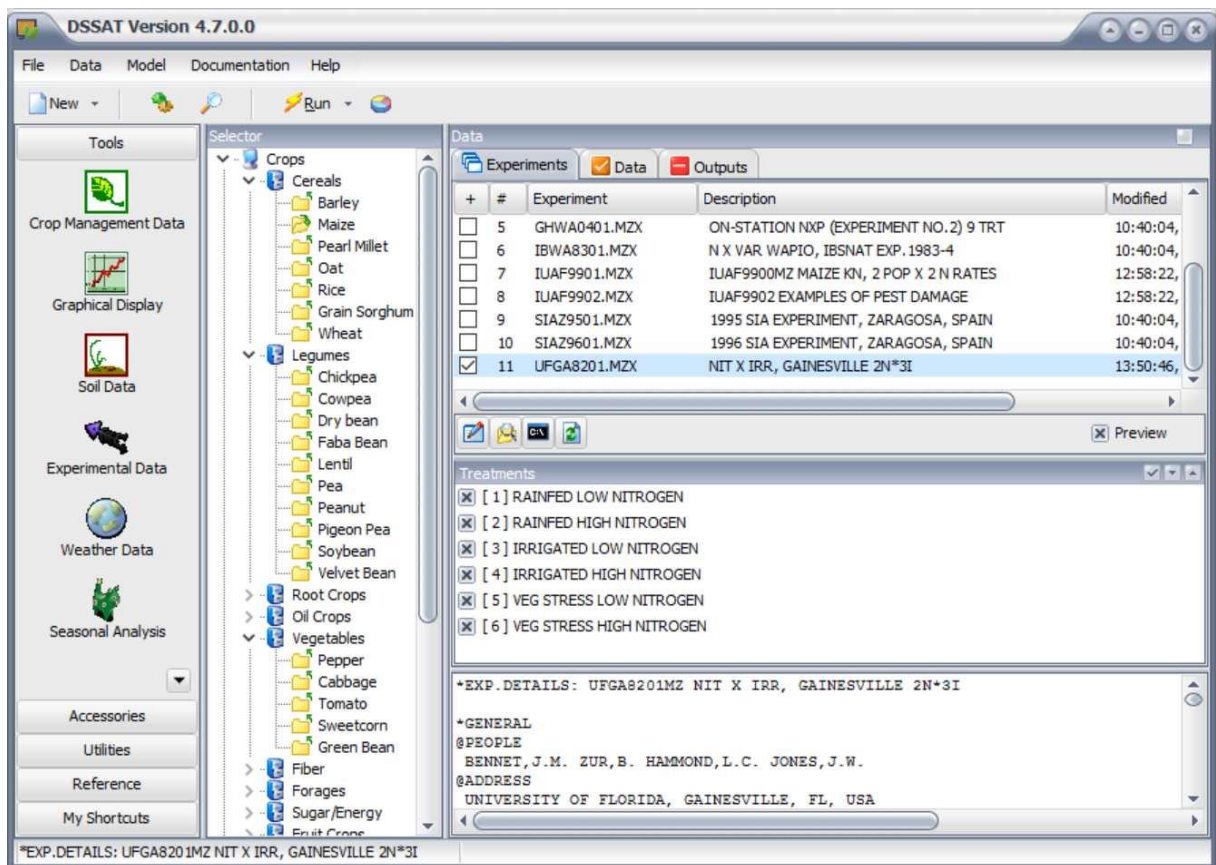
κάνουν ερωτήματα «τι εάν» («what if») πραγματοποιώντας εικονικά πειράματα προσομοίωσης σε έναν υπολογιστή σε λίγα λεπτά, τα οποία θα απαιτούσαν πολύ χρόνο για να διεξαχθούν ως πραγματικά πειράματα. (<https://dssat.net/>, 2020)

Το DSSAT παρέχει ειδικά εργαλεία για την εισαγωγή δεδομένων καιρού, εδάφους, διαχείρισης καλλιεργειών και δεδομένα παρατήρησης, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 2 (Boote, 2020)



Εικόνα 2 Μέρη που αποτελείται το DSSAT

Στην παρακάτω Εικόνα 3 φαίνεται ένα στιγμιότυπο του κύριου μενού του DSSAT της τρέχουσας έκδοσης DSSAT Version 4.7.5, με εμφανή τα εργαλεία (Tools) για την εισαγωγή δεδομένων του καιρού, εδάφους, διαχείρισης καλλιεργειών.



Εικόνα 3 Στιγμιότυπο του κύριου μενού του DSSAT

2.3 APSIM

Το γεωργικό σύστημα παραγωγής APSIM (Agricultural Production Systems sIMulator) αναγνωρίζεται διεθνώς ως μια πολύ προηγμένη πλατφόρμα για μοντελοποίηση και προσομοίωση γεωργικών συστημάτων. Περιέχει μια σειρά από ενότητες που επιτρέπουν την προσομοίωση συστημάτων για ένα εύρος φυτών, ζώων, εδάφους, κλίματος και διαχείρισης. Το APSIM βρίσκεται σε συνεχή ανάπτυξη, με νέες δυνατότητες που προστίθενται σε τακτικές εκδόσεις επίσημων εκδόσεων. (APSIM: The Leading Software Framework for Agricultural Systems Modelling and Simulation -<https://www.apsim.info/>)

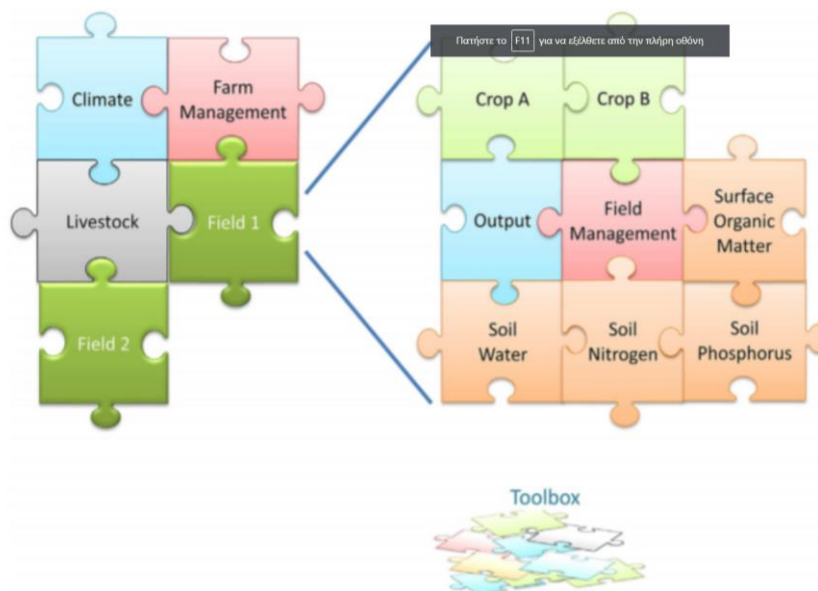
Το APSIM αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Ένα σύνολο βιοφυσικών ενότητων (modules) που προσομοιώνουν βιολογικές και φυσικές διεργασίες στα αγροτικά συστήματα.

- Ενότητες (modules) που επιτρέπουν στον χρήστη να καθορίσει τους κανόνες διαχείρισης που χαρακτηρίζουν το σενάριο που προσομοιώνεται και που ελέγχουν την προσομοίωση.
- Διάφορες ενότητες (modules) για τη διευκόλυνση της εισαγωγής και της εξόδου δεδομένων από και προς την προσομοίωση.
- Μια μηχανή προσομοίωσης που οδηγεί τη διαδικασία προσομοίωσης και διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ των ανεξάρτητων ενοτήτων.

Επίσης το APSIM περιλαμβάνει επίσης:

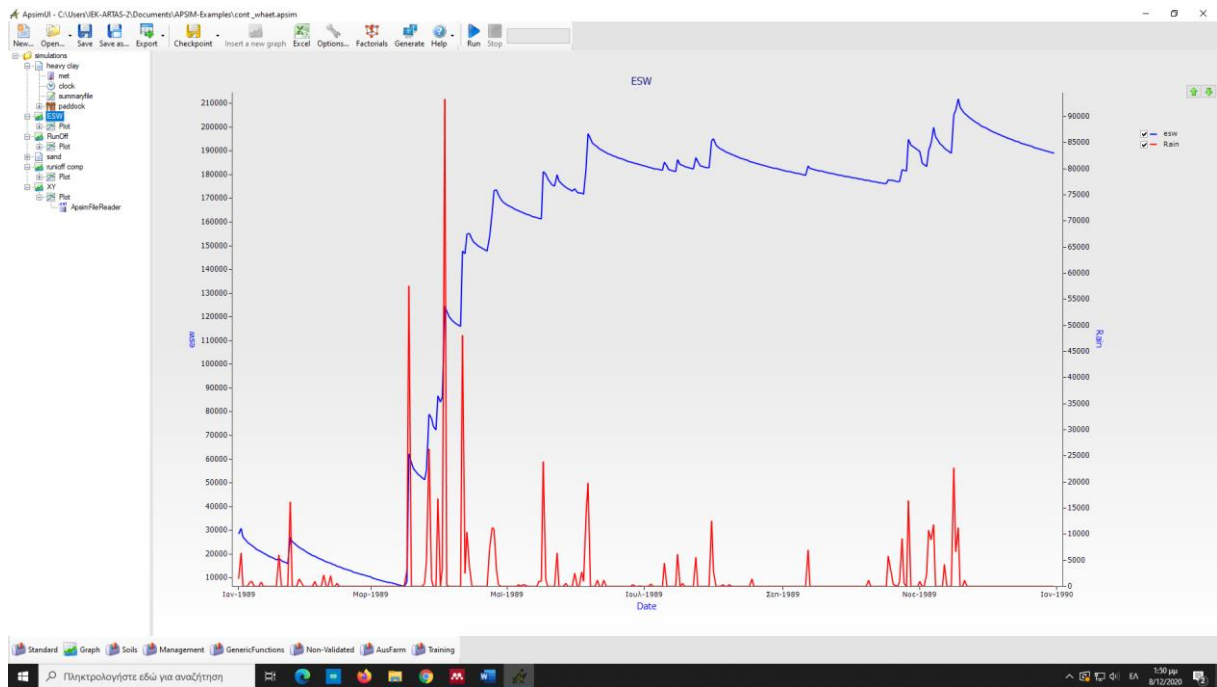
- Διάφορες διεπαφές χρήστη (user interfaces, UI) για κατασκευή μοντέλων, δοκιμές και εφαρμογές
- Διάφορα εργαλεία διεπαφών (interfaces) και βάσεων δεδομένων συσχέτισης για οπτικοποίηση και περαιτέρω ανάλυση της παραγωγής.
- Διάφορα εργαλεία ανάπτυξης μοντέλων, δοκιμών και τεκμηρίωσης.
- Μια εγκατάσταση υποστήριξης χρηστών και προγραμματιστών μέσω διαδικτύου που παρέχει τεκμηρίωση, διανομή και παρακολούθηση αιτημάτων ή αλλαγών.



Εικόνα 4 Μέρη που αποτελείται το APSIM ³

³ <https://www.apsim.info/apsim-model/>

Στην παρακάτω Εικόνα 5 φαίνεται ένα στιγμιότυπο παραδείγματος γραφήματος του APSIM βροχόπτωσης (rain) και νερού εδάφους ESW (Extractable soil water).



Εικόνα 5 Στιγμιότυπο παραδείγματος γραφήματος του APSIM

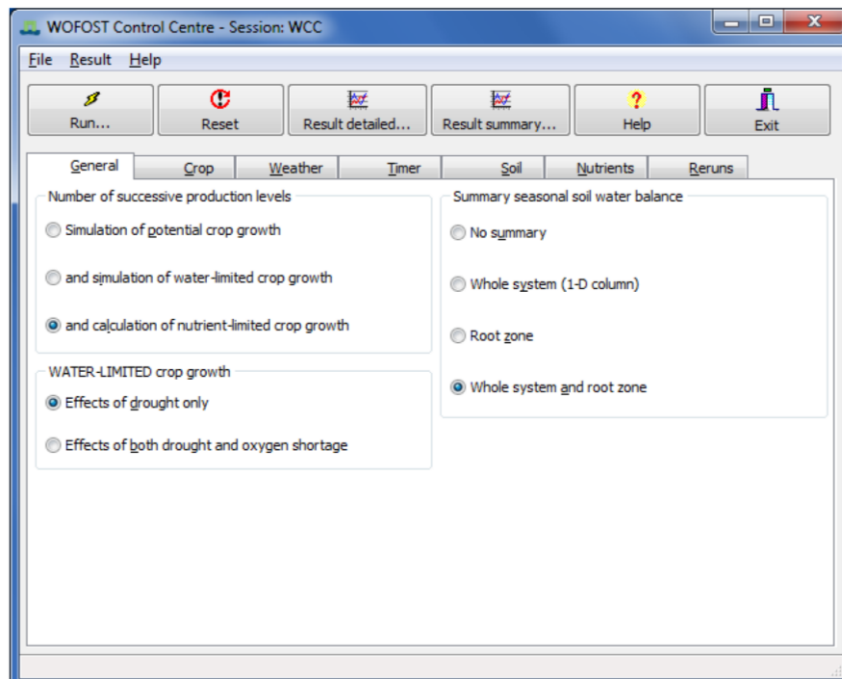
2.4 WOFOST

Το WOFOST (World Food Studies) είναι ένα μοντέλο προσομοίωσης για την ποσοτική ανάλυση της ανάπτυξης και της παραγωγής των ετήσιων καλλιεργειών. (WOFOST)

Το Μοντέλο προσομοίωσης ανάπτυξης καλλιεργειών WOFOST μπορεί και εκτιμά την ανάπτυξη μιας ετήσιας καλλιέργειας, σε συνάρτηση συγκεκριμένων εδαφών και καιρικών συνθηκών. Η προσομοίωση της ανάπτυξης των καλλιεργειών βασίζεται σε οικοφυσιολογικές διαδικασίες. Οι κύριες διαδικασίες είναι η φαινολογική ανάπτυξη, η αφομοίωση CO₂, η διαπνοή, η αναπνοή, η κατανομή των αφομοιώσεων στα διάφορα όργανα και ο σχηματισμός ξηράς ύλης. Μπορεί να υπολογιστεί η δυνητική παραγωγή και σε δύο επίπεδα περιορισμένη παραγωγή (περιορισμένη στο νερό και περιορισμένη σε θρεπτικά συστατικά). Οι παράγοντες μείωσης της παραγωγής (όπως τα ζιζάνια και τα παράσιτα) δεν λαμβάνονται υπόψη. (Boogaard, Diepen, Rötter, Cabrera, & Laar, 2014)

Στην παρακάτω Εικόνα 6 φαίνεται ένα στιγμιότυπο του κύριου μενού του WOFOST της τρέχουσας έκδοσης WOFOST Version 7.1.7, με εμφανείς τις καρτέλες (Tabs) για την

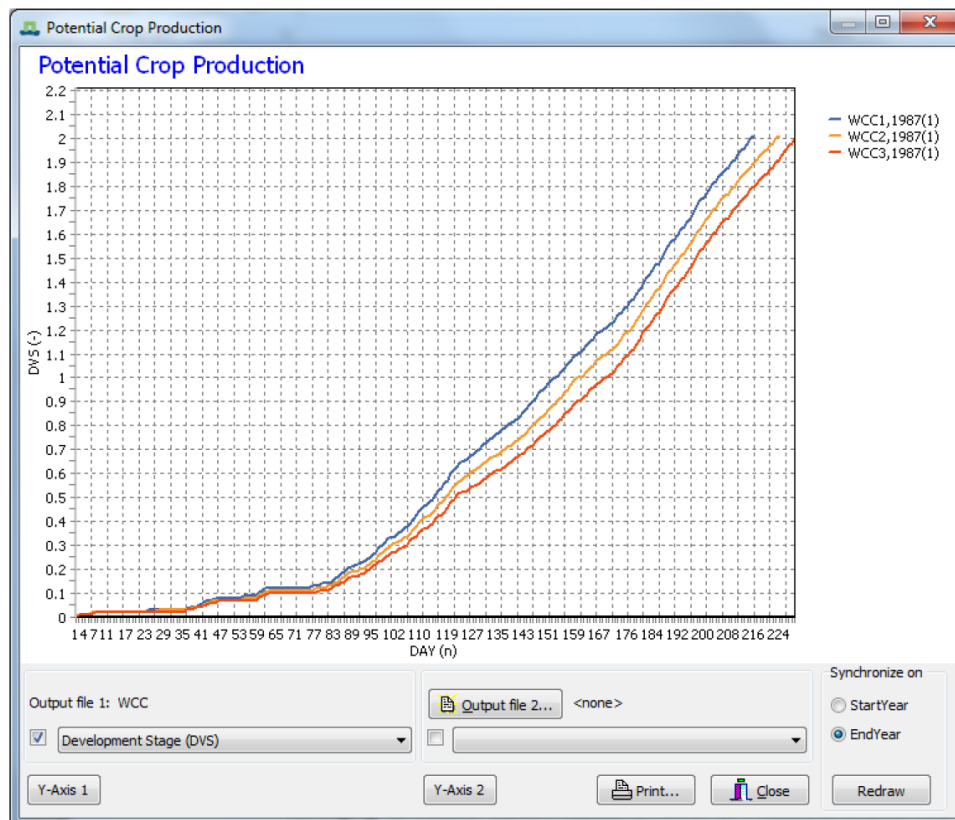
εισαγωγή δεδομένων για την καλλιέργεια, καιρό, χρόνο προσομοίωσης, εδάφους, λιπασμάτων.



Εικόνα 6 Στιγμιότυπο του κύριου μενού του WOFOST ⁴

Στην παρακάτω Εικόνα 7 φαίνεται παράδειγμα γραφήματος δυνητικής παραγωγής με 3 διαφορετικές περιπτώσεις προσομοίωσης, εισάγοντας διαφορετικά δεδομένα εισόδου (inputs) για την καλλιέργεια.

⁴ (Boogaard, Diepen, Rötter, Cabrera, & Laar, 2014)



Εικόνα 7 παράδειγμα γραφήματος δυναμικής παραγωγής 3^{ων} σεναρίων ⁵

Το μοντέλο (WOFOST) χρησιμοποιείται εδώ και 25 χρόνια ως ένα σύστημα πρόβλεψης απόδοσης καλλιεργειών, είναι ένα από τα πιο μακροχρόνια λειτουργικά μοντέλα και ως εκ τούτου θεωρείται ότι έχει ωριμάσει. (de Wit, et al., 2019)

2.5 EPIC

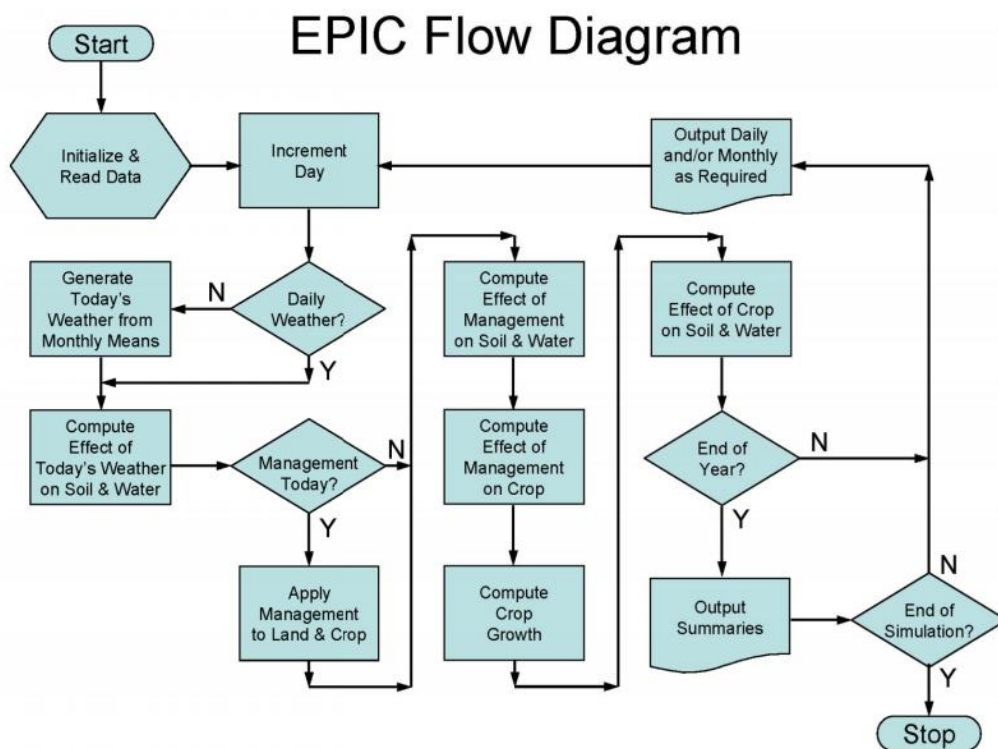
Το μοντέλο EPIC Περιβαλλοντικής Πολιτικής Ολοκληρωμένου Κλίματος (Environmental Policy Integrated Climate) είναι ένα μοντέλο συστημάτων καλλιέργειας που αναπτύχθηκε για να εκτιμήσει την παραγωγικότητα του εδάφους. Το EPIC προσομοιώνει περίπου ογδόντα καλλιέργειες με ένα μοντέλο ανάπτυξης καλλιεργειών χρησιμοποιώντας μοναδικές τιμές παραμέτρων για κάθε καλλιέργεια. Προβλέπει τις επιπτώσεις των αποφάσεων διαχείρισης για το έδαφος, το νερό, τις μετακινήσεις θρεπτικών ουσιών και

⁵ (Boogaard, Diepen, Rötter, Cabrera, & Laar, 2014)

φυτοφαρμάκων, καθώς και το συνδυασμένο αντίκτυπό τους στην απώλεια εδάφους, την ποιότητα του νερού και τις αποδόσεις των καλλιεργειών για περιοχές με ομοιογενή εδάφη και διαχείριση. (EPIC:, 2020)

Το μοντέλο EPIC προσομοιώνει φυσικοχημικές διεργασίες που συμβαίνουν στο έδαφος και το νερό υπό γεωργική διαχείριση. Η ανάπτυξη φυτών προσομοιώνεται σε συνάρτηση με τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, του νερού, της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και του ηλιακού φωτός. Επίσης με μεγάλη λεπτομέρεια γίνεται η προσομοίωση των μεθόδων διαχείρισης καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται από τους καλλιεργητές. (Gerik, 2015)

Στην παρακάτω Εικόνα 8 φαίνεται το διάγραμμα ροής (Flow Diagram) του μοντέλου EPIC με τα στάδια υπολογισμών επίδρασης εδάφους και καιρού, διαχείρισης καλλιέργειας και ανάπτυξης φυτού.



Εικόνα 8 Διάγραμμα ροής (Flow Diagram) του μοντέλου EPIC ⁶

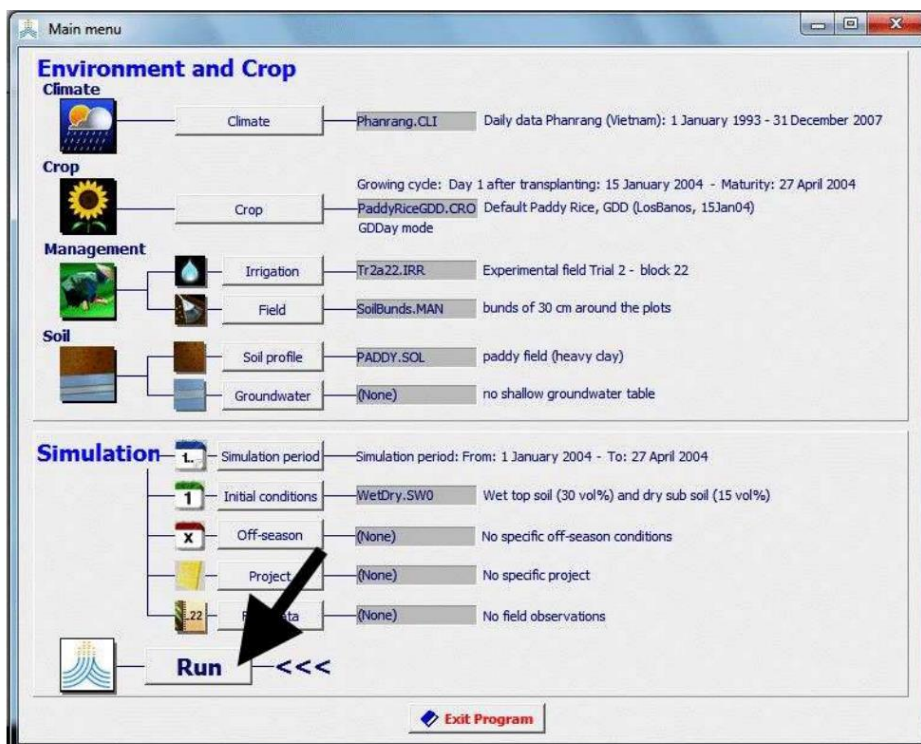
⁶ <http://agrilife.org/epicapex/files/2015/10/EPIC.0810-User-Manual-Sept-15.pdf>

2.6 AquaCrop

Το AquaCrop είναι ένα μοντέλο ανάπτυξης καλλιεργειών που αναπτύχθηκε από το τμήμα γης και νερού (Land and Water Division) του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO Food and Agriculture Organization) και αποτελεί τμήμα των Ηνωμένων Εθνών. Σκοπός του AquaCrop είναι η εκτίμηση των επιπτώσεων του περιβάλλοντος και της διαχείρισης στην παραγωγή .

Το AquaCrop προσομοιώνει την απόδοση παραγωγής σε σχέση με το νερό και είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για την αντιμετώπιση συνθηκών όπου το νερό αποτελεί βασικό περιοριστικό παράγοντα στην παραγωγή καλλιεργειών. Χρησιμοποιεί έναν σχετικά μικρό αριθμό παραμέτρων και μεταβλητών εισόδου, αλλά οι διαδικασίες υπολογισμού βασίζονται σε περίπλοκες βιοφυσικές διαδικασίες για να διασφαλιστεί μια ακριβής προσομοίωση της απόκρισης της καλλιέργειας στο σύστημα φυτού-εδάφους. (<http://www.fao.org/aquacrop>)

Στην παρακάτω Εικόνα 9 φαίνεται ένα στιγμιότυπο του κύριου μενού AquaCrop της τρέχουσας έκδοσης με εμφανείς τις οντότητες καιρού, καλλιέργειας, διαχείρισης και εδάφους.



Εικόνα 9 Στιγμιότυπο του κύριου μενού AquaCrop⁷

2.7 Λοιπά μοντέλα

Τα μοντέλα ανάπτυξης καλλιεργειών έχουν χρησιμοποιηθεί από τις αρχές της δεκαετίας του 1960, και ο αρχικός σκοπός της χρήσης τους ήταν να μοντελοποιήσουν τις διαδικασίες ανάπτυξης φυτών. Τα μοντέλα ανάπτυξης καλλιεργειών πλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαχείριση των καλλιεργειών και στη λήψη αποφάσεων ως εργαλείο προσδιορισμού για τις βέλτιστες ημερομηνίες φύτευσης και υλοποίησης αξιολόγησης των καιρικών κινδύνων. Επιπλέον, τα μοντέλα ανάπτυξης καλλιεργειών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη της απόδοσης των καλλιεργειών πριν την εγκατάσταση καλλιέργειας.

Στον παρακάτω Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα πιο ευρέως διαδεδομένα μοντέλα καλλιέργειας (Crop Model) και την αντίστοιχη ιστοσελίδα πρόσβασης (Website to Access the Model). (Kasampalis, Alexandridis, Deva, Challinor, Moshou, & Zalidis, 2018)

A/A	Crop Model	Website to Access the Model
1	APSIM	APSIM Initiative. Available online: http://www.apsim.info

⁷ <http://www.fao.org/documents/card/en/c/7512bf78-fd88-48a7-bbd9-415240289c88/>

2	AgrometShell	AgrometShell (AMS). Available online: http://www.hoefsloot.com/agrometshell.htm
3	Aquacrop	AquaCrop. Available online: http://www.fao.org/aquacrop CERES
4	CERES-wheat	CERES Wheat 2.0. Available online: http://nowlin.css.msu.edu/wheat_book
5	CROPGRO-Soybean	Ecobas. Available online: http://ecobas.org/www-server/rem/mdb/cropgro.html
6	Cropsyst	Washington State University, CropSyst. Available online: http://modeling.bsyse.wsu.edu/CS_Suite_4/CropSyst/index.html
7	DAISY	International Soil Modeling Consortium i. Available online: https://soil-modeling.org/resources-links/model-portal/daisy
8	DSSAT	Decision Support System for Agrotechnology Transfer. Available online: http://dssat.net/
9	EPIC	Texas A&M AgriLife Research. Available online: https://epicapex.tamu.edu/
10	FarmSim	Wageningen—Models Library—FarmSim. Available online: http://models.pps.wur.nl/node/961 (accessed
11	Fasset	Farm ASSEssment Tool. Available online: http://www.fasset.dk/
12	GLAM	Institute for Climate and Atmospheric Science (ICAS). Available online: https://www.see.leeds.ac.uk/research/icas/research-themes/climate-change-and-impacts/climate-impacts/glam/
13	HERMES	zalf. Available online: http://www.zalf.de/de/forschung_lehre/software_downloads/Seiten/default.aspx
14	ORYZA v3	International Rice Research Institute (IRRI). Available online: https://sites.google.com/a/irri.org/oryza2000/about-oryza-version-3
15	ROTASK	NA
16	STICS	INRA. Available online: http://www.inra.fr/en/Scientists-Students/Agricultural-systems/All-reports/Modelling-and-agrosystems/STICS-an-agronomy-dynamo
17	SUCROS	Wageningen—Models Library—SUCROS. Available online: http://models.pps.wur.nl/node/966
18	SWAP	Soil Water Atmosphere Plant. Available online: http://www.swap.alterra.nl/
19	WOFOST	Wageningen—Models Library—WOFOST. Available online: http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-

		Services/Research-Institutes/alterra/ Products/Software-and-models/WOFOST.htm	Facilities-
--	--	--	-------------

Πίνακας 5 τα πιο ευρέως διαδεδομένα μοντέλα καλλιέργειας (Crop Model)

3 Βιβλιογραφική επισκόπηση ερευνητικών εργασιών σε θέματα εκτίμησης της απόδοσης καλλιεργειών και διαχείρισης γεωργικών εκμεταλλεύσεων σε αντίστοιχες καλλιέργειες

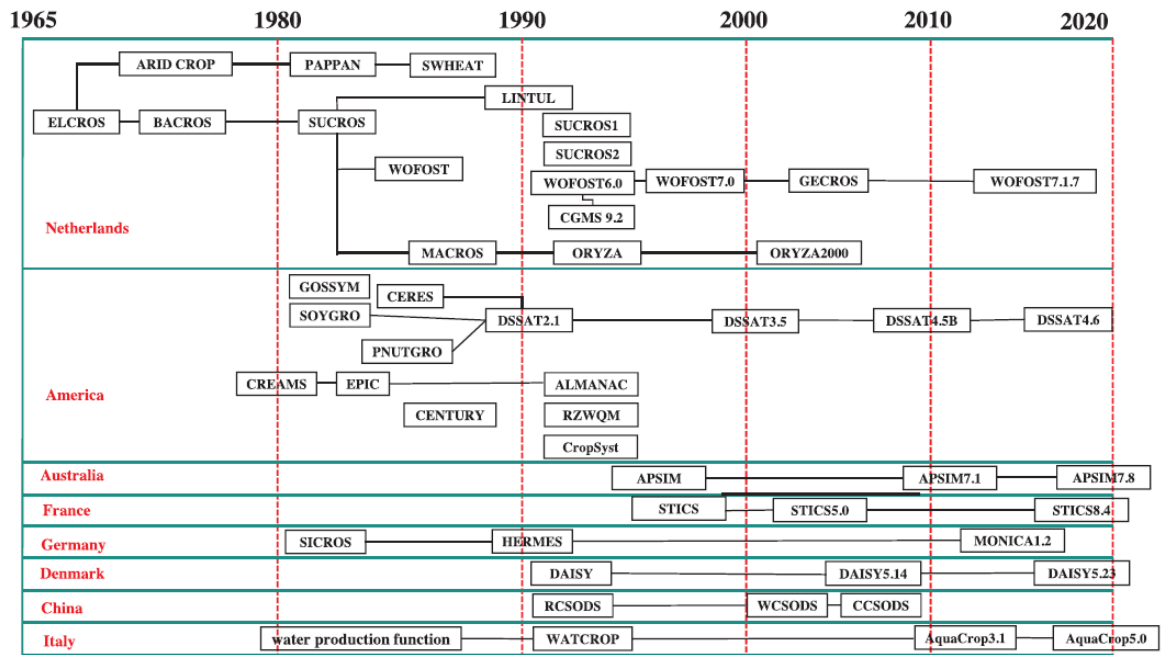
Η καλλιεργήσιμη γη είναι περιορισμένη, ενώ ο αριθμός των ανθρώπων που τρέφεται από αυτή συνεχίζει να αυξάνεται ραγδαία. Συνεπώς η παραγωγή θα πρέπει να αυξηθεί για να ικανοποιηθεί η τεράστια ανάγκη για τροφή με ταυτόχρονη προστασία των φυσικών πόρων. Η πρόβλεψη ανάπτυξης σε σχέση με το κλίμα και τους παράγοντες που σχετίζονται με το έδαφος γίνονται όλο και πιο σημαντικοί. Η ποσοτική πρόβλεψη μπορεί να γίνει μέσω της κατασκευής μοντέλων στατιστικής και προσομοίωσης. (Thimme Gowda, Satyareddi, & Manjunath Scholars, Crop Growth Modeling: A Review, 2013)

3.1 Βασικά μοντέλα ανάπτυξης καλλιεργειών (crop growth models)

Εδώ και 40 χρόνια έχει ξεκινήσει η προσπάθεια δημιουργίας μοντέλων ανάπτυξης καλλιεργειών. Αρχικά η προσομοίωση ήταν ποιοτική για να ακολουθήσει η ποσοτική προσομοίωση της ανάπτυξης των καλλιεργειών. Επίσης αρχικά η προσομοίωση αφορούσε μία από τις φυσιολογικές και οικολογικές διαδικασίες, ενώ στη συνέχεια προσομοίωση αφορούσε ολόκληρη τη διαδικασία ανάπτυξης.

Η έγκαιρη και ακριβής εκτίμηση της απόδοσης πριν από τη συγκομιδή επιτρέπει τη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση των αποδόσεων σε περιφερειακή κλίμακα είναι ζωτικής σημασίας. Η μοντελοποίηση της δυναμικής αλλαγής της καλλιεργειών είναι μεγάλη βοήθεια, διότι επιτρέπει στους ερευνητές να καθορίσουν στρατηγικές διαχείρισης καλλιεργειών για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των καλλιεργειών. (Jin, et al., 2018)

Στην παρακάτω Εικόνα 10 παρουσιάζεται ένα χρονοδιάγραμμα (timeline) με την ανάπτυξη των βασικών μοντέλων καλλιεργειών. Το σχήμα δείχνει ότι, με την πάροδο του χρόνου, τα μοντέλα WOFOST, DASSAT, APSIM, STICS, MONICA, DAISY και AquaCrop έχουν βελτιωθεί και προσαρμοστεί για την καλύτερη προσομοίωση της ανάπτυξης των καλλιεργειών και απόδοση σοδειάς.



Εικόνα 10 Μοντέλα ανάπτυξης καλλιέργειας κατά τη διάρκεια των ετών ⁸

Τα μοντέλα προσομοίωσης καλλιεργειών βασικά εφαρμόζονται ως:

- εργαλεία έρευνας
- εργαλεία λήψης αποφάσεων και
- εργαλεία για εκπαίδευση

Όλα τα μοντέλα προσομοίωσης καλλιέργειας απαιτούν ως εισαγωγή, δεδομένα σχετικά για τη διαχείριση της καλλιέργειας, καθώς και δεδομένα που σχετίζονται με το μακρο και μικρο περιβάλλον (καιρό, έδαφος). (Thimme Gowda, Satyareddi, & Manjunath Scholars, Crop Growth Modeling: A Review, 2013)

3.2 Απαραίτητα δεδομένα για την προσομοίωση μοντέλου καλλιέργειας

Τα παρακάτω δεδομένα απαιτούνται κατά κανόνα για την προσομοίωση μοντέλων καλλιέργειας:

3.2.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

- Μέγιστη Θερμοκρασία
- Ελάχιστη Θερμοκρασία

⁸ European Journal of Agronomy 92 (2018) 141–152

- Συνολική ηλιακή ακτινοβολία
- Βροχόπτωση
- Υγρασία
- Ταχύτητα ανέμου

3.2.2 Δεδομένα εδάφους

- Δεδομένα για το νερό του εδάφους (συγκράτησης και κορεσμού)
- Περιεκτικότητα λιπασμάτων στην αρχή της σεζόν
- Περιεκτικότητα οργανικής ύλης κατά τη φύτευση;
- Θερμοκρασία εδάφους

3.2.3 Δεδομένα διαχείρισης καλλιέργειας

- Ημερομηνία φύτευσης
- Στοιχεία άρδευσης
- Στοιχεία λίπανσης
- Ημερομηνία συγκομιδής
- Πιθανές χημικές εφαρμογές

3.3 Ρύθμιση και επαλήθευση μοντέλου (Model Calibration and Verification)

3.3.1 Ρύθμιση (Model Calibration)

Μετά την κατασκευή του μοντέλου εάν οι προσομοιωμένες τιμές δεν ταυτίζονται ακριβώς με τα παρατηρούμενα δεδομένα θα πρέπει να γίνουν μικρές προσαρμογές για κάποιες παραμέτρους (Model Calibration).

Η επαναρύθμιση (recalibrate) του μοντέλου είναι απαραίτητη όταν πρόκειται για προσομοίωση ς π.χ. διαφορετικού εδάφους και γενικά όταν είναι να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά δεδομένα.

3.3.2 Επαλήθευση μοντέλου (Model Verification)

Πριν να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε μοντέλο θα πρέπει να επικυρωθεί., Αυτό μπορεί να γίνει με σύγκριση μεταξύ προσομοιωμένων και παρατηρούμενων τιμών. Εκτός της σύγκρισης, υπάρχουν στατιστικοί μέθοδοι για την αξιολόγηση της συσχέτισης μεταξύ των προβλεπόμενων και των παρατηρηθέντων τιμών, όπως ο συντελεστής συσχέτισης (r) και το τετράγωνό του, ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2). (Thimme Gowda, Satyareddi, & Manjunath Scholars, Crop Growth Modeling: A Review, 2013)

3.4 Σύγκριση 11 μοντέλων προσομοίωσης καλλιεργειών στην πρόβλεψη απόδοσης

Έντεκα ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα προσομοίωσης καλλιεργειών (APSIM, CERES, CROPSYST, COUP, DAISY, EPIC, FASSET, HERMES, MONICA, STICS και WOFOST) δοκιμάστηκαν, χρησιμοποιώντας σετ δεδομένων κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.) σε διαφορετικές ποσότητες λιπάσματος Αζώτου (N) ποσοστά σε τρία πειραματικά έτη στο Jokioinen της Φινλανδίας. Τα μοντέλα ρυθμίστηκαν (calibrated) χρησιμοποιώντας δεδομένα από το 2002 και το 2008, εκ των οποίων το 2008 περιελάμβανε έξι (6) διαφορετικές τιμές Αζώτου (N) που κυμαίνονταν από 0 έως 150 kg N / ha. Τα μοντέλα στη συνέχεια δοκιμάστηκαν με νέα δεδομένα για το 2009 και η απόδοσή τους αξιολογήθηκε και συγκρίθηκε τόσο με τα δύο έτη βαθμονόμησης όσο και με το έτος δοκιμής. (Salo, et al., 2016)

Στον παρακάτω Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου στα διάφορα μοντέλα καλλιέργειας. Στα δεδομένα αυτά περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με τις βασικές φαινολογικές ημερομηνίες όπως ημερομηνίες σποράς (sowing), φυτρώματος (emergence) , ανθοφορίας (flowering), κίτρινης ωρίμανσης (yellow ripeness) και συγκομιδής (harvest).

Δεδομένα	Μεταβλητή	Μονάδα μέτρησης
Μετεωρολογικά	Ελάχιστη θερμοκρασία Minimum temperature	°C
	Μέγιστη θερμοκρασία Maximum temperature	°C
	Σχετική υγρασία Relative air humidity	%
	Πίεση ατμού Vapour pressure at 6 am	kPa
	Ακτινοβολία Global radiation	MJ/m ²
	Ταχύτητα ανέμου Wind speed	m/s
	Βροχή Precipitation	mm
Δεδομένα εδάφους (0 cm έως μέγιστο βάθος ρίζας)	Σύσταση του εδάφους (άργιλος, ιλύς, άμμος) Texture	clay, silt, sand (mass%)
	Corg	mass%
	C : N αναλογία C : N ratio	-
	Πυκνότητα Bulk density	m ³ /m ³
	pH	
	Χωρητικότητα Field capacity	m ³ /m ³
	Wilting point	m ³ /m ³
	Συνολική Χωρητικότητα Πόρων Total pore space	m ³ /m ³
	Κορεσμένη υδραυλική αγωγιμότητα Saturated hydraulic conductivity	cm/h
	Μέγιστο βάθος ρίζας Maximum rooting depth	(cm)
Δεδομένα καλλιέργειας	Πυκνότητα φοίτησης Crop density	Plants/m ²
	Φύτρωση Emergence	doy (=day of year)
	Ανθοφορία Flowering (or heading)	doy
	Κίτρινη ωρίμανση Yellow ripeness	doy
	Δείκτης φύλλων Leaf area index	m/m
	Απόδοση	kg DM/ha

	Yield	
Αρχικά δεδομένα	Περιεκτικότητα νερού Water content	Per layer (m³/m³)
	Περιεκτικότητα N Soil mineral N	Per layer (kg/ha)
Δεδομένα Διαχείρισης	Ημερομηνία σποράς Sowing date	doy (=day of year)
	Ημερομηνία συγκομιδής Harvest date	doy
	Λίπανση με Άζωτο (N) N fertilization	doy, fert. type, amount (kg N/ha)
	Όργωμα Tillage	doy, type, depth (m)
	Προηγούμενη σπορά/ συγκομιδή Previous crop sowing/ harvest	doy
	Προηγούμενη απόδοση καλλιέργειας Previous crop yield	(kg/ha)

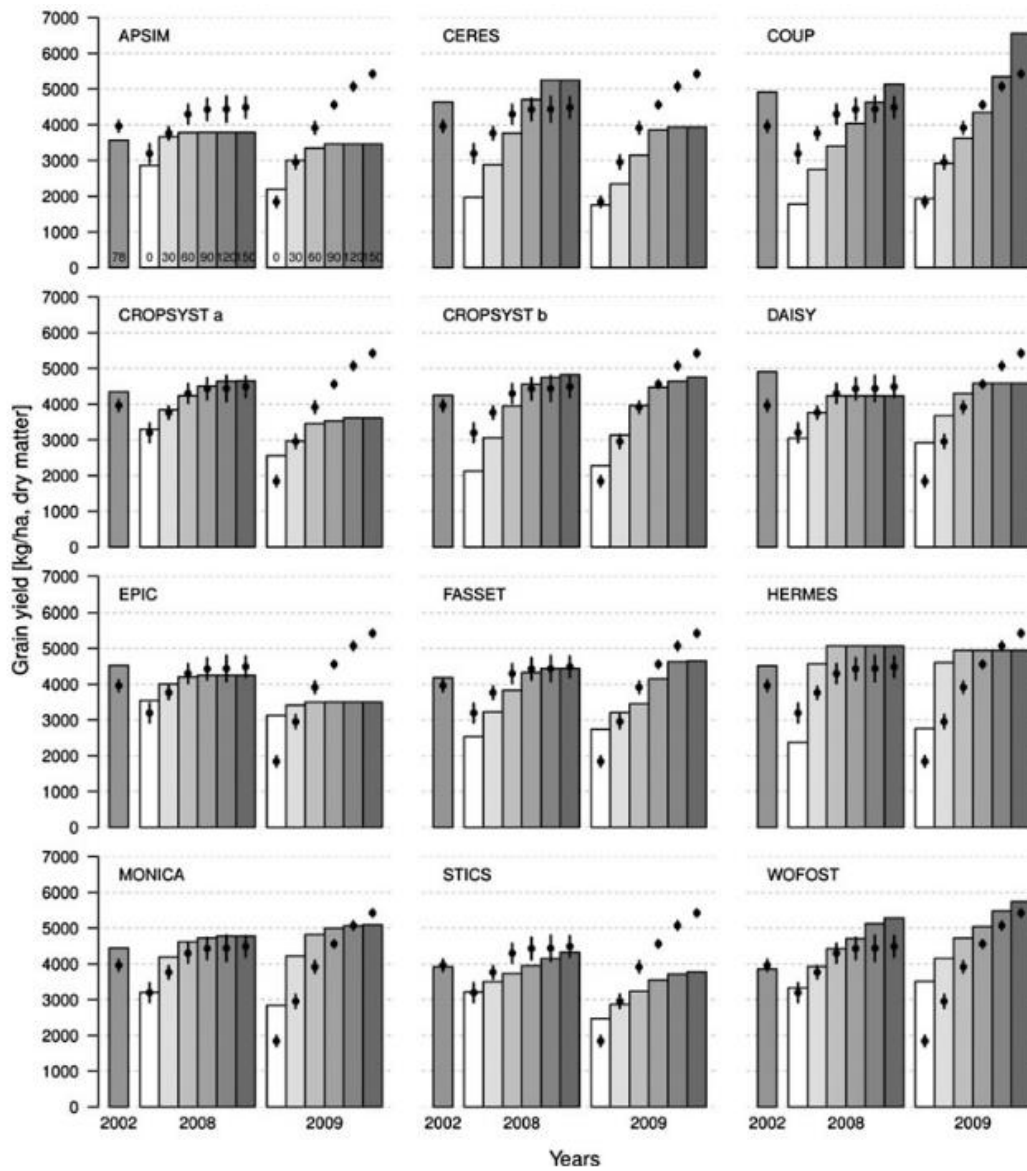
Πίνακας 6 Δεδομένα εισόδου στα διάφορα μοντέλα καλλιέργειας⁹

Στο παρακάτω Διάγραμμα 3 παρουσιάζονται οι Αποδόσεις των 11 μοντέλων σε ξηρά ύλη από Προσομοίωση (ράβδοι) και από παρατήρηση (κουκκίδες) το 2002, 2008 και 2009. Οι ράβδοι στις παρατηρούμενες αποδόσεις δείχνουν τυπική απόκλιση.

Η πλειονότητα των μοντέλων προσομοίωσε την απόδοση σιτηρών απόκριση στο λίπασμα N στα επίπεδα για 90 kg N / ha, το 2008. Τα μοντέλα: COUP, STICS, FASSET και WOFOST υπολόγισαν υψηλότερη απόδοσης στο N, στα 120-150 kg N / ha τόσο το 2008 όσο και το 2009. Το 2009, η απόκριση απόδοσης στο N ήταν τόσο βιολογικά όσο και οικονομικά κερδοφόρα μέχρι το N150.

Να σημειωθεί πως συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες, όπως οι χαμηλές θερμοκρασίες / το 2009 και υψηλή βροχόπτωση λίγο πριν τη συγκομιδή το 2008, προκαλώντας αποκλίσεις στην απόδοση που δεν καταγράφηκαν από κανένα από τα 11 μοντέλα.

⁹ (Salo, et al., 2016)



Διάγραμμα 3 Αποδόσεις σε ξηρά ύλη από Προσομοίωση (ράβδοι) και από παρατήρηση (κουκκίδες) το 2002, 2008 και 2009¹⁰

¹⁰ (Salo, et al., 2016)

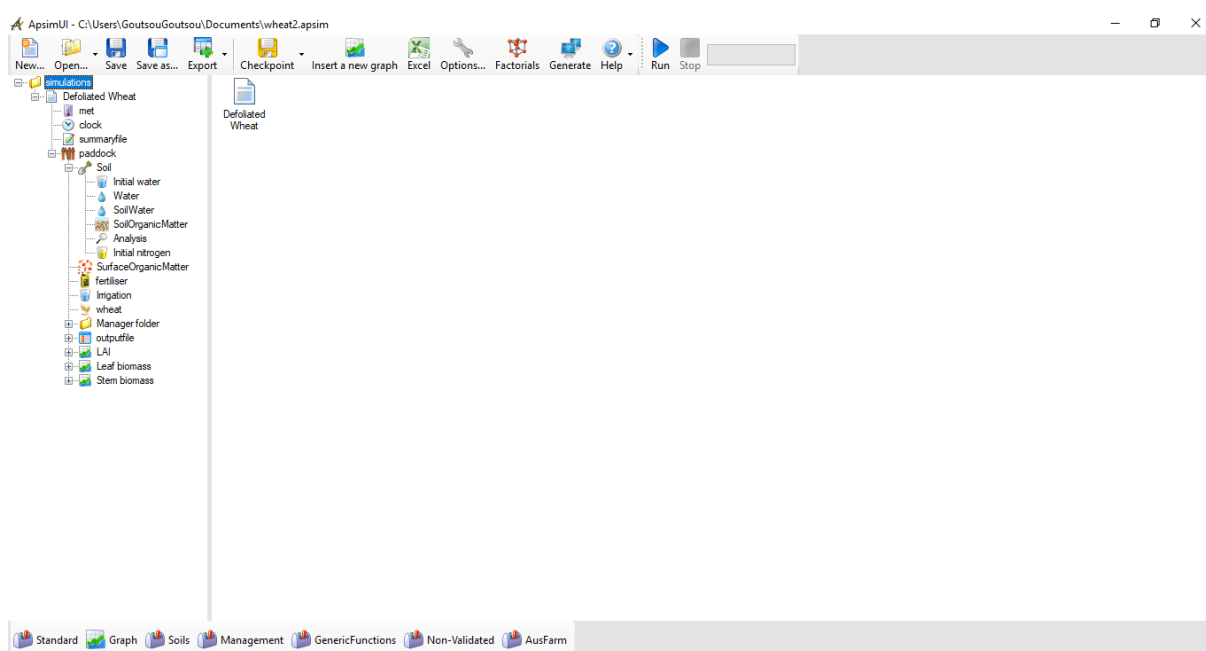
4 Ανάλυση της μεθοδολογίας του Apsim

4.1 Εισαγωγή

Αφού κατεβάσουμε¹¹ και εγκαταστήσουμε το λογισμικό APSIM version 7.10 που είναι και η πιο πρόσφατη έκδοση, ξεκινάμε την εφαρμογή (κάνοντας Windows Start Menu -> All Programs -> APSIM710-r4213-> APSIM Διεπαφή χρήστη (User Interface)). Αυτή η διεπαφή επιτρέπει πλήρη πρόσβαση σε όλες τις παραμέτρους APSIM και υποστηρίζει πολλαπλές προσομοιώσεις.

4.2 Διεπαφή χρήστη (User Interface)

Η διεπαφή χρήστη περιλαμβάνει μια γραμμή εργαλείων (tool bar) στο επάνω μέρος, μια γραμμή εργαλείων στο κάτω μέρος και δύο παράθυρα στο ενδιαμέσο όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 11.



Εικόνα 11 Η διεπαφή χρήστη (User Interface) του APSIM και τα μέρη του

4.2.1 Το δέντρο ελέγχου προσομοίωσης (Simulation Tree)

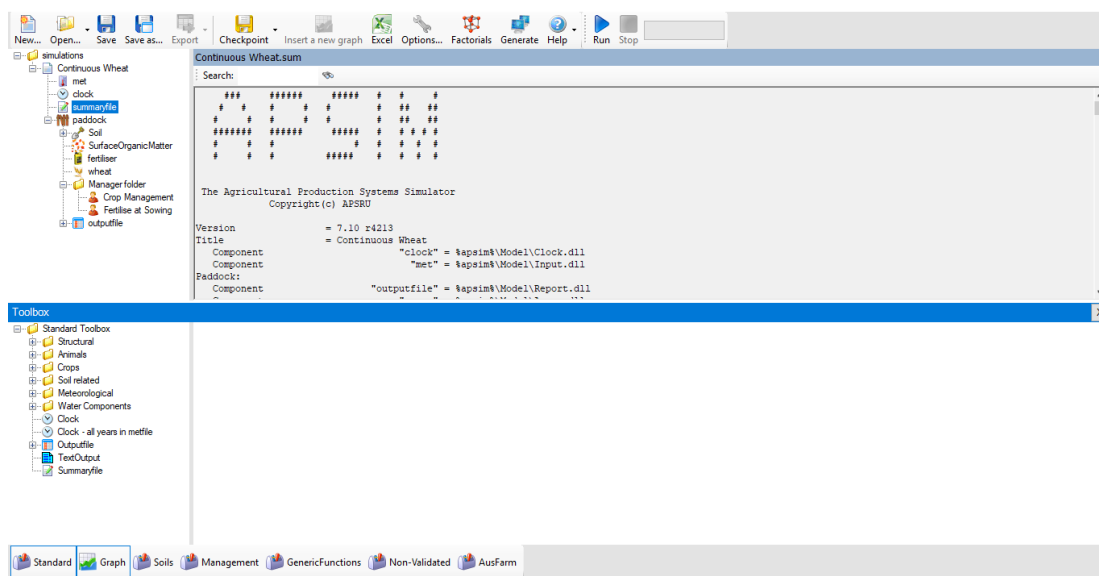
Ο έλεγχος δέντρου στα αριστερά δείχνει τα στοιχεία (components) που συνθέτουν την προσομοίωση APSIM (Simulation Tree). Κάνοντας κλικ σε ένα στοιχείο θα εμφανιστούν οι ιδιότητες για αυτό το στοιχείο στα δεξιά.

¹¹ <https://www.apsim.info/download-apsim/downloads/>

Συνιστάται οι τροποποιήσεις να γίνονται από πάνω προς τα κάτω στο δέντρο προσομοίωσης, ελέγχοντας τις ιδιότητες κάθε στοιχείου. Τα στοιχεία μπορούν να μετονομαστούν, να διαγραφούν από το δέντρο προσομοίωσης επιλέγοντας το στοιχείο και πατώντας διαγραφή. Ωστόσο η διαγραφή ή η μετονομασία στοιχείων συνήθως έχει επιπτώσεις σε άλλα στοιχεία που πρέπει επίσης να αλλάξουν. Η σειρά των στοιχείων στο δέντρο μπορεί να αλλάξει με δεξί κλικ στο στοιχείο και επιλογή «Move Up» ή «Move Down». Η σειρά ωστόσο των συστατικών δεν είναι συνήθως σημαντική, με μόνη εξαίρεση είναι η σειρά στον φάκελο Manager.

4.2.2 Προσθήκη στοιχείων σε προσομοίωση

Για να προσθέσουμε στοιχεία (components) σε ένα δέντρο προσομοίωσης, κάνουμε κλικ στο κουμπί «Standart» στη γραμμή εργαλείων στο κάτω μέρος. Η εργαλειοθήκη (Toolbox) περιέχει πολλά στοιχεία και οντότητες προσομοίωσης που μπορούν να μεταφερθούν στο δέντρο προσομοίωσης όπως φαίνεται στο παρακάτω Εικόνα 12.



Εικόνα 12 Προσθήκη στοιχείων σε προσομοίωση από Toolbox

Αυτά τα στοιχεία και οντότητες προσομοίωσης αφορούν καλλιέργειες, έδαφος, μετεωρολογικά δεδομένα, άρδευσης, χρόνου προσομοίωσης (clock), στοιχεία εξόδου (αποτελέσματα προσομοίωσης).

4.3 Είδη φυτών που προσομοιώνονται από το APSIM

Πριν ξεκινήσουμε την 1^η προσομοίωση να αναφέρουμε τα είδη φυτών που προσομοιώνονται από το APSIM στον παρακάτω πίνακα 7

A/A	PLANT SPECIES	ΕΙΔΗ ΦΥΤΩΝ
1	Barley	Κριθάρι
2	Canola	Κανόλα
3	Chickpea	Ρεβίθι
4	Cotton	Βαμβάκι
5	Cowpea	Φασόλι
6	Fababean	Κουκιά
7	FieldPea	Μπιζέλι
8	Eucalyptus. Grandis, E.Melliiodora, E.Populnea	Ευκάλυπτος
9	Lucerne	Τριφύλλι
10	Lupin	Λούπινο
11	Maize	Αραβόσιτος
12	Millet	Κεχρί
13	Mucuna	Mucuna (οσπριοειδές φυτό)
14	MungBean	Ροβίτσα (φασόλι Μουνγκ)
14	Peanut	Φιστικιά
15	PigeonPea	Μπιζέλι περιστέρι
16	Rice(Oryza2000)	Ρύζι
17	Sorghum	Σόργο
18	Soybean	Σόγια
19	Sugar model	Ζάχαρη μοντέλο
20	Weed	Ζιζάνια
21	Wheat	Σιτάρι

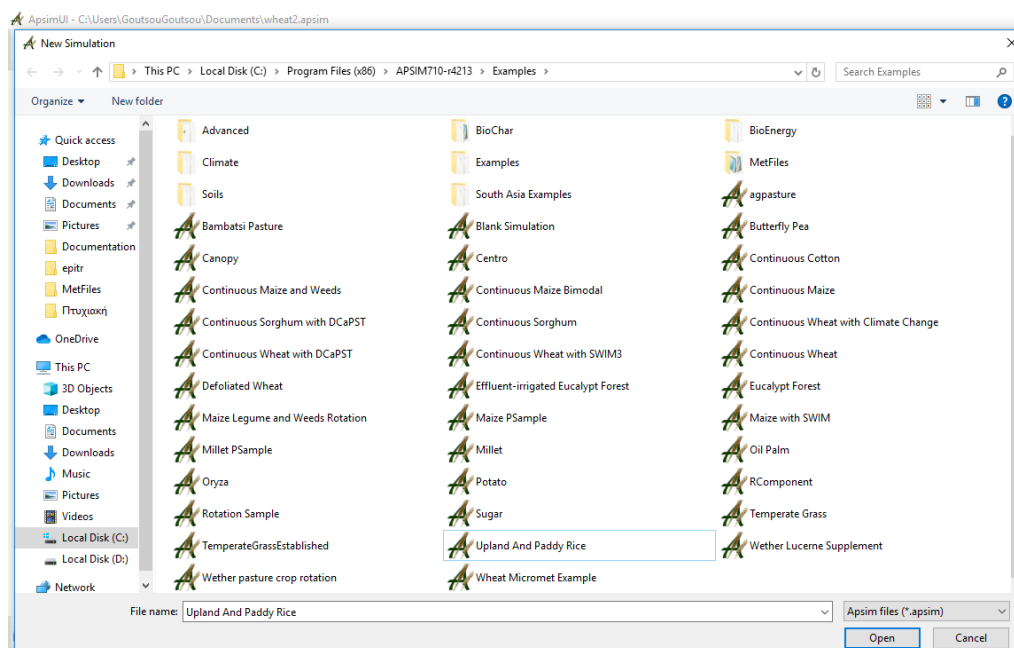
Πίνακας 7 Είδη φυτών που προσομοιώνονται από το APSIM¹²

4.4 Δημιουργία προσομοίωσης

Για τη δημιουργία νέας προσομοίωσης, κάνουμε κλικ στο **New...** στη γραμμή εργαλείων στο επάνω αριστερά μέρος της οθόνης και επιλέγουμε μια προσομοίωση που είναι πιο κοντά στον τύπο προσομοίωσης που θέλουμε να δημιουργήσουμε.

¹² <https://www.apsim.info/documentation/model-documentation/crop-module-documentation/>

Κάνοντας λοιπόν κλικ στο **New...** εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη με τις διαθέσιμες προσομοιώσεις.



Εικόνα 13 Διαθέσιμες προσομοιώσεις

Επιλέγουμε την προσομοίωση «Continuous Wheat» και αποθηκεύουμε με το όνομα «Continuous Wheat 1.apsim»

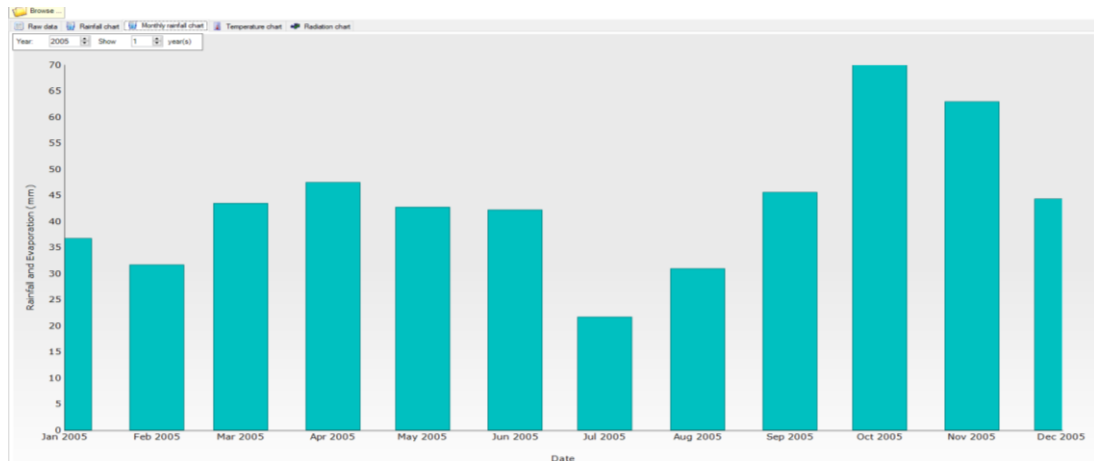
4.4.1 Μετεωρολογικά δεδομένα (Met component)

Τα μετεωρολογικά δεδομένα βρίσκονται κάτω από το στοιχείο Met στο δέντρο προσομοίωσης. Εκεί θα έχουμε τη δυνατότητα περιήγησης σε ένα αρχείο καιρού. Τα αρχεία καιρού πρέπει να είναι σε μορφή APSIM και πρέπει να έχουν επέκταση .met. Θα πρέπει για κάθε μέρα του έτους (1-365) να υπάρχει ξεχωριστή γραμμή με τα εξής δεδομένα:

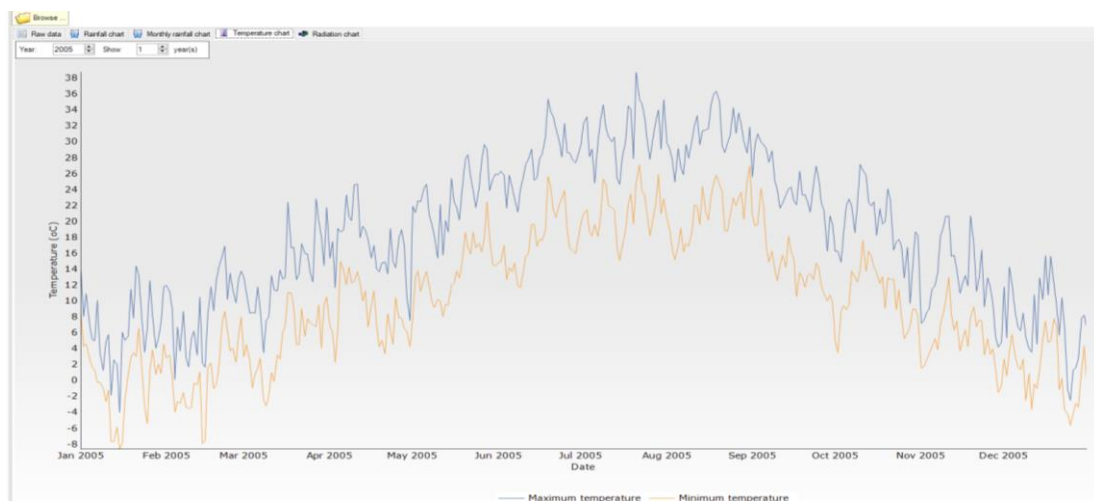
Year	day	radn	maxt	mint	rain
		MJ/m ²	oC	oC	mm
Έτος	ημέρα του έτους 1-365	Ακτινοβολία	Μέγιστη θερμοκρασία	Ελάχιστη θερμοκρασία	Βροχή

Εισάγοντάς το από την επιλογή Browse., έχουμε τη δυνατότητα να δούμε τα παρακάτω γραφήματα:

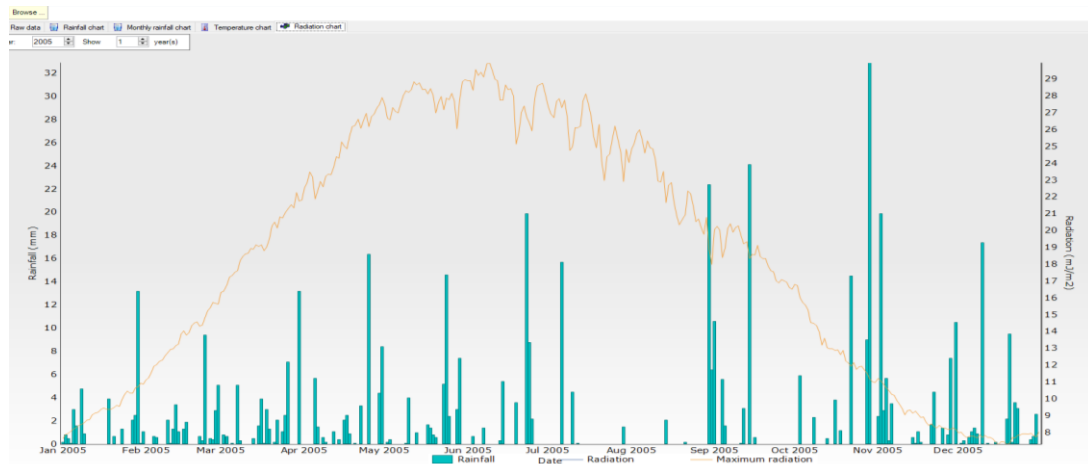
- Μηνιαίο Γράφημα Βροχής (Monthly Rainfall Chart)
- Γράφημα Ελάχιστης και Μέγιστης Θερμοκρασίας (Temperature Chart)
- Γράφημα ακτινοβολίας (Radiation Chart)



Διάγραμμα 4 Μηνιαίο Γράφημα Βροχής



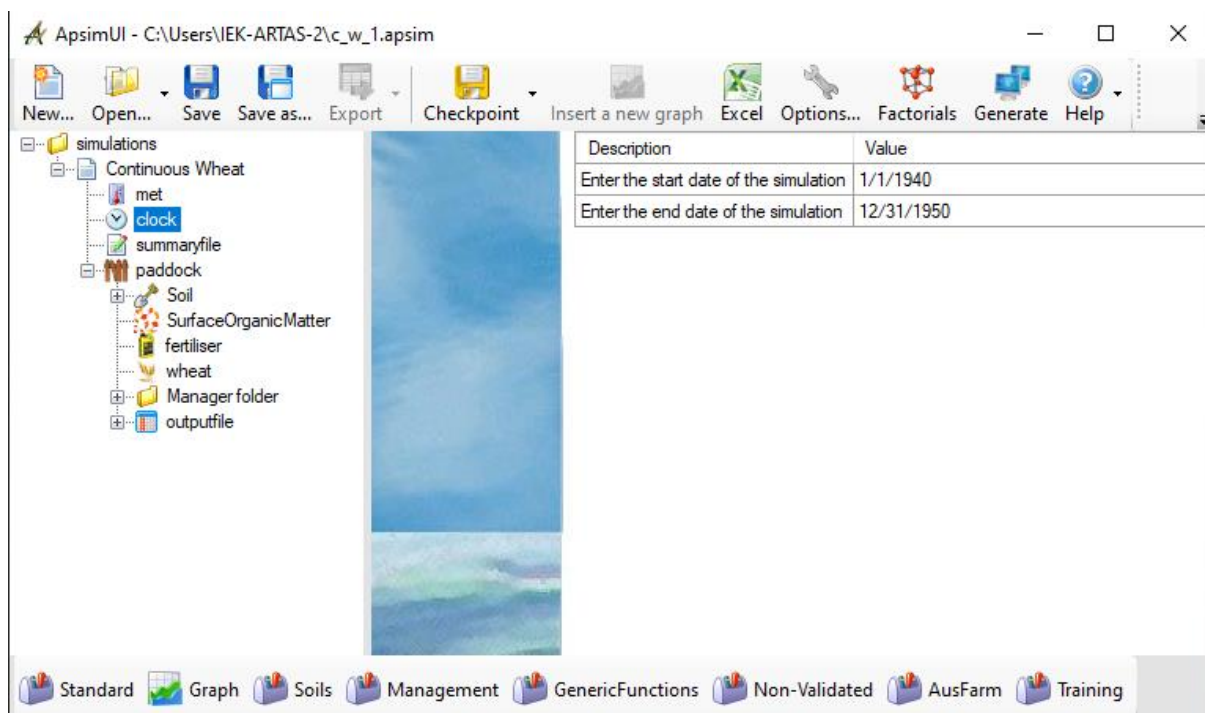
Διάγραμμα 5 Γράφημα Ελάχιστης και Μέγιστης Θερμοκρασίας



Διάγραμμα 6 Γράφημα ακτινοβολίας

4.4.2 Ρολόι -Χρονικό διάστημα (Clock)

Κάνοντας κλικ στο στοιχείο «clock» στο δένδρο προσομοίωσης εμφανίζονται δεξιά οι Ημερομηνίες Έναρξης και Λήξης της προσομοίωσης, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 14.



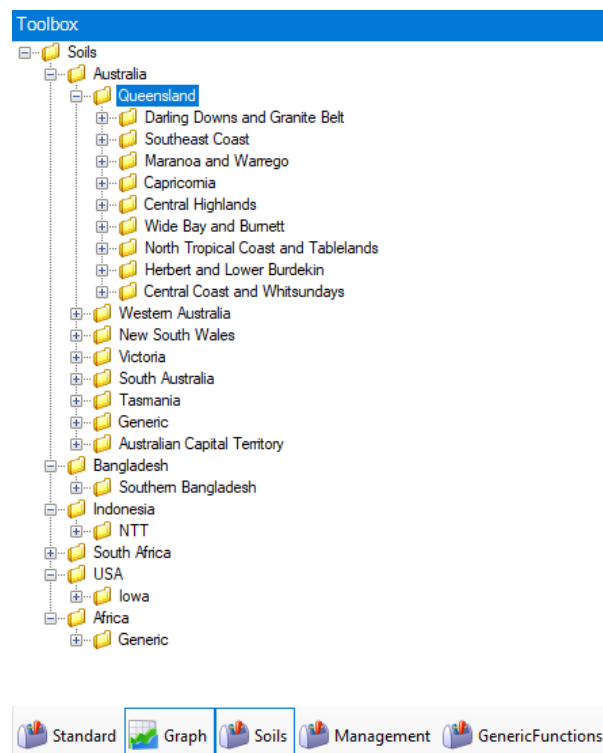
Εικόνα 14 Clock - Ημερομηνίες Έναρξης και Λήξης της προσομοίωσης

Εισάγουμε 1/1/2005 ως Ημερομηνία Έναρξης (start date of the simulation) και 12/31/2005 για Ημερομηνία Λήξης (end date of the simulation) της προσομοίωσης

4.4.3 Έδαφος (Soil)

Χρησιμοποιώντας την εργαλειοθήκη (toolbox) «Soils» από την κάτω γραμμή εργαλείων έχουμε τη δυνατότητα επιλογής ενός κατάλληλου αρχείου εδάφους, ανά περιοχή. Η εργαλειοθήκη «Soils» διαθέτει πολλά εδάφη προς επιλογή, κυρίως από περιοχές της Αυστραλίας, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 15.

Επίσης γενικού τύπου εδάφη , «Sand» και «Heavy Clay» υπάρχουν στην εργαλειοθήκη (toolbox) «Training» μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε προσομοιώσεις



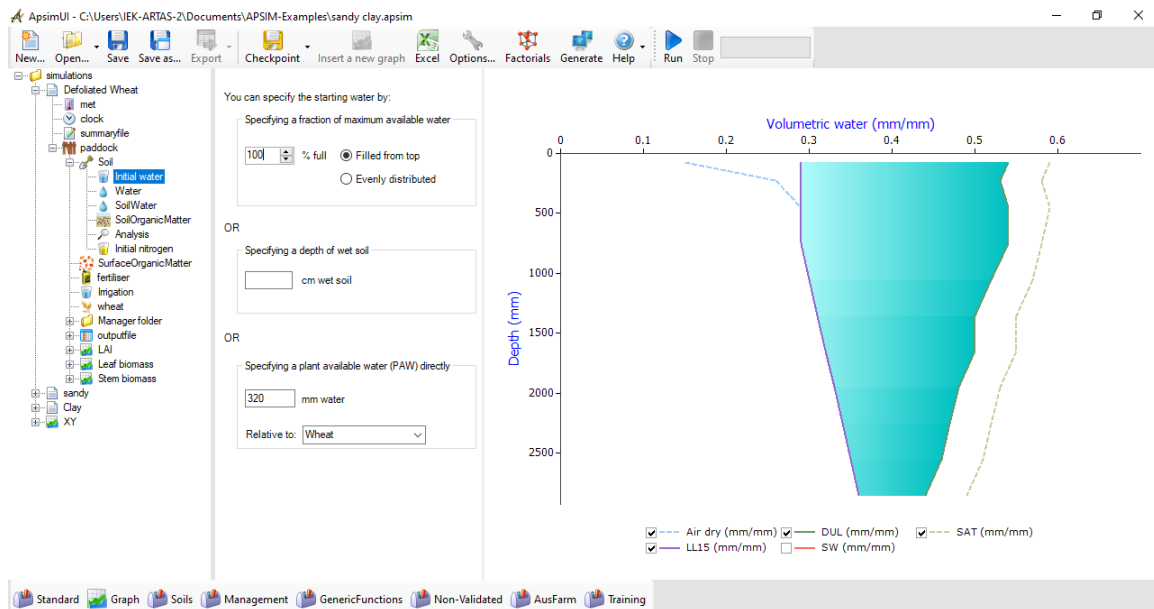
Εικόνα 15 Η εργαλειοθήκη «Soils» με διάφορα αρχεία εδάφους ανά περιοχή.

Αφού «σύρουμε» ένα επιθυμητό έδαφος στο δέντρο προσομοίωσης, το έδαφος πρέπει να παραμετροποιηθεί για τις καλλιέργειες που πρόκειται να προσομοιώσουμε, όπως θα δούμε παρακάτω στην ενότητα «Water».

Στο δένδρο προσομοίωσης κάτω στο στοιχείο «Soil» περιλαμβάνονται οι εξής οντότητες:

4.4.3.1 Αρχική Ποσότητα Νερού (Initial water)

Η αρχική ποσότητα νερού μπορεί να καθοριστεί με πολλούς τρόπους εισάγοντας ένα ποσοστό νερού ή mm νερού. Όλες οι αλλαγές που πραγματοποιούνται αυτόματα στο γράφημα στα δεξιά, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 16.



Εικόνα 16 Η αρχική ποσότητα νερού , εισάγοντας ένα ποσοστό νερού ή mm νερού

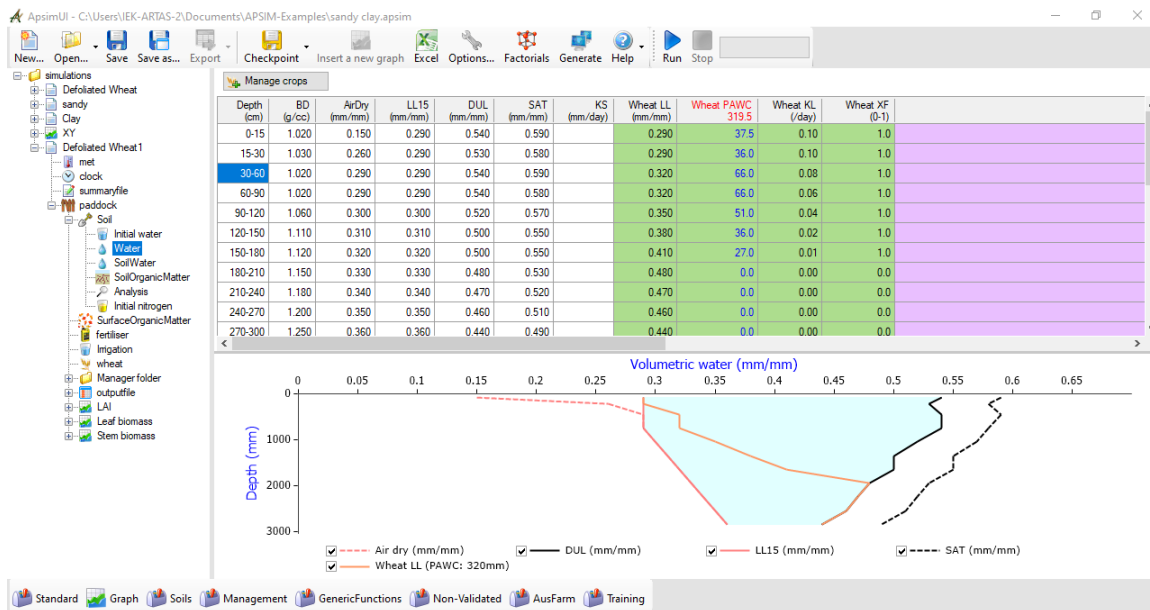
Όπου στο γράφημα:

- **LL15:** (Lower Limit 15 bar, $\text{mm}^3 / \text{mm}^3$) είναι το χαμηλότερο όριο περιεκτικότητας σε νερό εδάφους για την ανάπτυξη φυτών. Αντιστοιχεί σε δυναμικό εδάφους 15 bar.
- **DUL:** (Drained Upper Limit, $\text{mm}^3 / \text{mm}^3$) είναι το ανώτατο όριο της περιεκτικότητας σε νερό του εδάφους. Είναι το περιεχόμενο του νερού που διατηρείται μετά τη βαρυντική ροή.
- **SAT:** ($\text{mm}^3 / \text{mm}^3$) είναι η κορεσμένη σε περιεκτικότητα νερό¹³

4.4.3.2 Water

Κάτω από το στοιχείο «Initial Water» υπάρχει το στοιχείο «Water» στο οποίο εισάγονται τιμές ανά 15 cm βάθους, δηλ. 0-15cm, 15-30cm, 30-60 cm κλπ, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 17.

¹³ <https://www.apsim.info/documentation/model-documentation/soil-modules-documentation/soilwat/>

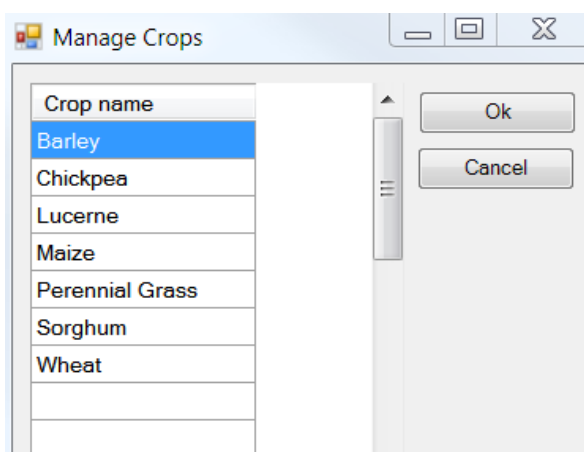


Εικόνα 17 Το στοιχείο «Water» στο οποίο εισάγονται τιμές ανά 15 cm βάθους

Οι τιμές που απαιτούνται για κάθε στρώμα βάθους εκτός από τα **LL15**, **DUL** και **SAT** που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι :

- **BD:** (Bulk Density) Πυκνότητα του εδάφους για κάθε στρώση σε g/cm^3
- **AirDry:** air-dry water content, air dry mm water/ mm soil ($\text{mm}^3 / \text{mm}^3$)
- **LL, KL και XF.** Εάν η προσομοίωση πρόκειται για σιτάρι, τότε το έδαφος πρέπει να έχει τιμές LL, KL και XF για σιτάρι, οι οποίες φορτώνουν από το κουμπί «Manage crops» και επιλέγοντας την καλλιέργεια, όπως φαίνεται στην παρακάτω

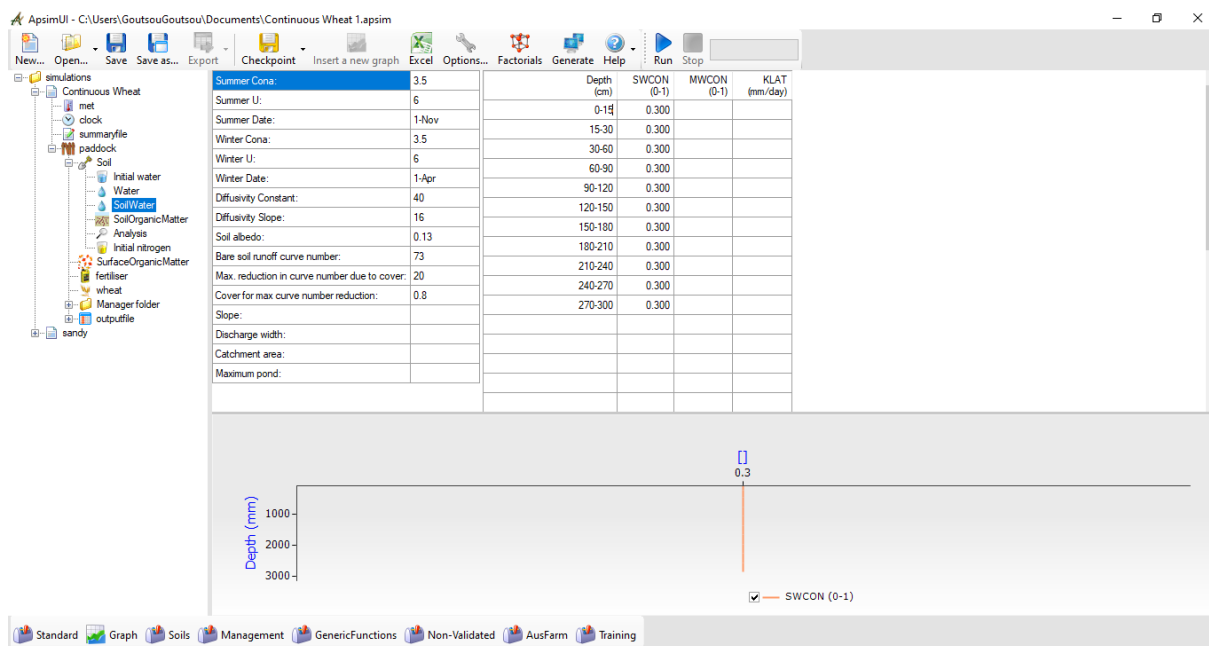
Εικόνα 18



Εικόνα 18 Οι τιμές LL, KL και XF για κάθε καλλιέργεια

4.4.3.3 Soil Water

Στο στοιχείο «Soil Water» στο οποίο εισάγονται τιμές ανά στρώμα βάθους δεξιά, ενώ αριστερά οι μεταβλητές **Cona** και **U** σχετίζονται με την εξάτμιση και προκύπτουν από Πίνακα9, σε περιοχές της Αυστραλίας . Το στοιχείο «Soil Water» φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 19.



Εικόνα 19 Sol Water

όπου η μεταβλητή **SWCON** είναι το κλάσμα του νερού πάνω από το DUL που μετακινείται καθημερινά στο επόμενο στρώμα εδάφους ως εξής:

- Αργιλώδη = 0,3
- Πηλώδη = 0,5
- Αμμώδη = 0,7

Προσαρμογή πρέπει να πραγματοποιείται σε ενδιάμεσα τύπου εδάφη.¹⁴

Cropping area	U	Cona	U	Cona	Changeover S to W	Changeover W to S
	Summer	Summer	Winter	Winter	JDay	JDay
North	6	3,5	4	2,5	91	305
South/West	6	3,5	2	2	91	305

Πίνακας 8 Τιμές των Cona και U σε περιοχές της Αυστραλίας

¹⁴ <https://www.apsim.info/wp-content/uploads/2019/10/Parameters-for-soil-water-Ver24.pdf>

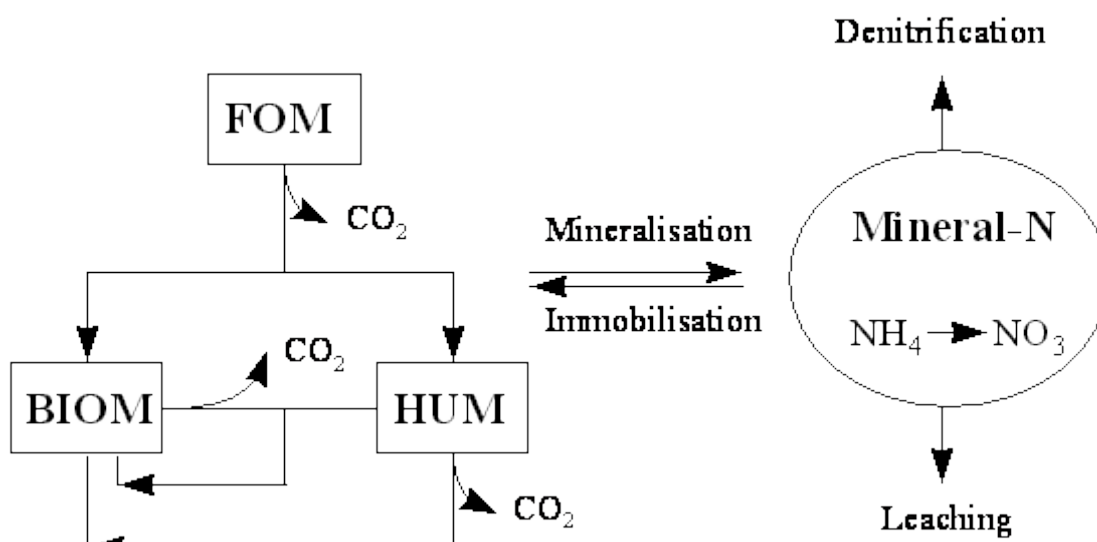
ενώ οι τιμές των **Diffusivity Constant** προκύπτουν από τον παρακάτω Πίνακα 10 καθώς και λοιπών μεταβλητών, ενώ η **Diffusivity Slope** είναι 40 για τα είδη των εδαφών

Έδαφος	Diff Const	Slope
Αργιλώδη	40	16
Πηλώδη	88	35
Αμμώδη	250	22

Πίνακας 9 Τιμές των Diff Const και Slope

4.4.3.4 Soil Organic Matter

Στο στοιχείο «Soil Organic Matter» περιγράφεται η δυναμική του άνθρακα με τον μετασχηματισμό του στο έδαφος στα διάφορα στρώματα εδάφους σύμφωνα με την παρακάτω Εικόνα 20



Εικόνα 20 Ο μετασχηματισμό του C στο έδαφος στα διάφορα στρώματα εδάφους

Με **biom** να αντιπροσωπεύει την πιο ευκίνητη, μικροβιακή βιομάζα εδάφους και μικροβιακά προϊόντα, ενώ το **hum** περιλαμβάνει το υπόλοιπο οργανικής ύλης του εδάφους.¹⁵ με τον οργανικό άνθρακας να υπολογίζεται από την σχέση:

$$\text{organic carbon (kg/ha)} = \text{biom_c} + \text{hum_c}$$

και ο συνολικός άνθρακας

$$\text{total carbon} = \text{Fresh Organic Matter (FOM) carbon} + \text{organic carbon}$$

¹⁵ <https://www.apsim.info/documentation/model-documentation/soil-modules-documentation/soiln/>

ενώ κατά την αρχικοποίηση, οι ποσότητες **hum** άνθρακα και **biom** άνθρακα σε κάθε στρώμα υπολογίζονται από τιμές εισόδου.

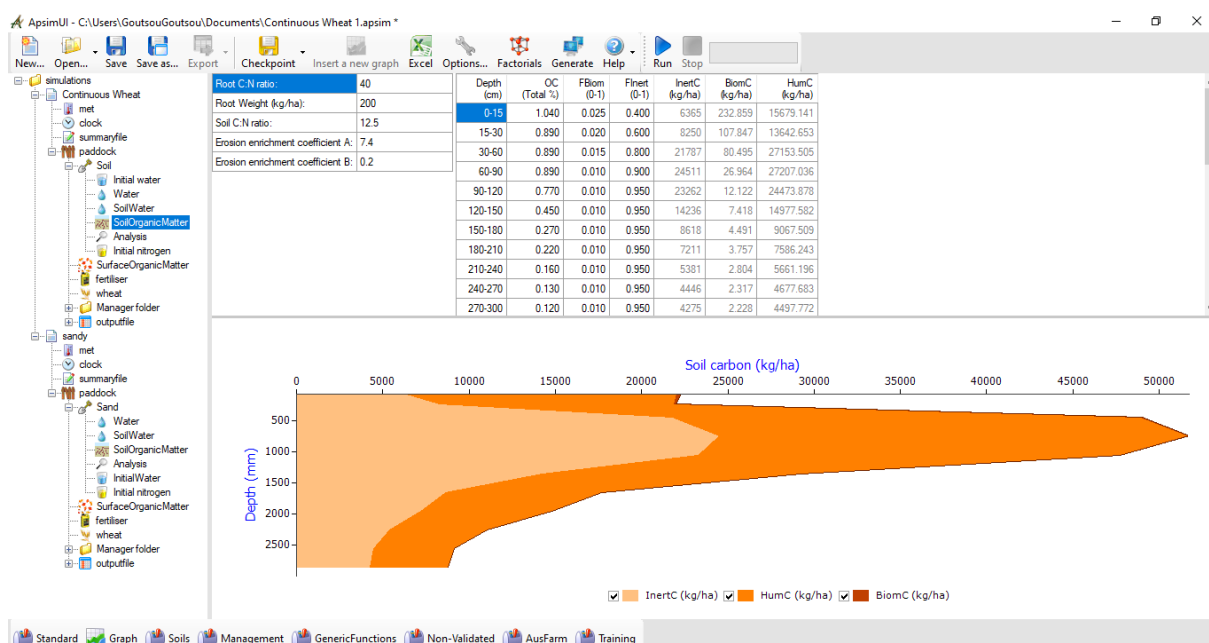
Η ποσότητα της δεξαμενής **hum** καθορίζεται πολλαπλασιάζοντας τον οργανικό άνθρακα με τον **Finert**.

Για να επιτραπούν βραδύτεροι ρυθμοί αποσύνθεσης οργανικής ύλης εδάφους στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους, ένα μέρος της δεξαμενής **hum** θεωρείται ότι δεν είναι επιρρεπείς σε αποσύνθεση. Αυτό ορίζεται ως **Finert**, το οποίο συνήθως αυξάνεται με βάθος.

Η ποσότητα της **hum** δεξαμενής που χαρακτηρίζεται ως **Inert** καθορίζεται πολλαπλασιάζοντας τον οργανικό άνθρακα **OC** με τον **Finert**.

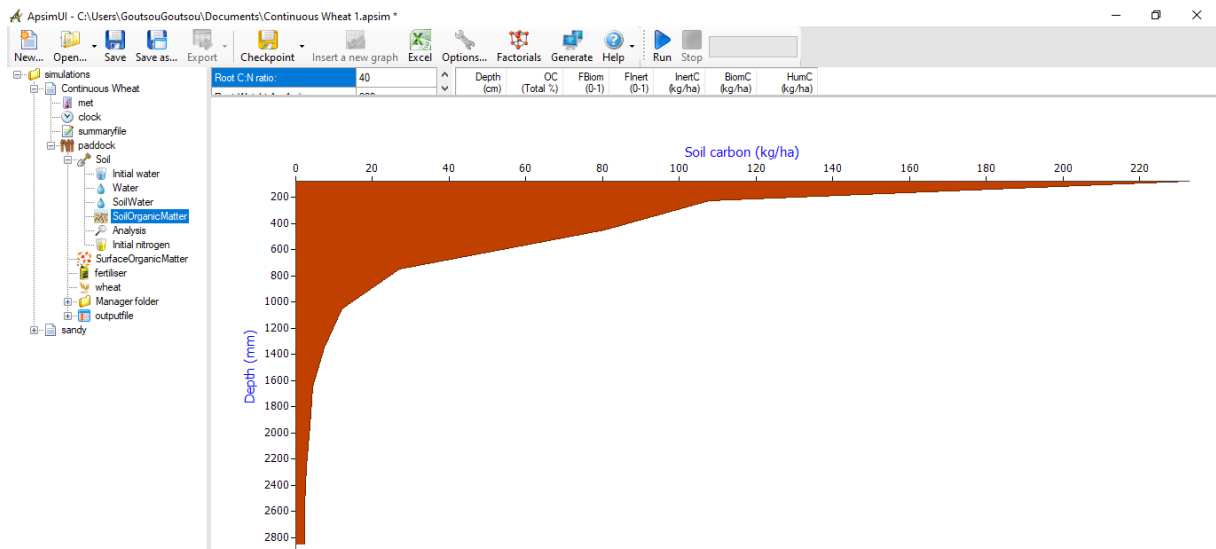
$$\text{inert_c} = \text{Finert} \times \text{oc} \text{ (in kg/ha)}$$

Η παρακάτω Εικόνα 20 δείχνει το στοιχείο «Soil Organic Matter» με τα γραφήματα **InertC** και **HumC** (kg/ha) σε σχέση με το βάθος **Depth** (mm)



Εικόνα 21 Το στοιχείο «Soil Organic Matter»

και η Εικόνα 21 το γράφημα **BiomC** (kg/ha) σε σχέση με το βάθος **Depth** (mm)



Εικόνα 22 Γράφημα BiomC (kg/ha) σε σχέση με το βάθος Depth (mm)

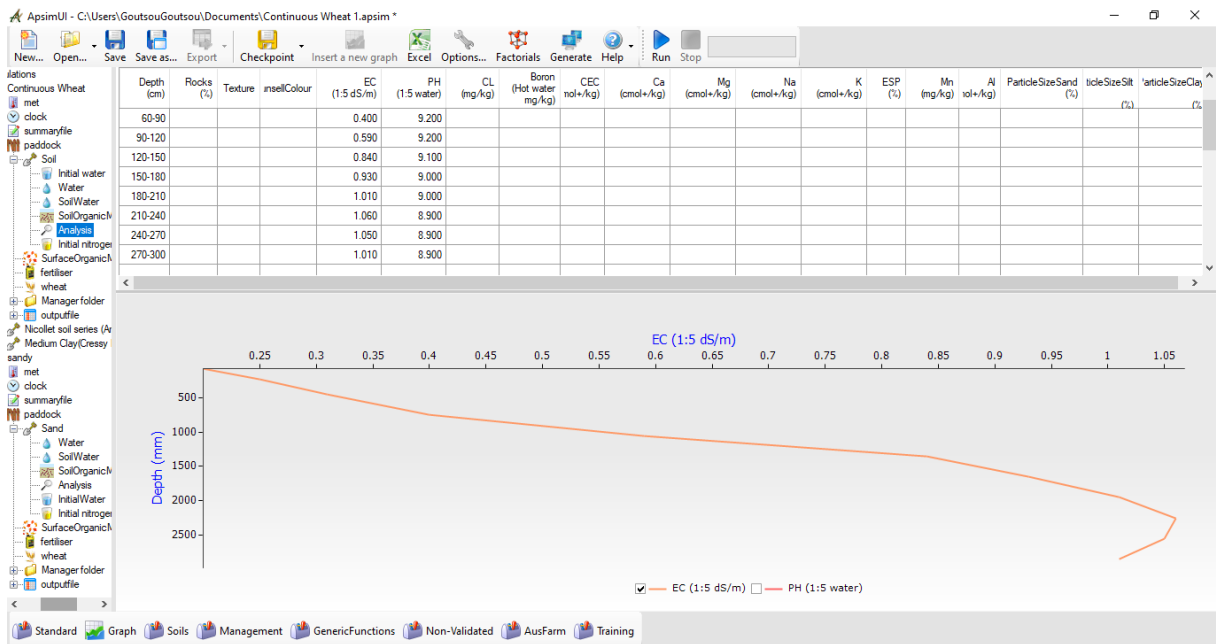
4.4.3.5 Analysis

Στο στοιχείο « Analysis» εισάγονται τιμές για τις παρακάτω μεταβλητές του εδάφους:¹⁶

- **Ηλεκτρική Αγωγιμότητα** - Electrical Conductivity (**EC**) (dS/m)
- **pH**
- **Χλώριο** - Chloride (**Cl**) (mg/kg)
- **Βόριο** -Boron (**B**) (mg/kg)
- **Χωρητικότητα ανταλλαγής κατιόντων** - Cation Exchange Capacity (**CEC**) (meq/100g)
- Κατιόντα **Ca, Mg, Na, K** - Cations (Ca, Mg, Na, K) (meq/100g)
- **Ανταλλάξιμο Νάτριο** - Exchangeable Sodium (**ESP%**) (%)
- **Μαγγάνιο** - Manganese (**Mn**) (mg/kg)
- **Αλουμίνιο** -Aluminium (**Al**) (cmol(+)/kg)
- **Rock** (Rocks %)
- **Ποσοστά (%)**, **Άμμου, Ιλύς, Αργίλου** -Particle Size (% sand, silt and clay),

όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 23 ανά στρώμα εδάφους 15 cm.

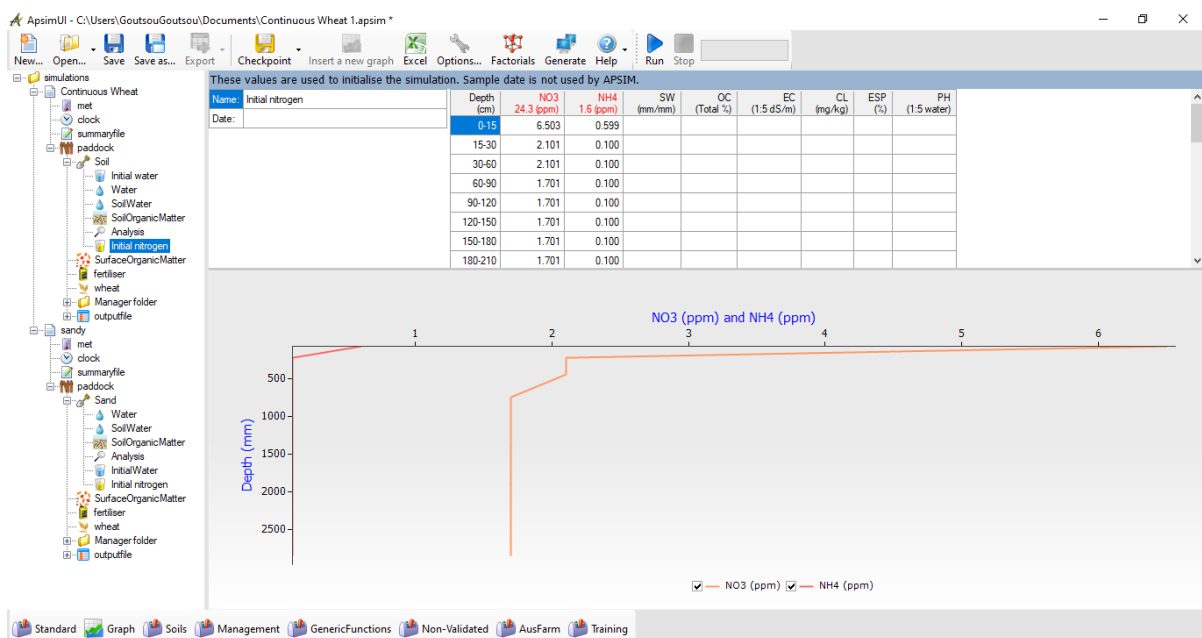
¹⁶ <https://www.apsim.info/wp-content/uploads/2019/10/Parameters-for-soil-water-Ver24.pdf>



Εικόνα 23 Το στοιχείο « Analysis» και οι τιμές EC και pH

4.4.3.6 Initial nitrogen

Στο στοιχείο «Initial nitrogen» εισάγονται οι αρχικές τιμές για το Άζωτο (N) τόσο σε αμμωνιακή (NH_4^+) όσο και σε νιτρική μορφή (NO_3^-) σε ppm όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 24 ανά στρώμα εδάφους 15 cm.



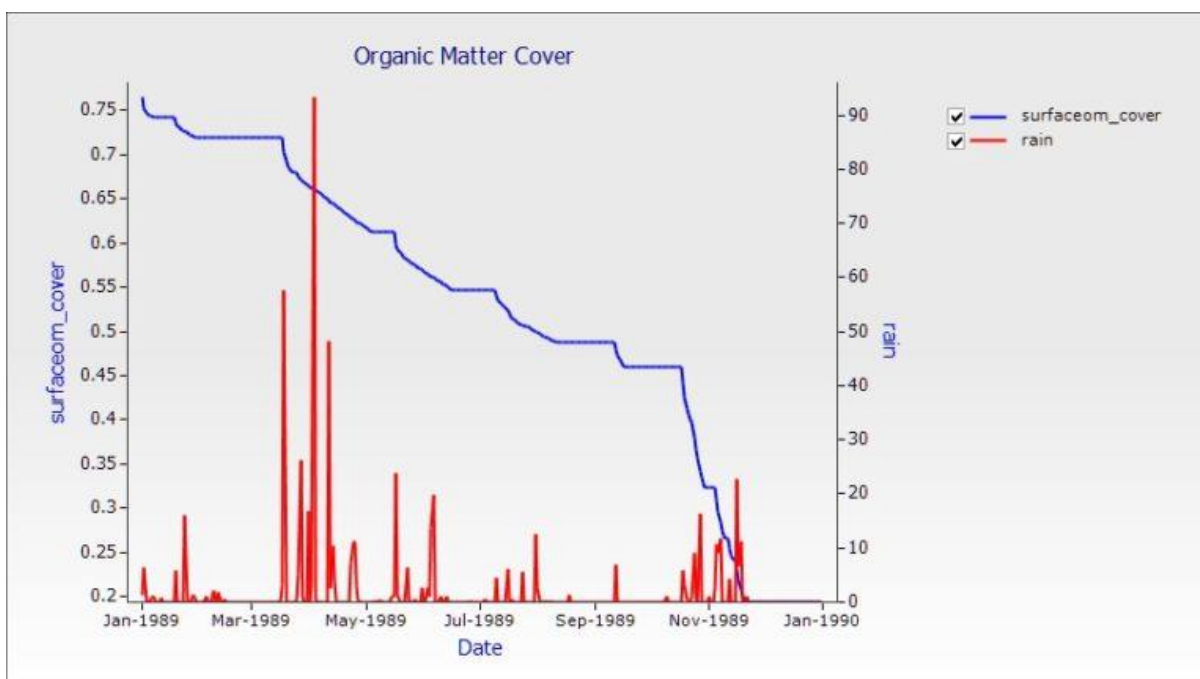
Εικόνα 24 Το στοιχείο «Initial nitrogen» και οι τιμές Αζώτου (σε NH_4^+ και NO_3^-)

Να σημειωθεί ότι αυτές οι τιμές χρησιμοποιούνται για αρχικοποίηση της προσομοίωσης.

4.4.3.7 SurfaceOrganicMatter

Το APSIM προσομοιώνει την επίδραση των υπολειμμάτων καλλιέργειας στην αποτελεσματικότητα με την οποία το νερό συλλαμβάνεται και συγκρατείται. Η κάλυψη υπολειμμάτων μειώνεται καθώς αποσυντίθενται τα υπολείμματα. Η αποσύνθεση υπολειμμάτων προσομοιώνεται στο APSIM σε απόκριση του καιρού, καθώς και της χημικής σύνθεσης των υπολειμμάτων¹⁷.

Στην παρακάτω Εικόνα 25 φαίνεται επίδραση της βροχής στην μείωση της επιφανειακής κάλυψης των υπολειμμάτων ¹⁷.



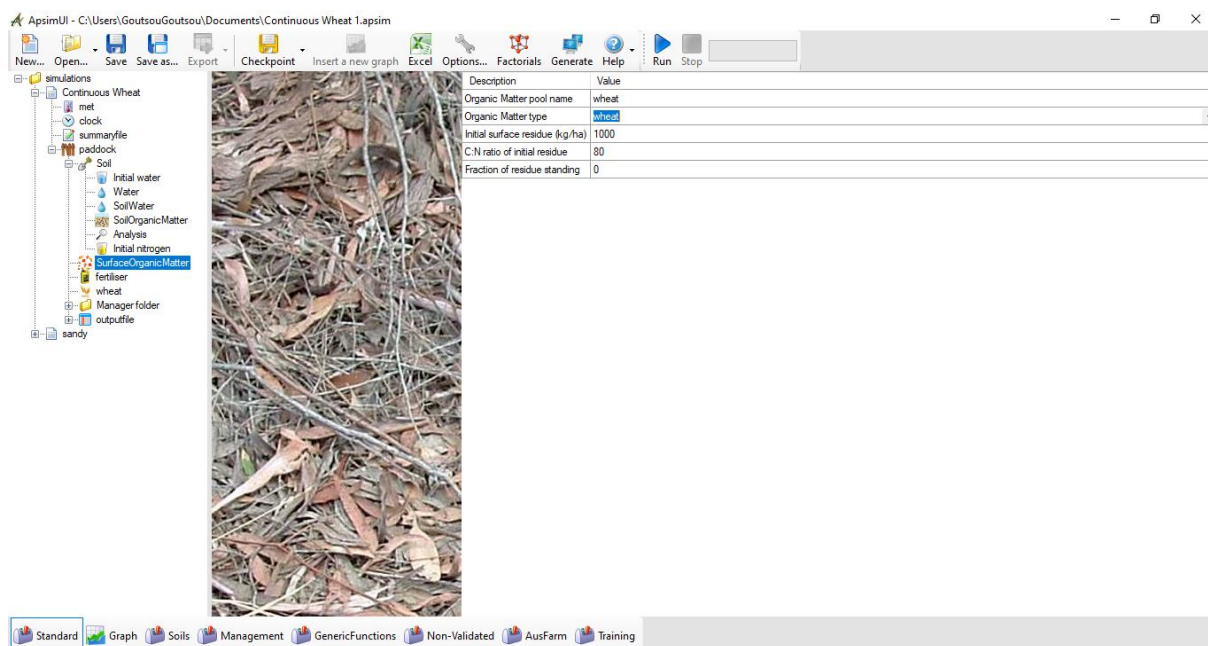
Εικόνα 25 Επίδραση της βροχής στην μείωση της επιφανειακής κάλυψης

Εδώ εισάγονται οι παρακάτω τιμές:

- Όνομα και τύπος Οργανικής Ουσίας (Organic Matter pool name & type)
- Αρχική Ποσότητα υπολείμματος επιφάνειας (kg / ha) (Initial surface residue)
- C: N αναλογία αρχικού υπολείμματος (C:N ratio of initial residue)

όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 26

¹⁷<https://www.apsim.info/support/apsim-training-manuals/surface-organic-matter-the-effect-of-residue-cover-on-soil-water-storage-during-fallow/>



Εικόνα 26 Το στοιχείο (module) «SurfaceOrganicMatter»

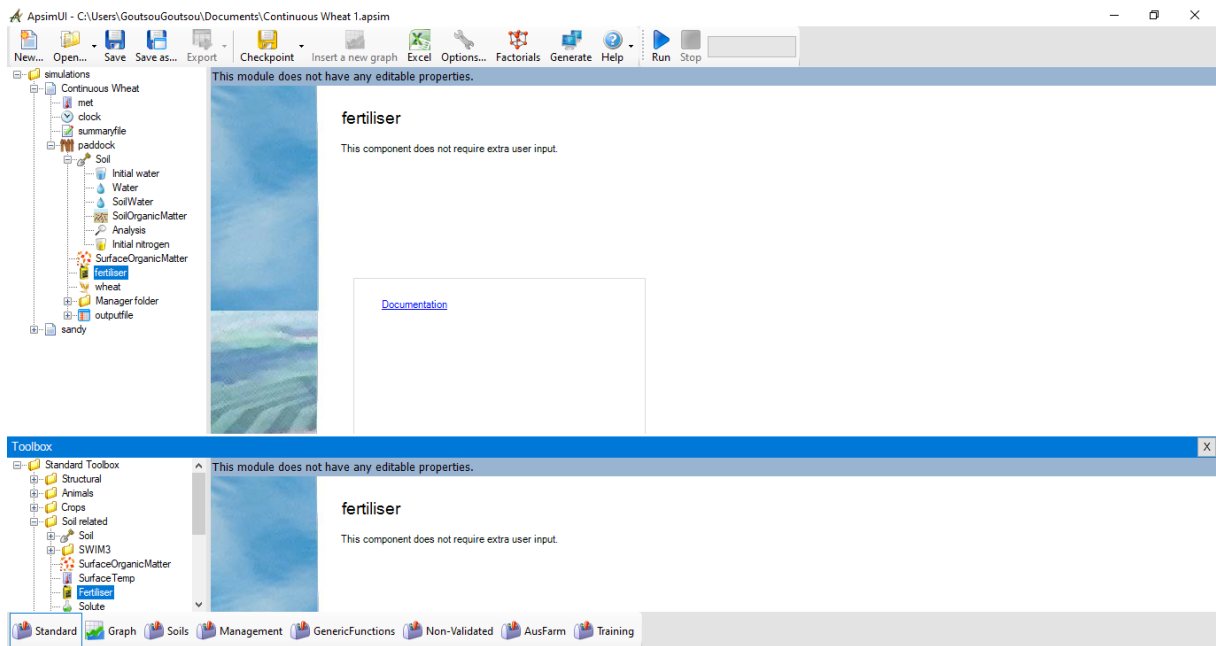
4.4.3.8 Fertiliser

Το στοιχείο (module) «Fertiliser» του APSIM επιτρέπει στο χρήστη να καθορίσει την εφαρμογή λιπάσματος. Τα δεδομένα που απαιτούνται είναι:

- η ποσότητα λιπασμάτων που θα εφαρμοστεί,
- ο τύπος λιπάσματος και
- το βάθος στο οποίο εφαρμόζεται.

Έστω ότι πρόκειται να εφαρμόσουμε 50 kg/ha ουρίας, σε βάθος 50 mm η εντολή θα έχει ως εξής:

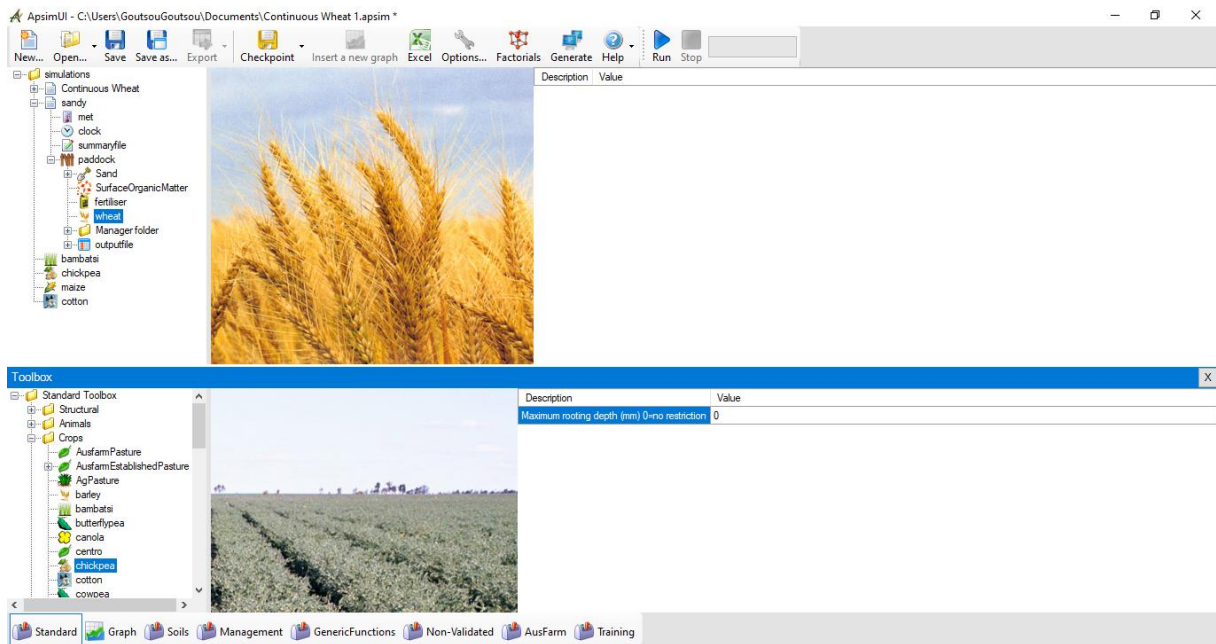
fertiliser apply amount = 50(kg/ha), depth = 50 (mm), type = urea()



Εικόνα 27 Το στοιχείο (module) «Fertiliser»

4.4.3.9 Καλλιέργεια «wheat»

Το στοιχείο «wheat» περιλαμβάνει μια εικόνα της καλλιέργειας που επιθυμούμε να προσομοιώσουμε. Να σημειώσουμε πως οι καλλιέργειες εισάγονται από το Toolbox→Crops. Σε άλλες καλλιέργεια ενδέχεται να υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής τιμών , όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα28 (chickpea)



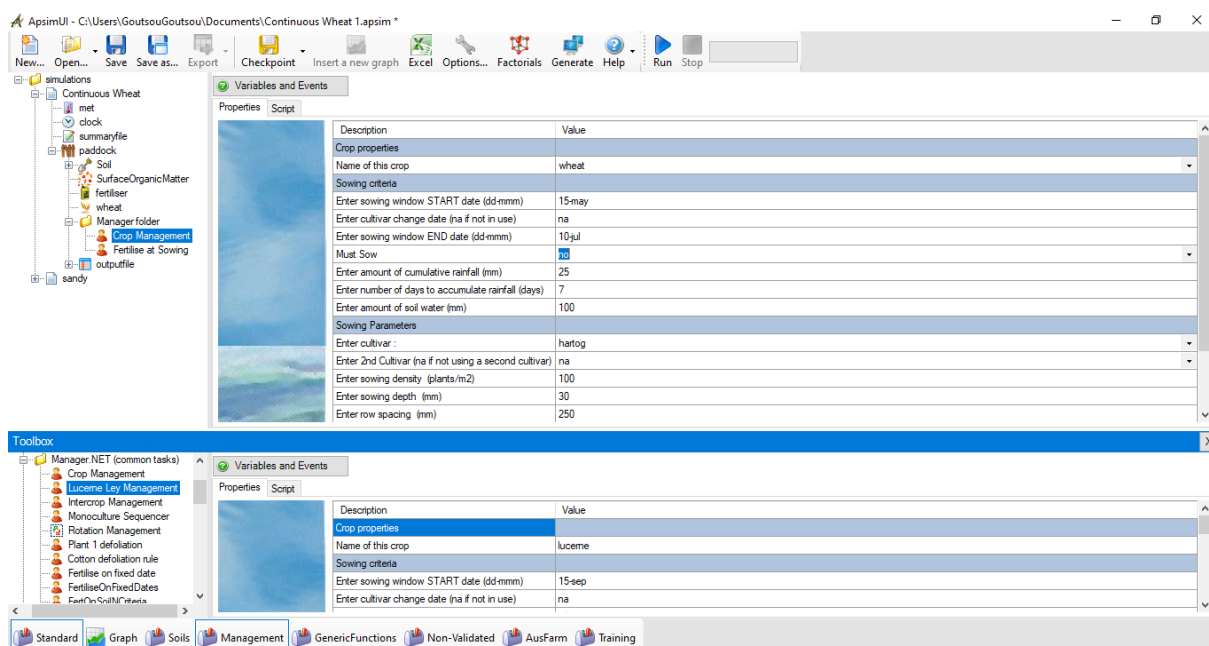
Εικόνα 28 Το στοιχείο «wheat» και «chickpea»

4.4.3.10 Manager folder

Στο «Manager folder» εμπεριέχεται όλη η διαχείριση της καλλιέργειας. Σε αυτή μπορούμε να εισάγουμε τιμές για μεταβλητές όπως:

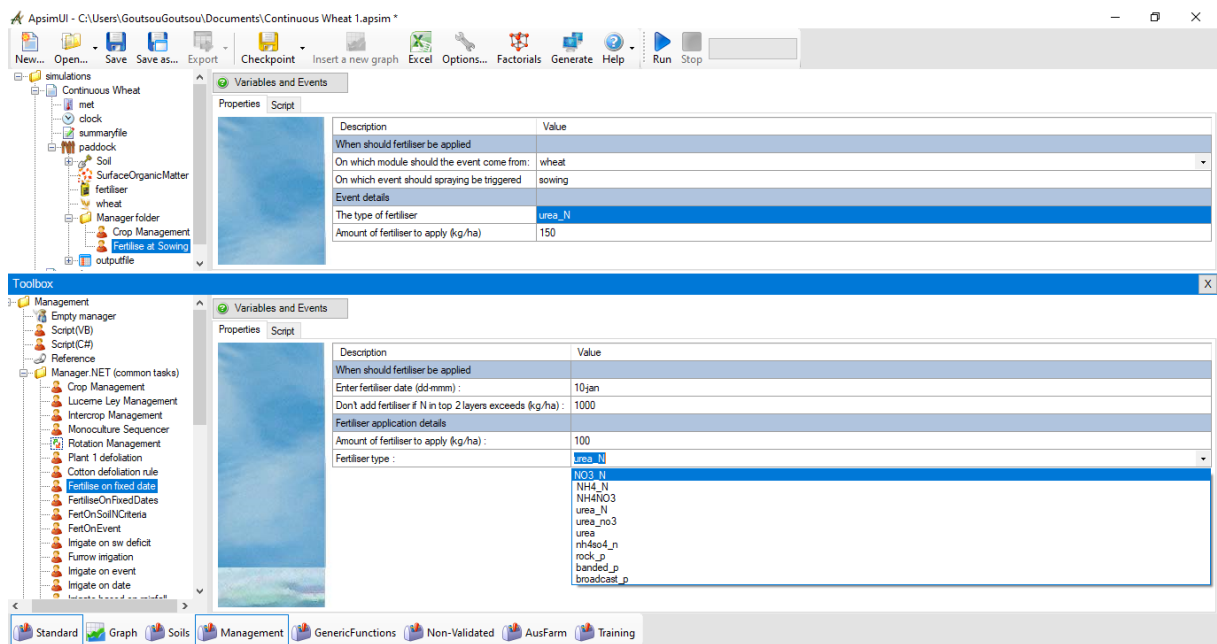
- **Ημερομηνία παραθύρου ΕΝΑΡΞΗΣ σποράς** (Enter sowing window START date)
- **Ημερομηνία παραθύρου ΛΗΞΗΣ σποράς** (Enter sowing window END)
- **Συνολική βροχόπτωση (mm)** (Enter amount of cumulative rainfall)
- **Αριθμός ημερών με βροχόπτωση** (Enter number of days to accumulate rainfall)
- **Ποσότητα εδάφους νερού (mm)** (Enter amount of soil water (mm))
- **Πυκνότητα σποράς (φυτά / m²)** (Enter sowing density (plants/m2))
- **Βάθος σποράς (mm)** (Enter sowing depth (mm))
- **Απόσταση γραμμών (mm)** (Enter row spacing (mm)),

όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα29.



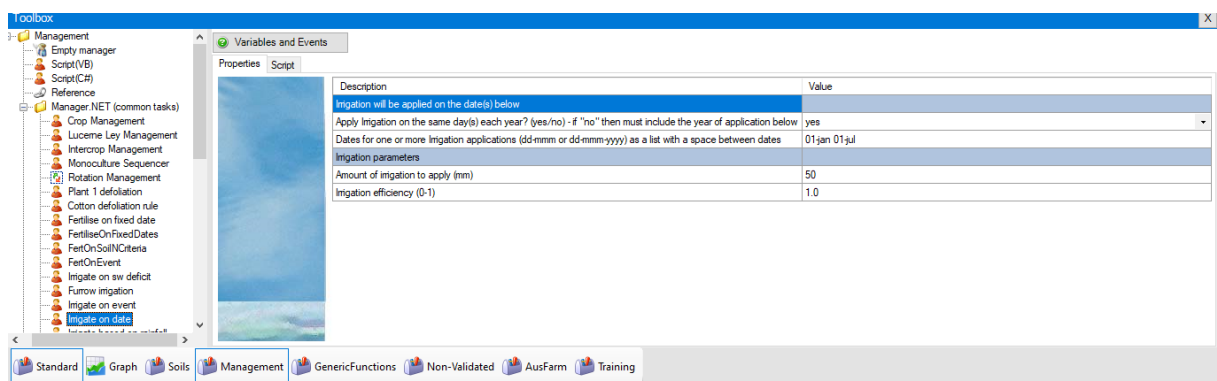
Εικόνα 29 «Manager folder» , εδώ εμπεριέχεται όλη η διαχείριση της καλλιέργειας

Από την εργαλειοθήκη (Toolbox) στο κάτω μέρος της οθόνης μπορούμε να εισάγουμε στοιχεία της διαχείρισης της καλλιέργειας. Για να εισάγουμε για παράδειγμα λίπανση κατά τη σπορά ή σε κάποια συγκεκριμένη ημερομηνία εισάγουμε από το **Toolbox** στο **paddock/Manager folder** με drag and drop το «Fertilise at Sowing» ή το «Fertilise on fixed date» αντίστοιχα, καθώς και τον τύπο της λίπανσης, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 30.



Εικόνα 30 το «Fertilise at Sowing ή on fixed date», λίπανση κατά τη σπορά ή σε συγκεκριμένη ημερομηνία

Σε περίπτωση που επιθυμούμε να ποτίσουμε σε συγκεκριμένες ημερομηνίες χρησιμοποιούμε κατά τον ίδιο τρόπο από το **toolbox** το «Irrigate on date», όπου εισάγουμε τις ημερομηνίες και τη ποσότητα (mm) της άρδευσης, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 31.



Εικόνα 31 Άρδευση σε συγκεκριμένες ημερομηνίες από το «Irrigate on date»

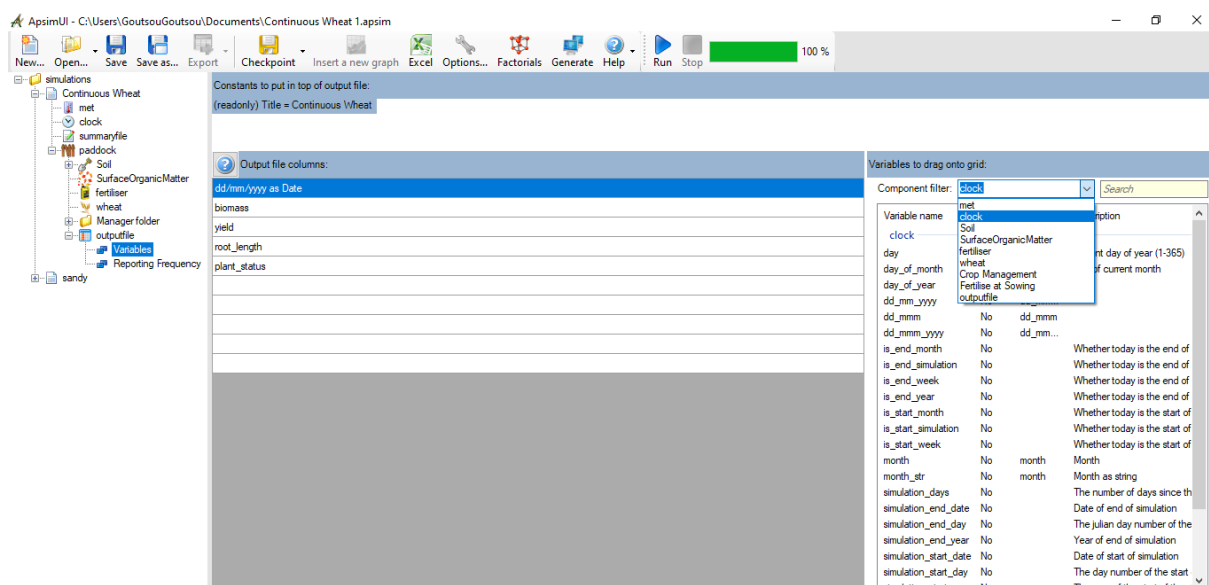
4.4.3.11 Outputfile

Στο «**Outputfile**» εισάγουμε τις μεταβλητές εξόδου «**Variables**» που επιθυμούμε ως αποτέλεσμα της προσομοίωσης.

Με το «**Reporting Frequency**» ορίζουμε πότε θέλουμε να υπολογίζονται οι μεταβλητές που επιλέξαμε παραπάνω. Πχ. Εισάγουμε τη εντολή **Harvesting** αν θέλουμε κατά τη συγκομιδή ή **Daily** αν επιθυμούμε καθημερινά.

Έστω ότι επιθυμούμε η προσομοίωση να υπολογίζει και να εμφανίζει τα εξής:

- **Ημερομηνία** από το component «**clock**», βλέπε Εικόνα 32
- **Βιομάζα** και **Απόδοση** από το component «**clock**» και
- Εισάγουμε την εντολή **Daily** στο «**Reporting Frequency**» και πατάμε «**Run**»



Εικόνα 32 Μεταβλητές εξόδου

Μετά το «**Run**» κάνουμε κλικ στο «**Outputfile**» βλέπουμε τα εξής

```
ApsimVersion = 7.10 r4213
Title = Continuous Wheat
      Date          biomass          yield
(dd/mm/yyyy)      (kg/ha)          (kg/ha)
01/01/2005         0.0              0.0
02/01/2005         0.0              0.0
03/01/2005         0.0              0.0
04/01/2005         0.0              0.0
.
29/07/2005         8400.8           0.0
30/07/2005         8574.5           0.0
31/07/2005         8661.8           123.4
01/08/2005         8796.3           242.8
02/08/2005         8922.9           357.2
03/08/2005         9044.9           462.6
04/08/2005         9195.0           558.0
```

05/08/2005	9292.7	667.4
06/08/2005	9435.0	885.8
07/08/2005	9564.0	1085.6
08/08/2005	9647.7	1308.3
09/08/2005	9743.0	1521.4

για το διάστημα που ορίστηκε στο «clock» component

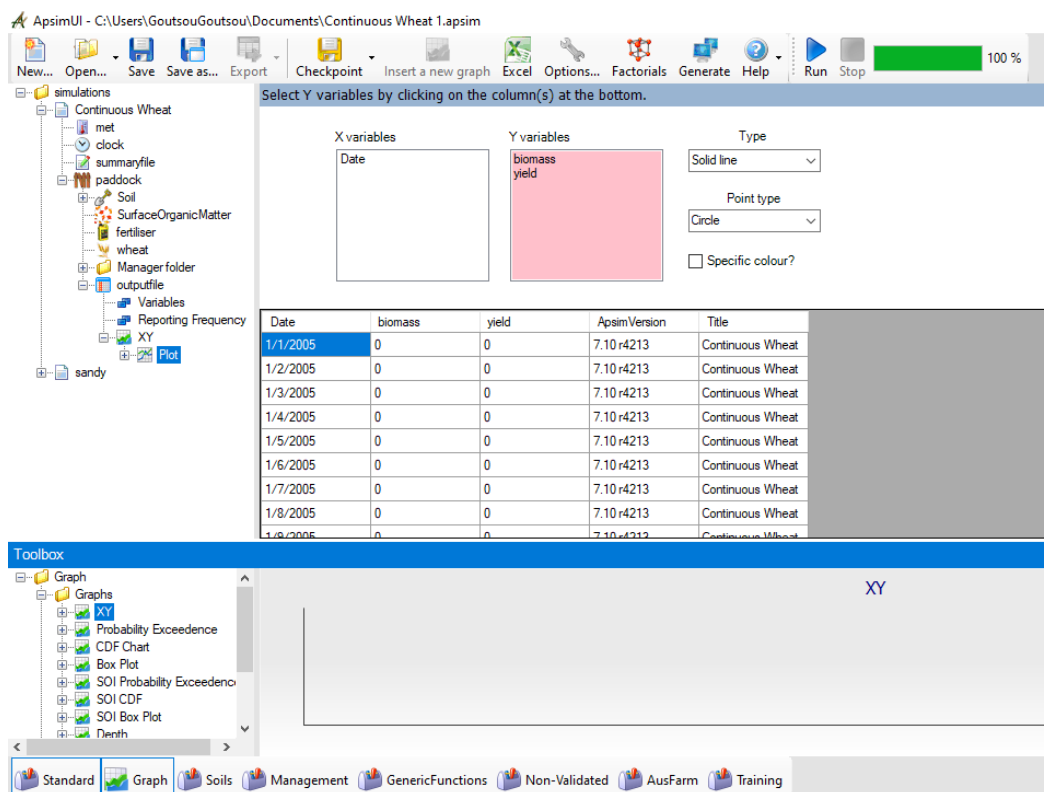
4.4.4 Γραφήματα

Προκειμένου τα δεδομένα εξόδου της παραπάνω προσομοίωσης να εμφανιστούν σε γράφημα επιλέγουμε από την κάτω εργαλειοθήκη «Toolbox» **Graph**→**Graphs**→**XY** και το «σέρνουμε» στο «**Outputfile**».

Στη συνέχεια στο «**Plot**»

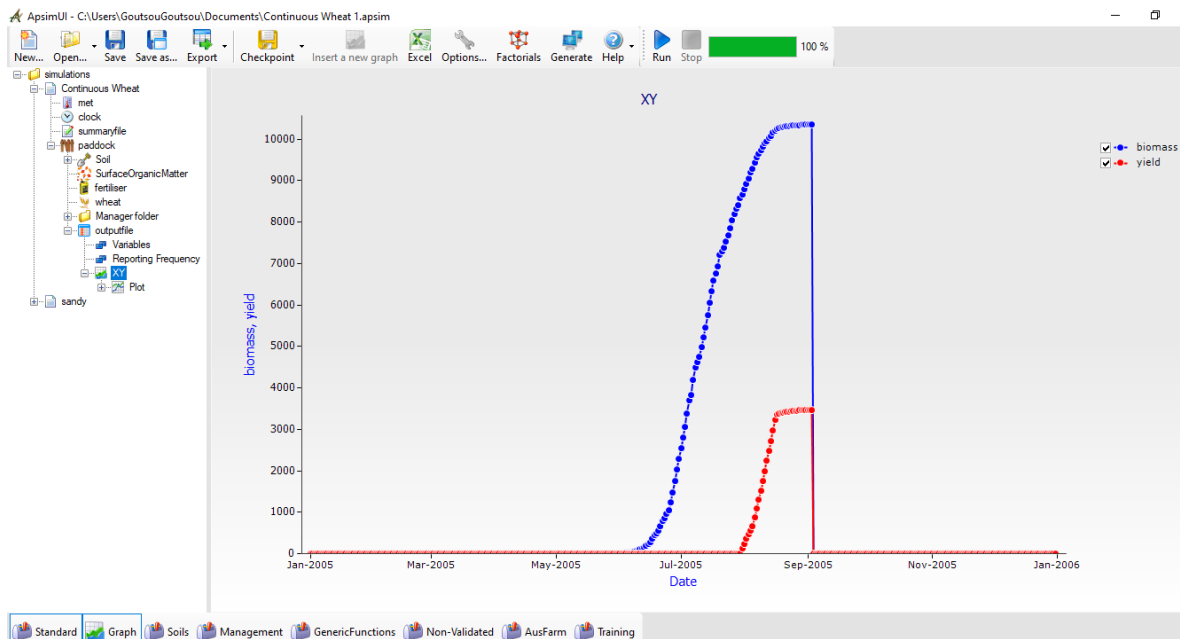
- για τον **Άξονα-X** επιλέγουμε την **Ημερομηνία (Date)** και
- για τον **Άξονα-Y** επιλέγουμε **Βιομάζα (biomass)** και **Απόδοση (yield)**

όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 33



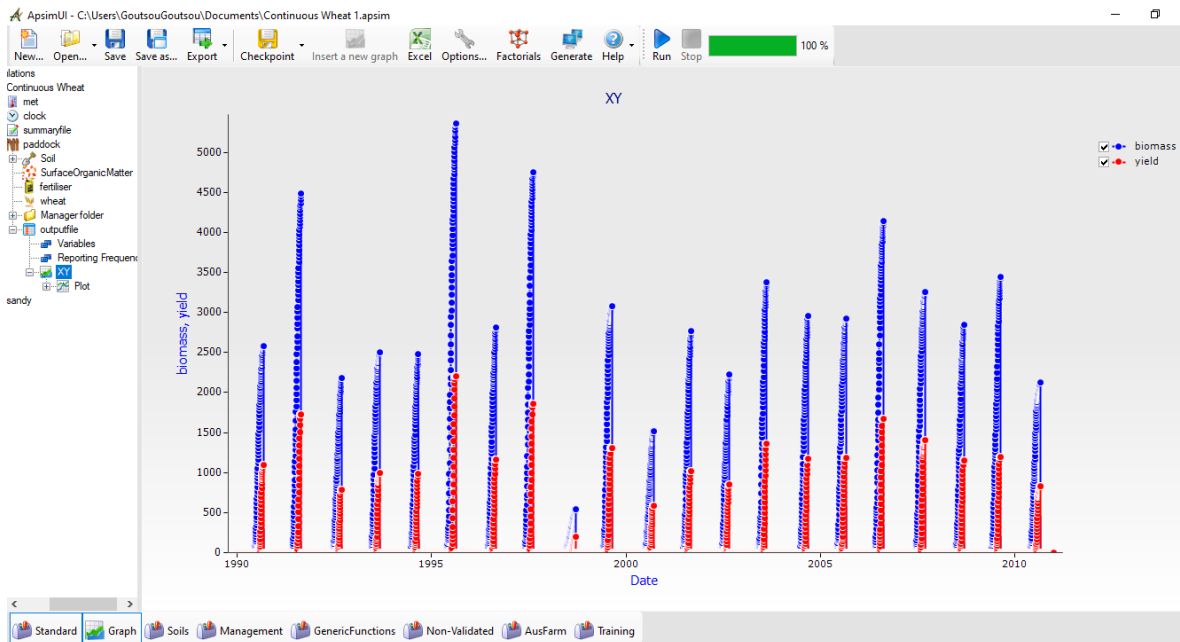
Εικόνα 33 Ημερομηνία Βιομάζα Απόδοση

Αποτέλεσμα είναι το παρακάτω γράφημα όπου φαίνεται η παραγόμενη **Βιομάζα** (kg/ha) και η **Απόδοση** (kg/ha) συναρτήσει της ημερομηνίας.



Εικόνα 34 Η παραγόμενη Βιομάζα (kg/ha) και η Απόδοση (kg/ha) συναρτήσει της ημερομηνίας

Επιλέγοντας στο «clock» διάστημα 20 ετών από 1990 έως 2010 και φορτώνοντας αντίστοιχα μετεωρολογικά δεδομένα του παραπάνω διαστήματος, μπορούμε να δούμε την επίδραση του καιρού κάθε έτους στην **Απόδοση** (kg/ha) και την **Βιομάζα** (kg/ha)



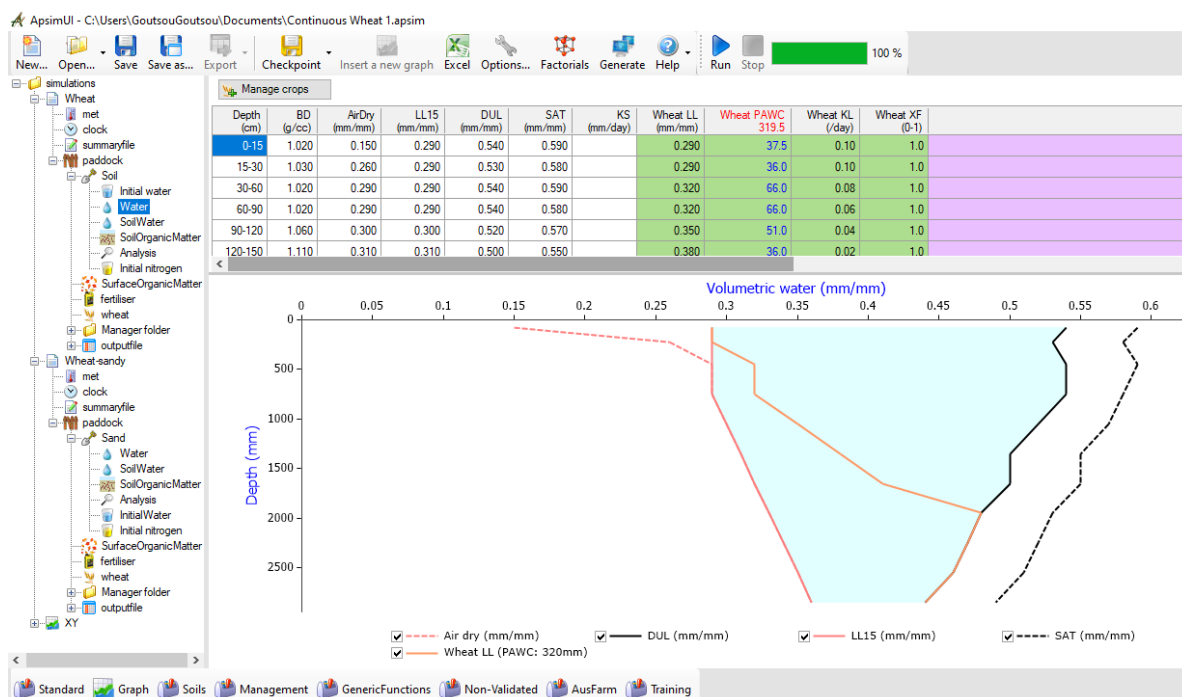
Εικόνα 35 Η παραγόμενη Βιομάζα (kg/ha) και η Απόδοση (kg/ha) σε βάθος 20 ετών

4.4.5 Ταυτόχρονες -πολλαπλές προσομοιώσεις (multiple simulations)

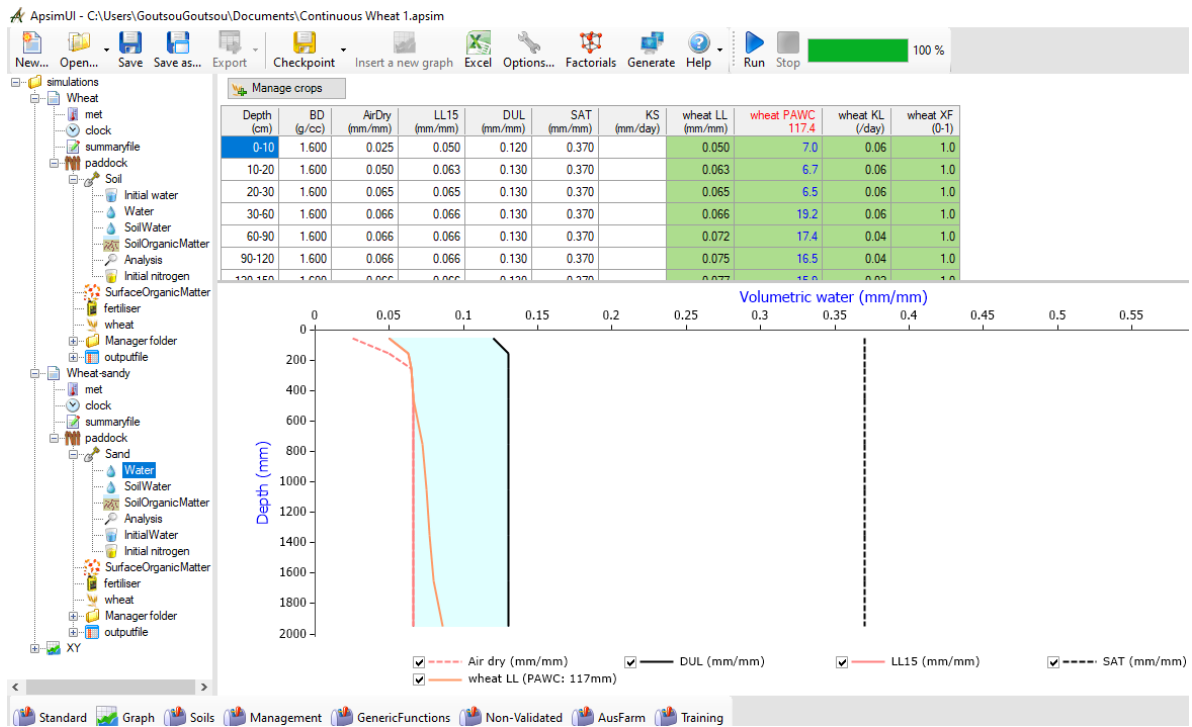
Στο APSIM δίνεται η δυνατότητα για ταυτόχρονες πολλαπλές προσομοιώσεις. Αν για παράδειγμα επιθυμούμε σε ένα γράφημα να έχουμε τις αποδόσεις από 2 προσομοιώσεις με διαφορετική σύσταση εδάφους ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

- Επιλέγουμε την προσομοίωση «Wheat» στο δέντρο ελέγχου προσομοίωσης (Simulation Tree) και το «σέρνουμε» στην κορυφή του δέντρου «simulations».
- Αυτόματα δημιουργείται 2^ο όμοιο αντίγραφο προσομοίωσης, το οποίο το μετονομάζουμε σε «Wheat-sandy» μιας και σε αυτό θα ορίσουμε ένα αμμώδες έδαφος
- Από το «Toolbox» επιλέγουμε «Training»→Soils→Sand και το «σέρνουμε» στο «paddock» του «Wheat-sandy» και κάνουμε διαγραφή του υπάρχοντος «Soil»

Συγκρίνοντας την ικανότητα συγκράτησης νερού των 2 εδαφών, του αρχικού και του αμμώδους στα αντίστοιχα «Water» στοιχεία όπως φαίνεται στις παρακάτω 2 εικόνες (Εικόνα 36 και Εικόνα 37) βλέπουμε πόσο μικρότερη είναι του αμμώδους.



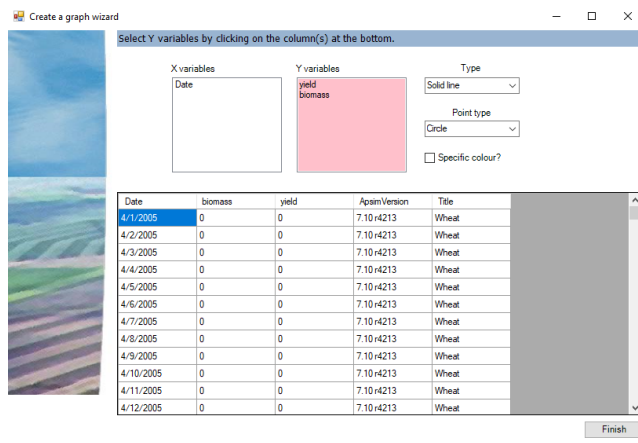
Εικόνα 36 Ικανότητα συγκράτησης νερού αρχικού εδάφους



Εικόνα 37 Ικανότητα συγκράτησης νερού αμώδους εδάφους

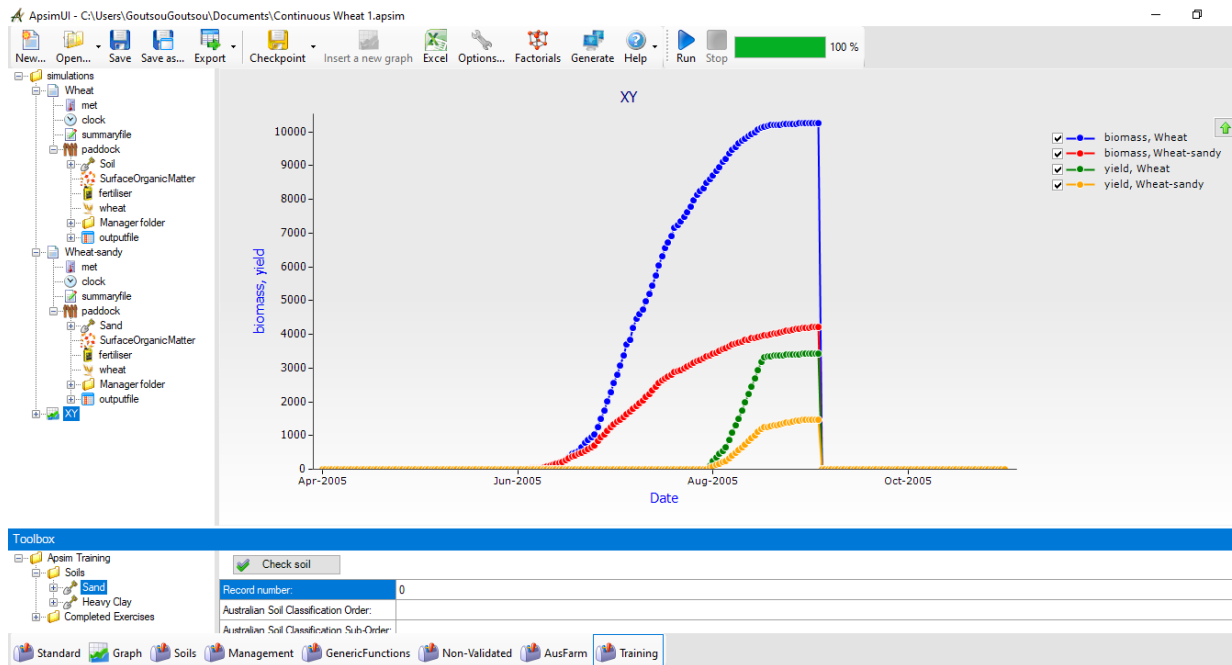
Για τη δημιουργία γραφήματος με τις αποδόσεις από 2 προσομοιώσεις των 2 παραπάνω εδαφών :

- Επιλεγούμε την κορυφή «**simulations**» στο δέντρο ελέγχου προσομοίωσης (Simulation Tree) και Επιλέγουμε «**Insert a new graph**» και Τύπο «**XY**»
- για τον Άξονα-**X** επιλέγουμε την **Ημερομηνία (Date)** και
- για τον Άξονα-**Y** επιλέγουμε **Βιομάζα (biomass)** και **Απόδοση (yield)** (Εικόνα 38)



Εικόνα 38 Επιλογή αξόνων γραφήματος

Στην παρακάτω Εικόνα 39 βλέπουμε τη **Βιομάζα** (biomass) και την **Απόδοση** (yield) στις 2 προσομοιώσεις. Στο αμμώδες έδαφος είναι πολύ μικρότερη τόσο η **Βιομάζα** όσο και η **Απόδοση**.



Εικόνα 39 Βιομάζα (biomass) και την Απόδοση (yield) στα 2 εδάφη

4.4.6 summaryfile

Αφού «τρέξουμε» (με «Run») την οποιαδήποτε προσομοίωση χωρίς την ύπαρξη σφαλμάτων δημιουργείται ένα αρχείο με όνομα **summaryfile** στο δένδρο προσομοίωσης. Εδώ καταγράφονται όλα τα Components που χρησιμοποιούνται, οι διαδικασίες που εκτελούνται, τιμές αρχικοποίησης μεταβλητών, τα αποτελέσματα, τμήμα του οποίου φαίνεται παρακάτω:

```

###          #####          #####          #          #          #
#          #          #          #          #          #          #
#          #          #          #          #          #          #
#####          #####          #####          #          #          #
#          #          #          #          #          #          #
#          #          #          #####          #          #          #

The Agricultural Production Systems Simulator
Copyright (c) APSRU

Version          = 7.10 r4213
Title           = Wheat
Component       "clock" = %apsim%\Model\Clock.dll
Component       "met"  = %apsim%\Model\Input.dll

```

```

Paddock:
Component          "outputfile" = %apsim%\Model\Report.dll
Component          "accum" = %apsim%\Model\Accum.dll
Component          "fertiliser" = %apsim%\Model\Fertiliser.dll
Component          "Soil Water" = %apsim%\Model\SoilWat.dll
Component          "SurfaceOrganicMatter" = %apsim%\Model\SurfaceOM.dll
Component          "Soil Nitrogen" = %apsim%\Model\SoilN.dll
Component          "wheat" = %apsim%\Model\Plant.dll
Component          "Crop Management" = %apsim%\Model\Manager2.dll
Component          "Fertilise at Sowing" = %apsim%\Model\Manager2.dll

----- clock Initialisation -----
Sequencer phases:
  prepare
  init_step
  do_management
  run_one_step
  do_pasture_water
  process
  do_pasture_growth
  do_stock
  do_cashbook
  post
  end_step
Simulation start date = 1/04/2005
Simulation end date   = 31/10/2005
Time step =           = 1440 (mins)

----- met Initialisation -----
Sparse data is not allowed
INPUT File name: %apsim%\Examples\MetFiles\_met_makro_2005_f.met

----- outputfile Initialisation -----
Output frequency:
  post
Output variables:
  dd/mm/yyyy as Date
  biomass
  yield

Output file = Wheat.out
...

```

ενώ στο Παράρτημα ΑΡΧΕΙΟ ΕΞΟΔΟΥ (OUTPUT FILE) Π1 παρατίθεται ολόκληρο το outputfile της προσομοίωσης.

5 Προσομοίωση καλλιεργειών της περιοχής των Γρεβενών με δεδομένα της περιοχής με χρήση του APSIM

5.1 Καλλιέργειες του APSIM που συναντάμε στη περιοχή των Γρεβενών

Στον παρακάτω Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα είδη φυτών που συναντάμε στη περιοχή των Γρεβενών και προσομοιώνονται από το APSIM.

A/A	PLANT SPECIES	ΕΙΔΗ ΦΥΤΩΝ
1	Wheat	Σιτάρι
2	Barley	Κριθάρι
3	Maize	Αραβόσιτος
4	Cowpea	Φασόλι
5	Chickpea	Ρεβίθι

Πίνακας 10 Είδη φυτών στην περιοχή των Γρεβενών που προσομοιώνονται από το APSIM

5.2 Συνεντεύξεις - Ερωτηματολόγια

Πραγματοποιήθηκαν 4 συνεντεύξεις σε παραγωγούς μεγάλων εκτάσεων στην ΠΕ Γρεβενών, των οποίων τα Ερωτηματολόγια παρατίθενται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (Ερωτηματολόγια 1-4). Σε αυτά καταγράφηκαν οι παρακάτω πληροφορίες:

- Ποιες **καλλιέργειες-ποικιλίες** καλλιεργούνται και ποιες είναι **Βιολογικές**
- Πόσα **στρέμματα** καλλιεργούνται ετησίως;
- Αν πραγματοποιείται **Όργωμα** και **πότε**
- Αν Χρησιμοποιείται **λίπανση** Αν Ναι **Πότε, Είδος και Ποσότητα**
- Αν Χρησιμοποιούνται **Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα;**
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια)
- Αν γίνεται **ενσωμάτωση υπολειμμάτων** προηγούμενης καλλιέργειας
- Πότε γίνεται η **σπορά;**
 - **Ποσότητα** (kg σπόρου /στρέμμα)
 - **Βάθος σποράς**
- Πότε γίνεται η **συγκομιδή** της κάθε ποικιλίας;

- Πόση είναι η **απόδοση** (kg/στρέμμα)
- Αν υπάρχουν **εδαφικές αναλύσεις**
- **Τιμές πώλησης** (€/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Να σημειωθεί πως σε καμιά από τις καλλιέργειες δεν χρησιμοποιείται άρδευση. Οι αποστάσεις φύτευσης ήταν σε όλες τις καλλιέργειες στα 7 cm

5.3 Μετεωρολογικά δεδομένα στη περιοχή των Γρεβενών

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.4.1 τα μετεωρολογικά δεδομένα πρέπει να περιλαμβάνουν τις παρακάτω στήλες, με αντίστοιχες ενδεικτικές τιμές:

Year	day	radn (MJ/m ²)	maxt (C)	mint (C)	rain (mm)
2005	1	5,202	14	8,4	0,2
2005	2	4,7664	8,1	4,4	0,8
2005	3	4,8312	10,9	4,6	0,5
2005	4	5,3928	7,2	2,9	0,1
2005	5	3,3228	5,2	1,7	3
2005	6	3,8484	5	1,3	1,6
2005	7	10,2096	10,1	-0,2	0
2005	8	2,9124	3,5	-0,2	4,8
2005	9	2,3436	1,3	-1	0,9
2005	10	7,3908	4,9	-2,6	0
...					

Πίνακας 11 δείγμα δεδομένων σε μορφή APSIM

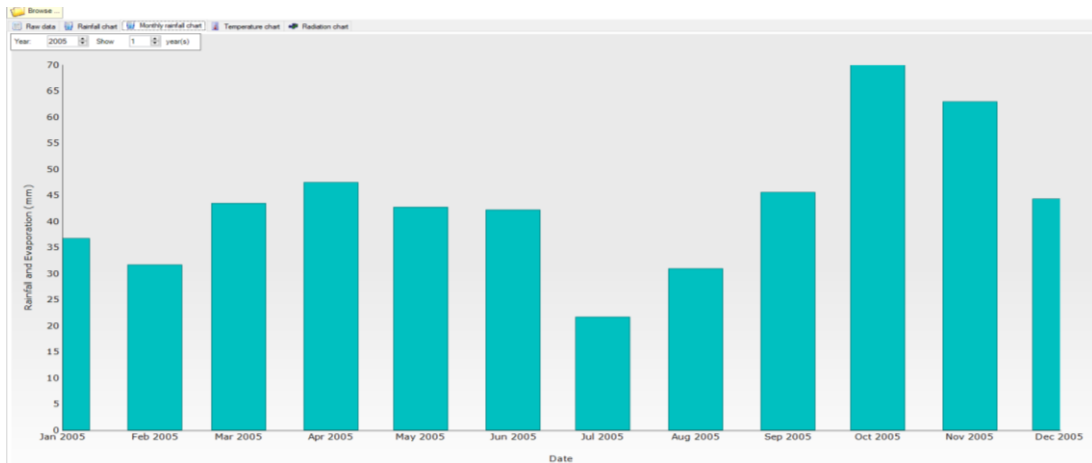
Από τον σύνδεσμο: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

μπορούμε να εξάγουμε αρχείο με κλιματικά δεδομένα από 1984-2021 επιλέγοντας τις στήλες του Πίνακα 11.

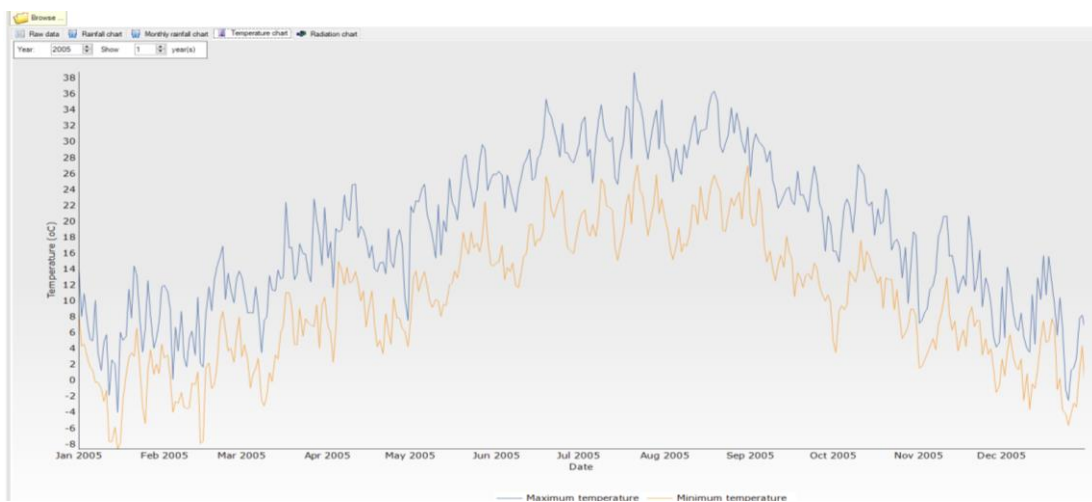
Εισάγοντάς το από την επιλογή Browse..., έχουμε τη δυνατότητα να δούμε τα παρακάτω γραφήματα:

- **Μηνιαίο Γράφημα Βροχής** (Monthly Rainfall Chart) στα Γρεβενά

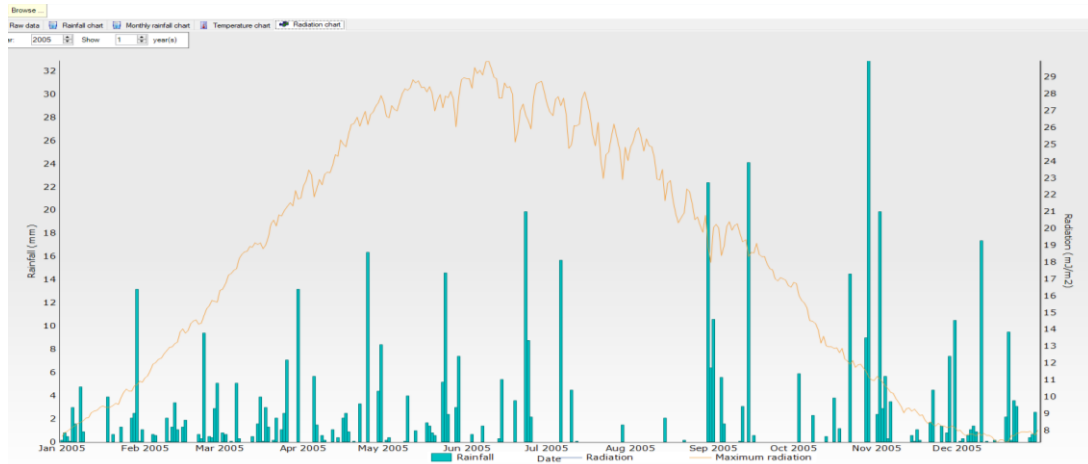
- Γράφημα Ελάχιστης και Μέγιστης Θερμοκρασίας (Temperature Chart) στα Γρεβενά
- Γράφημα ακτινοβολίας (Radiation Chart) στα Γρεβενά



Διάγραμμα 7 Μηνιαίο Γράφημα Βροχής στα Γρεβενά



Διάγραμμα 8 Γράφημα Ελάχιστης και Μέγιστης Θερμοκρασίας στα Γρεβενά



Διάγραμμα 9 Γράφημα ακτινοβολίας στα Γρεβενά

5.4 Εδαφικά δεδομένα από αναλύσεις στη περιοχή των Γρεβενών

Στην παρακάτω Εικόνα 40 φαίνεται μια ανάλυση εδάφους σε περιοχή των Γρεβενών, στοιχείων της οποίας θα χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα σε προσομοιώσεις σε διάφορες καλλιέργειες του APSIM.



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ "ΔΗΜΗΤΡΑ"

Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΔΑΦΟΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
Ελληνική Γεωργική Σχολή, 57001 Θύρα Θεσσαλονίκης, τηλ. 2310 473429

Εδαφολογική μελέτη Γρεβενών

Στοιχεία Παραγωγού
Όνοματεπώνυμο :
182760 ΘΕΟΔΩΡΟΣ

Στοιχεία Ανάλυσης
Α.Μ.Δ.Ε.: Α./Α.: GPS : ΛΙΠ. :
182760 154 154 1

Στοιχεία Αγροτεμαχίου
Διμ. Διαμέρισμα/Περιοχή :
ΠΟΝΤΙΝΗ
Τοποθεσία :
ΜΕΓ. ΕΥΡΩΠΟΛΗ / 8 ΣΤΡ.
Καλλιέργεια
ΛΕΒΑΝΤΑ
Ποικιλία :
ΕΓΚΑΤ.

Ημ/νία 17/10/2018
Ημ/νία δειγμ. : 20/9/2018



Υφιστάμενη θρεπτική κατάσταση εδάφους

Κατακ/σμός Εδάφους	Μηχανική Σύσταση	Άργιλος C%	Ιλύς S1%	Άμμος S%	pH πολτού	Αγωγιμότητα (EC) μmhos/cm	Ολικό CaCO ₃ %	Ενεργό CaCO ₃ %
Β	C	46	32	22	6.98	0.454	3.5	
Μετράμενες τιμές					6 - 7.5	<1.7	<10%	
Όρια επάρκειας								

Οργ. Ουσία %	Άζωτο N-NO ₃ ppm	Φωσφόρος (P) ppm	Κάλιο (K) ppm	Μαγνήσιο (Mg) ppm
(νιτρο κάυση)	(KCL 1N & UV_VIS)	Μέθοδος Olsen	ικχύλιση με CH ₃ COONH	
2.79	1.98	9.69	142	2759
>2%	20 - 40	20 - 30	115 - 305	88 - 121
Μετράμενες τιμές				
Όρια επάρκειας				

(Ca) ppm	Σίδηρος (Fe) ppm	Κυβδόρυφος (Zn) ppm	Μαγγάνιο (Mn) ppm	Χαλκός (Cu) ppm	Βόριο (B) ppm
	ικχύλιση με DTPA				(Ζέον Ύδωρ)
1792	57.41	1.23	47.09	0.94	0.26
300 - 750	7 - 25	1 - 2.5	15 - 25	0.8 - 1.5	0.7 - 1.2
Μετράμενες τιμές					
Όρια επάρκειας					

Υπεύθυνοι τρεφιστηριακών εντάξεων:
- Φαμί Πολυζήνη, Χημικός
- Μπούντια Αρστή, Χημικός

Χαρακτηρισμός: Πρόκειται περί εδάφους Βαρείας Μηχανικής Σύστασης (C), Ουδέτερης Αντίδρασης (pH), Μέσης περιεκτικότητας σε Ανθρακικό Ασβέστιο, Υψηλής Περιεκτικότητας σε Οργανική Ουσία και Κανονικής Αλατότητας.

Εικόνα 40 Εδαφική Ανάλυση σε περιοχή των Γρεβενών

5.5 Προσομοίωση της καλλιέργειας Σιταριού (Wheat)

Για τη δημιουργία προσομοίωσης της καλλιέργειας του Σιταριού θα εφαρμόσουμε τα βήματα που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.4, δηλ. κάνουμε κλικ στο **New...** και επιλέγουμε την προσομοίωση «Continuous Wheat». Στη συνέχεια προσαρμόζω τα δεδομένα που συλλέξαμε για την περιοχή των Γρεβενών στις επόμενες παραγράφους:

5.5.1 Κλιματικά δεδομένα

Από τον σύνδεσμο: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> όπως αναφέρθηκε στην 5.3 φορτώνουμε κλιματικά δεδομένα από 1984-2021 επιλέγοντας τις στήλες του Πίνακα 11 στο στοιχείο **met**.

5.5.2 Ορισμός διαστήματος προσομοίωσης

Ορίζουμε στο στοιχείο **clock**:

- Έναρξης προσομοίωσης 1/1/1984 και
- Λήξης προσομοίωσης: 31/12/2021

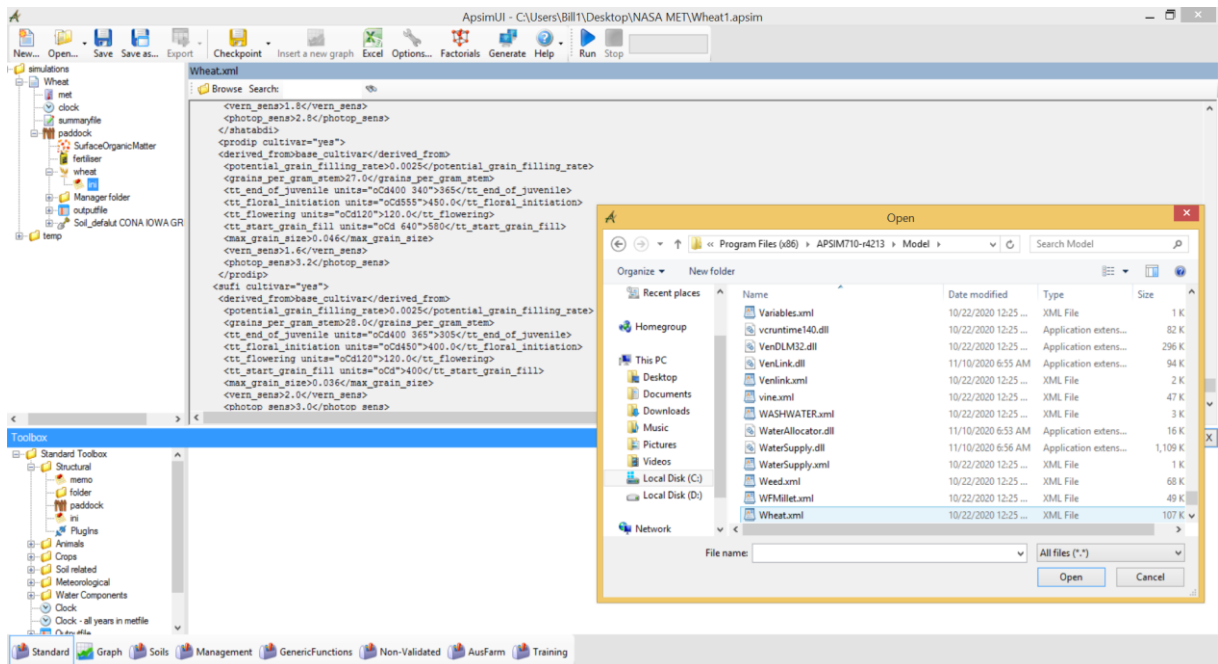
5.5.3 Υπολείμματα προηγούμενης καλλιέργειας

Όπως αναφέρθηκε στην 4.4.3.7 το APSIM προσομοιώνει την επίδραση των υπολειμμάτων καλλιέργειας, Από τις συνεντεύξεις προκύπτει ότι τα υπολείμματα καλλιέργειας απομακρύνονται μετά τη συγκομιδή, συνεπώς στο στοιχείο **SurfaceOrganicMatter**:

- είτε θέτουμε το **Initial surface residue (kg/ha)** σε **0**
- είτε διαγράφουμε το **SurfaceOrganicMatter** από το δένδρο προσομοίωσης

5.5.4 Εισαγωγή του Wheat.xml

Από το Standart Toolbox → Structural Εισάγουμε το **ini** κάτω από το στοιχείο Wheat του δένδρου προσομοίωσης. Στη συνέχεια αφού κάνουμε κλικ στο **ini** μπορούμε να φορτώσουμε το **Wheat.xml** όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 41 και αφού αντιγράψουμε πρώτα το **Wheat.xml** από τον φάκελο εγκατάστασης σε άλλο σημείο.



Εικόνα 41 Φόρτωση του Wheat.xml στο ini

Κάνοντας τα παραπάνω έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε διαφορετική ποικιλία κατά τη σπορά όπως θα δούμε παρακάτω.

5.5.5 Στοιχείο Soil

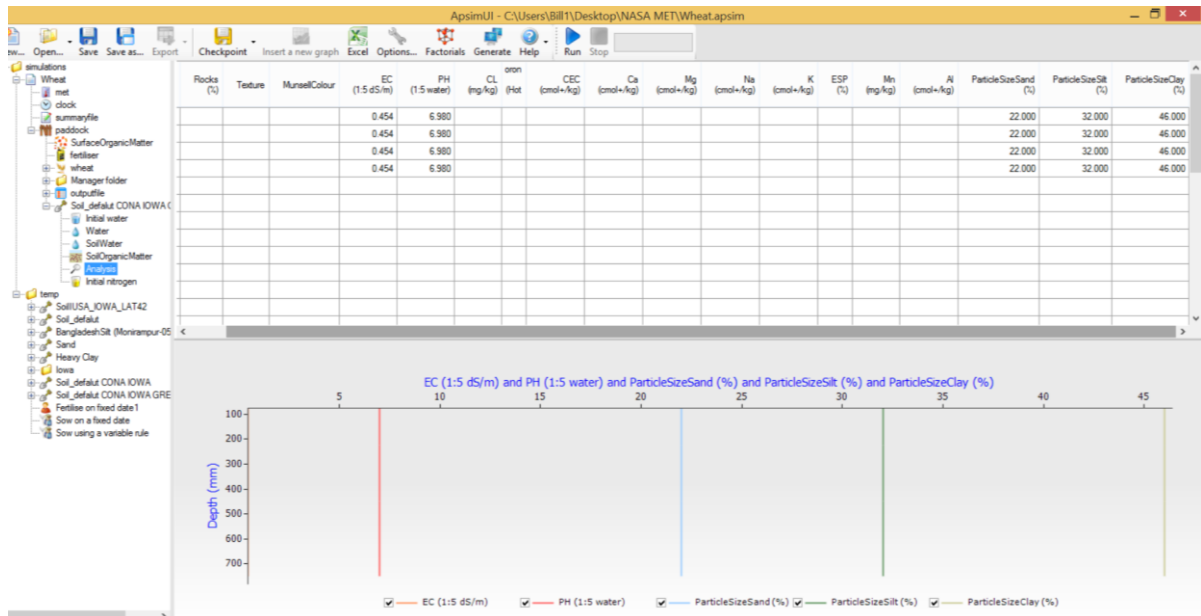
Στο Initial Water στοιχείο Soil αλλάζουμε τα δεδομένα **Cona** και **U**, που default αφορούν στην ήπειρο της Αυστραλίας με τα παρακάτω δεδομένα που αντιστοιχούν στην περιοχή μας και τη μεταβλητή **SWCON** σύμφωνα με την παράγραφο 4.4.3.3 Soil Water.

Parameter	Value	Depth (cm)	SWCON (0-1)	MWCON (0-1)	(m)
Summer Cona	4				
Summer U:	9.1				
Summer Date:	1-Jun				
Winter Cona:	4				
Winter U:	9.1				
Winter Date:	1-Dec				
Diffusivity Constant:	40				
Diffusivity Slope:	16				
Soil albedo:	0.13				
Bare soil runoff curve number:	82				
Max. reduction in curve number due to cover:	20				
Cover for max curve number reduction:	0.8				
Slope:					
		0-15	0.300		
		15-30	0.300		
		30-60	0.300		
		60-90	0.300		
		90-120	0.300		
		120-150	0.300		
		150-180	0.300		
		180-210	0.300		
		210-240	0.300		
		240-270	0.300		
		270-300	0.300		

Εικόνα 42 Μεταβλητές Cona και U

5.5.6 Στοιχείο Analysis

Τα παρακάτω εδαφικά δεδομένα εισάγονται στο Analysis στο component Soil του Simulation Tree, όπως φαίνεται στην Εικόνα 43.



Εικόνα 43 Εισαγωγή εδαφικών δεδομένων στο Apsim

5.5.7 Δεδομένα διαχείρισης (Manager Folder)

Στη διαχείριση έχουμε τη δυνατότητα:

- να σπείρουμε συγκεκριμένη ημερομηνία (Sow on a fixed date)
- να θέσουμε όρο σποράς (Sow using a variable rule) που σχετίζεται με το διαθέσιμο νερό στο έδαφος
- να ποτίσουμε συγκεκριμένες ημερομηνίες, αν και οι καλλιέργειες των ερωτηματολογίων δεν ποτίζονται
- να εφαρμόσουμε λίπανση κατά τη σπορά (Fertilise at sowing) ή σε κάποια άλλη ημερομηνία (Fertilise on fixed date)

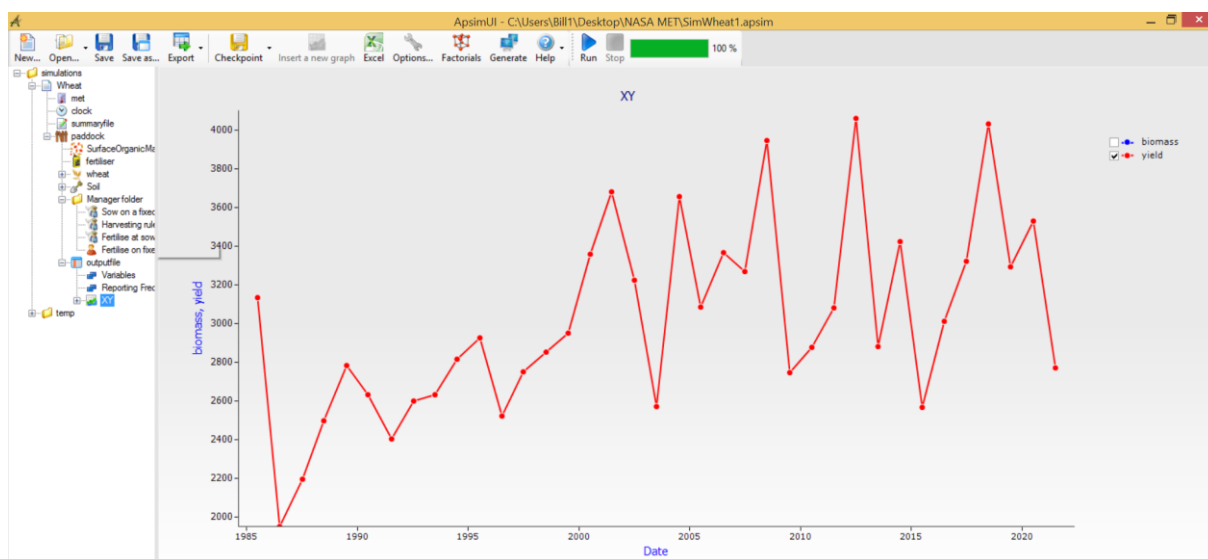
Να σημειώσουμε πως για να επιτευχθεί πυκνότητα 500.000 φυτών ανά στρέμμα χρειάζεται: $500.000 \times (40 \text{ γρ.} / 1000) = 20.000.000 / 1000 = 20.000 \text{ γραμ.} = 20 \text{ κιλά σπόρο.}$

5.6 Σενάρια προσομοίωσης καλλιέργειας Σιταριού

Αφού εισάγουμε τις πληροφορίες από τα ερωτηματολόγια, τα κλιματικά και του εδάφους προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις για τα έτη 1984-2021

Date (dd/mm/yyyy)	biomass (kg/ha)	yield (kg/ha)
06/07/1985	12168.8	3132.8
06/07/1986	7572.1	1951.2
19/07/1987	7495.5	2196.7
03/07/1988	8899.9	2499.5
08/07/1989	9252.8	2783.9
30/06/1990	9469.4	2631.9
15/07/1991	8663.5	2403.8
14/07/1992	9129.7	2600.8
07/07/1993	9386.1	2630.6
03/07/1994	9485.5	2815.5
08/07/1995	9545.3	2925.4
12/07/1996	7066.8	2522.8
04/07/1997	9955.9	2752.1
04/07/1998	10091.6	2851.6
07/07/1999	8351.6	2948.5
30/06/2000	11176.0	3358.9
24/06/2001	13215.0	3679.5
02/07/2002	11279.1	3223.9
04/07/2003	8263.6	2569.1
09/07/2004	12587.0	3656.6
05/07/2005	10319.2	3082.7
08/07/2006	11122.1	3364.7
28/06/2007	11170.2	3269.4
01/07/2008	13580.0	3947.0
05/07/2009	8693.6	2746.6
02/07/2010	9934.9	2875.2
03/07/2011	11197.1	3081.1
02/07/2012	13971.0	4059.2
27/06/2013	9675.1	2880.0
27/06/2014	12491.6	3423.2
05/07/2015	8801.2	2568.1
21/06/2016	10595.9	3011.6
29/06/2017	11321.0	3322.3
23/06/2018	12590.7	4030.7
29/06/2019	11499.8	3292.3
30/06/2020	12130.9	3527.3
30/06/2021	10134.5	2769.5

Όπου παρατηρούμε οι αποδόσεις κυμαίνονται μεταξύ 200 kg και 400kg ανά στρέμα (στην προσομοίωση είναι /ha), κάτι που συμφωνεί με τις αποδόσεις των παραγωγών των συνεντεύξεων.



Εικόνα 44 Αποδόσεις Σιταριού

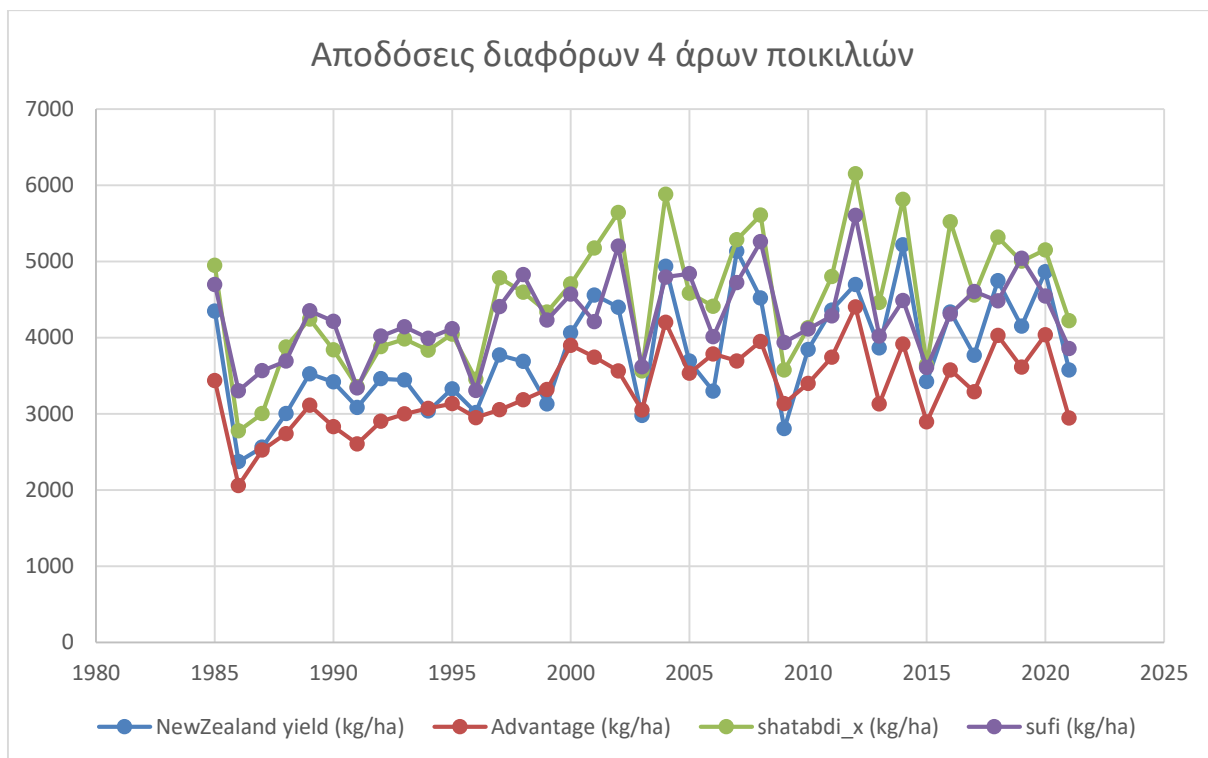
Κάνοντας διάφορες προσαρμογές μπορούμε να δούμε πως επηρεάζονται οι αποδόσεις όπως πχ. με διαφορετική λίπανση

5.6.1 Αποδόσεις διαφορετικών ποικιλιών σιταριού

Προσομοιώνοντας 4 διαφορετικές ποικιλίες (από τις περισσότερες από 100 που υποστηρίζονται στο arsim) με διαφορετικό μέγεθος κόκκου (`max_grain_size`) με default τιμή τα 0,04g:

- Advantage: 0,047
- NewZealand_base_cultivar: 0,047
- shatabdi_x: 0.042
- sufi: 0.036

προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις σε kg/ha:



Εικόνα 45 Αποδόσεις διαφορετικών ποικιλιών σιταριού

Με μέσο όρο αποδόσεων όλων των ετών:

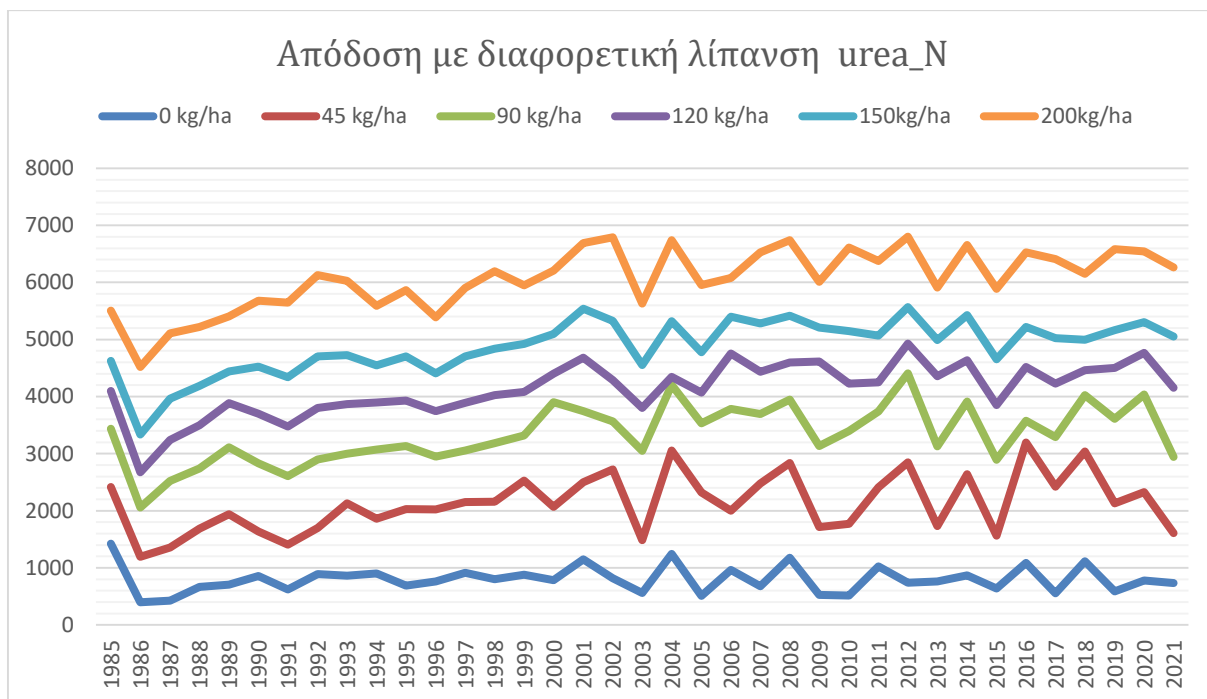
- Advantage: **3335.9 kg/ha**
- NewZealand_base_cultivar: **3794.8 kg/ha**
- shatabdi_x: **4490.7 kg/ha**
- sufi: **4278.9 kg/ha**

5.6.2 Αποδόσεις σιταριού με διαφορετική λίπανση

Προσομοιώνοντας διαφορετικά σενάρια λίπανσης σε urea N:

- 0 kg/ha
- 45 kg/ha
- 90 kg/ha
- 120 kg/ha
- 150 kg/ha και
- 200 kg/ha

προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις σε kg/ha:



Εικόνα 46 Αποδόσεις σιταριού με διαφορετική λίπανση

Με μέσο όρο αποδόσεων όλων των ετών:

Λίπανση kg/ha	0	45	90	120	150	200
Απόδοση kg/ha	799.8	2137.0	3335.9	4126.8	4878.6	6060.2

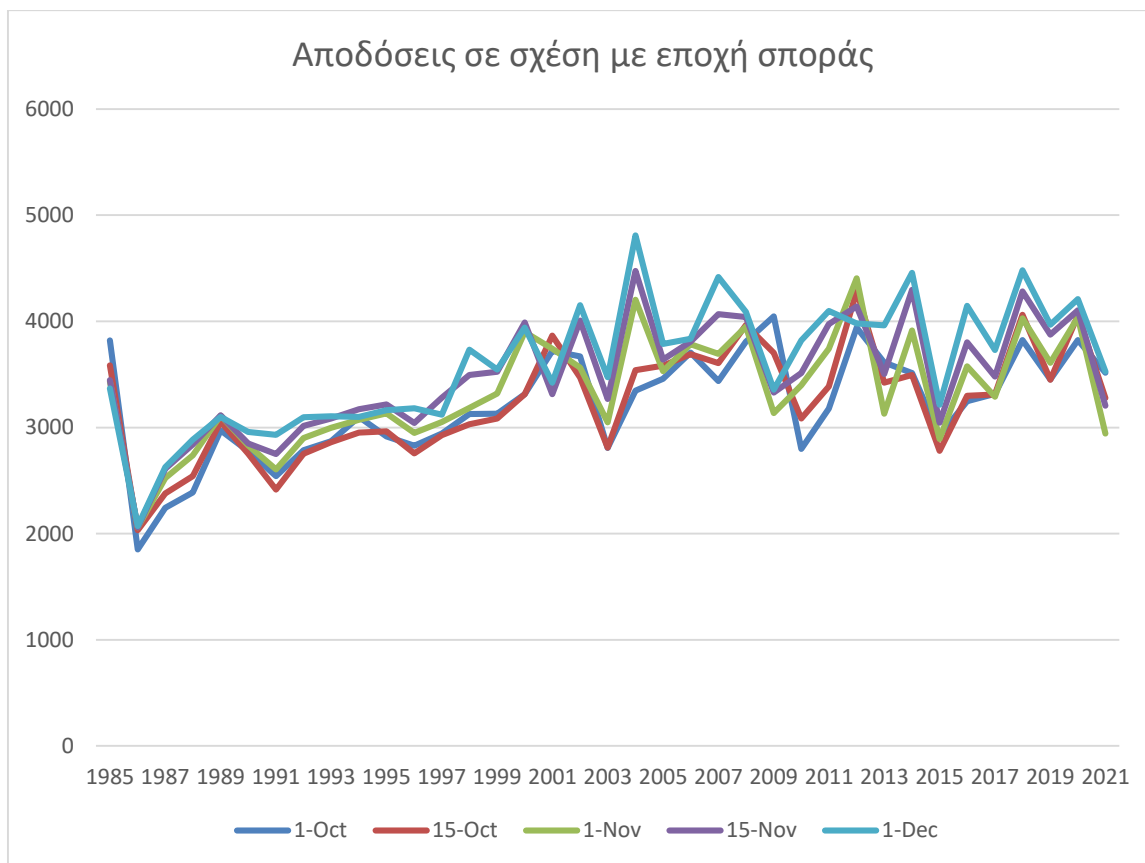
Πίνακας 12 Μέσος όρος αποδόσεων όλων των ετών

5.6.3 Αποδόσεις σιταριού σε σχέση με εποχή σποράς

Προσομοιώνοντας διαφορετικά σενάρια σε σχέση με την εποχή σποράς:

- 1-oct
- 15-oct
- 1-nov
- 15-nov
- 1-dec

προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις σε kg/ha:



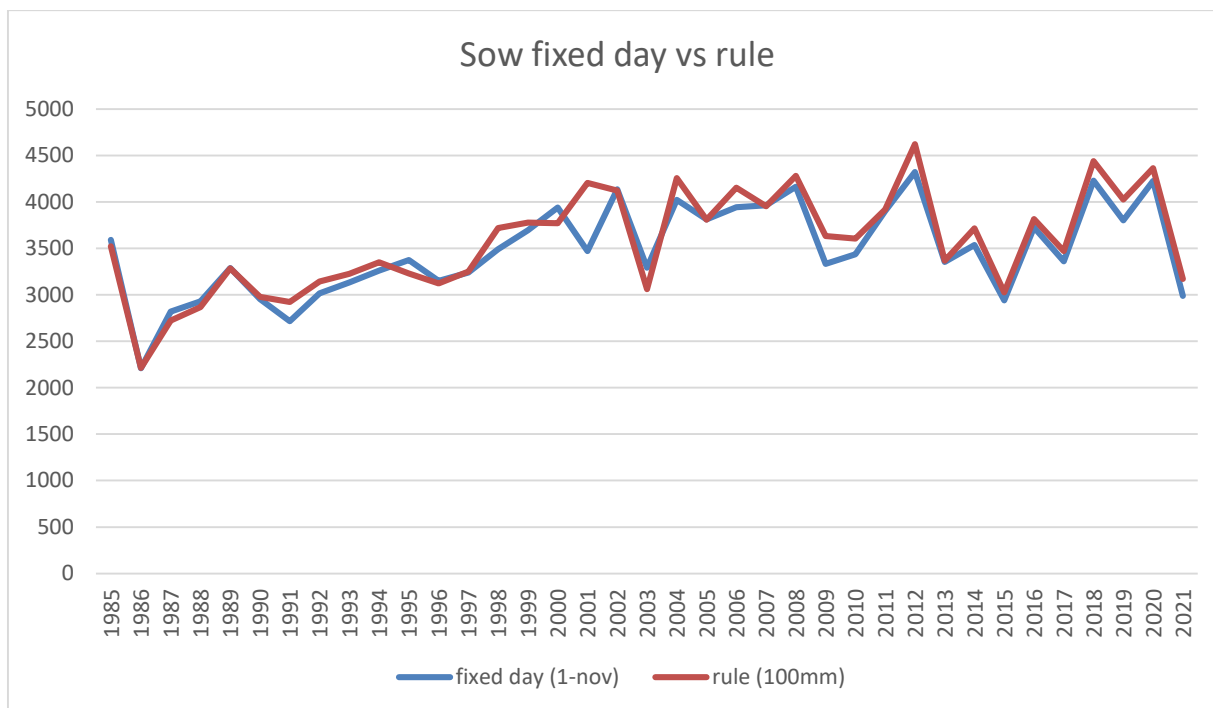
Εικόνα 47 Αποδόσεις σιταριού σε σχέση με εποχή σποράς

Με μέσο όρο αποδόσεων όλων των ετών:

- 1-oct **3209.6 kg/ha**
- 15-oct **3231.0 kg/ha**
- 1-nov **3335.9 kg/ha**
- 15-nov **3477.8 kg/ha**
- 1-dec **3591.3 kg/ha**

5.6.4 Αποδόσεις με σπορά συγκεκριμένης ημερομηνίας σε σχέση με συνθήκη

Προσομοιώνοντας διαφορετικά σενάρια με συγκεκριμένη ημερομηνία σποράς σε σχέση με συνθήκη σποράς εφόσον το έδαφος έχει 100mm υγρασία προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις σιταριού της Εικόνας 48



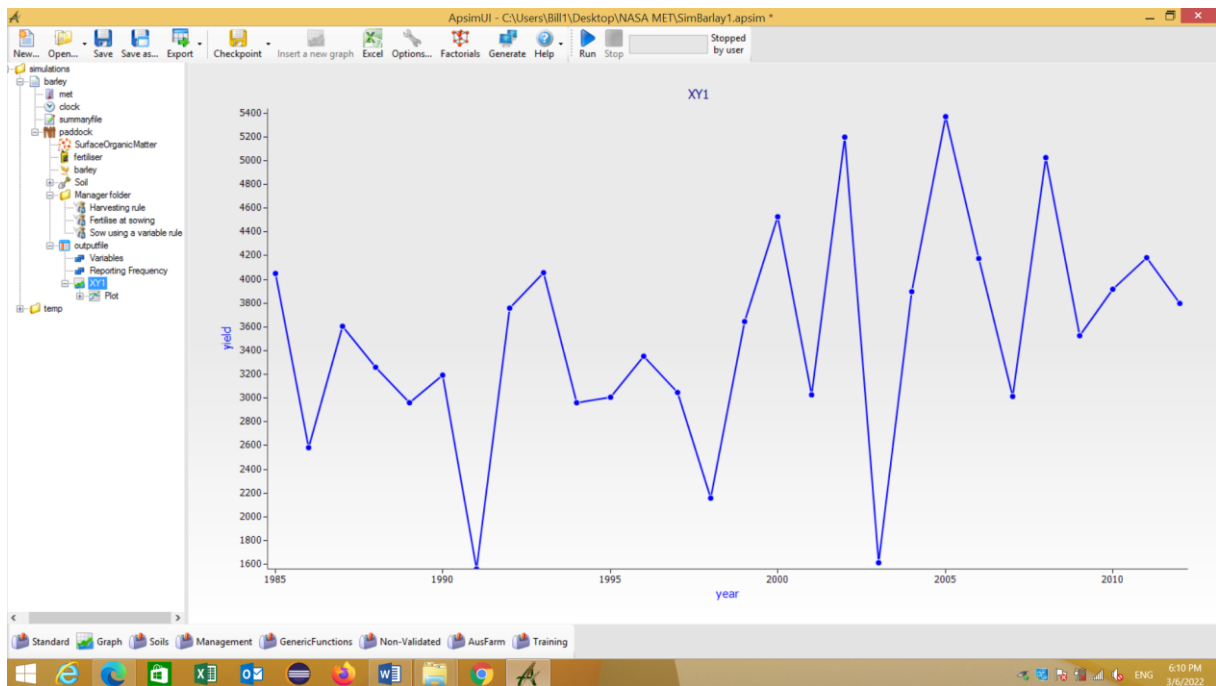
Εικόνα 48 Αποδόσεις σιταριού με σπορά συγκεκριμένης ημερομηνίας σε σχέση με συνθήκη

Με μέσο όρο αποδόσεων όλων των ετών:

- Fixed day **3480.7** kg/ha
- Rule **3571.0** kg/ha

5.7 Προσομοίωση της καλλιέργειας Κριθαριού (Barley)

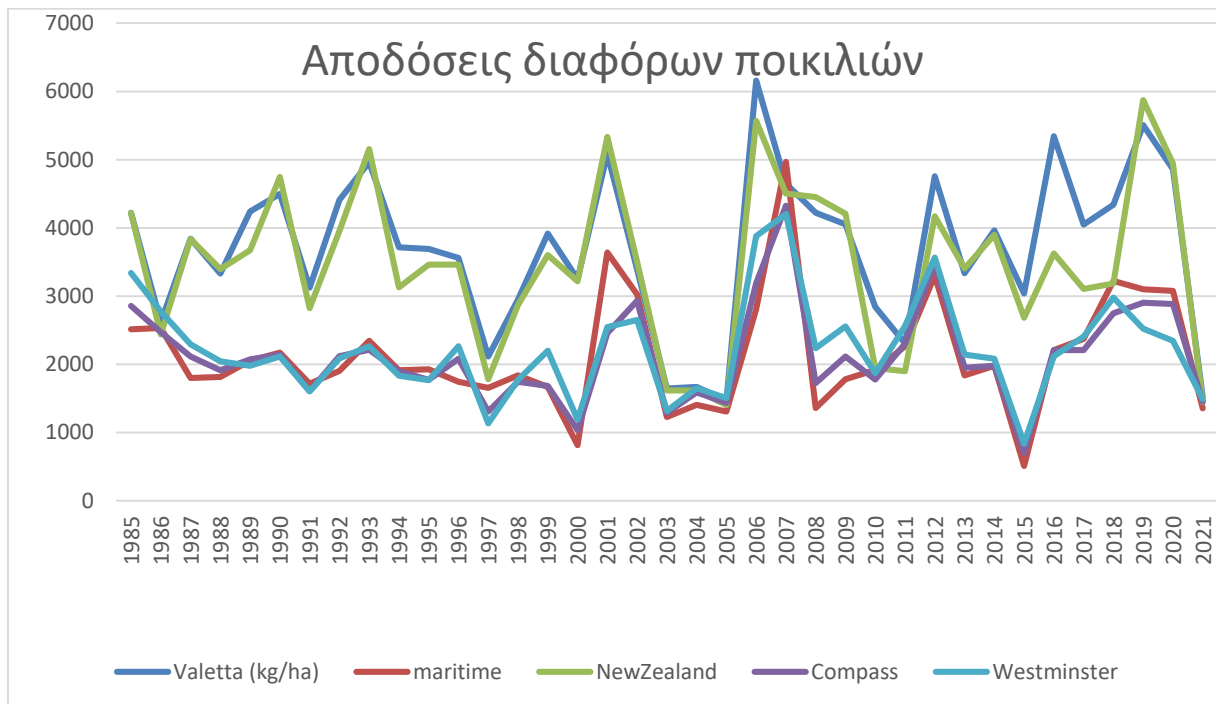
Όπως και στο σιτάρι έτσι και στο κριθάρι αφού εισάγουμε τις πληροφορίες από τα ερωτηματολόγια, τα κλιματικά και του εδάφους προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις για τα έτη 1984-2021 σύμφωνα με τη Εικόνα 49



Εικόνα 49 Αποδόσεις κριθαριού

5.7.1 Αποδόσεις διαφορετικών ποικιλιών κριθαριού

Προσομοιώνοντας 5 διαφορετικές ποικιλίες , από τις 48 ποικιλίες κριθαριού που υποστηρίζονται στο arsim προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις της Εικόνας 50 σε kg/ha:



Εικόνα 50 Αποδόσεις διαφορετικών ποικιλιών κριθαριού

Με μέσο όρο αποδόσεων όλων των ετών:

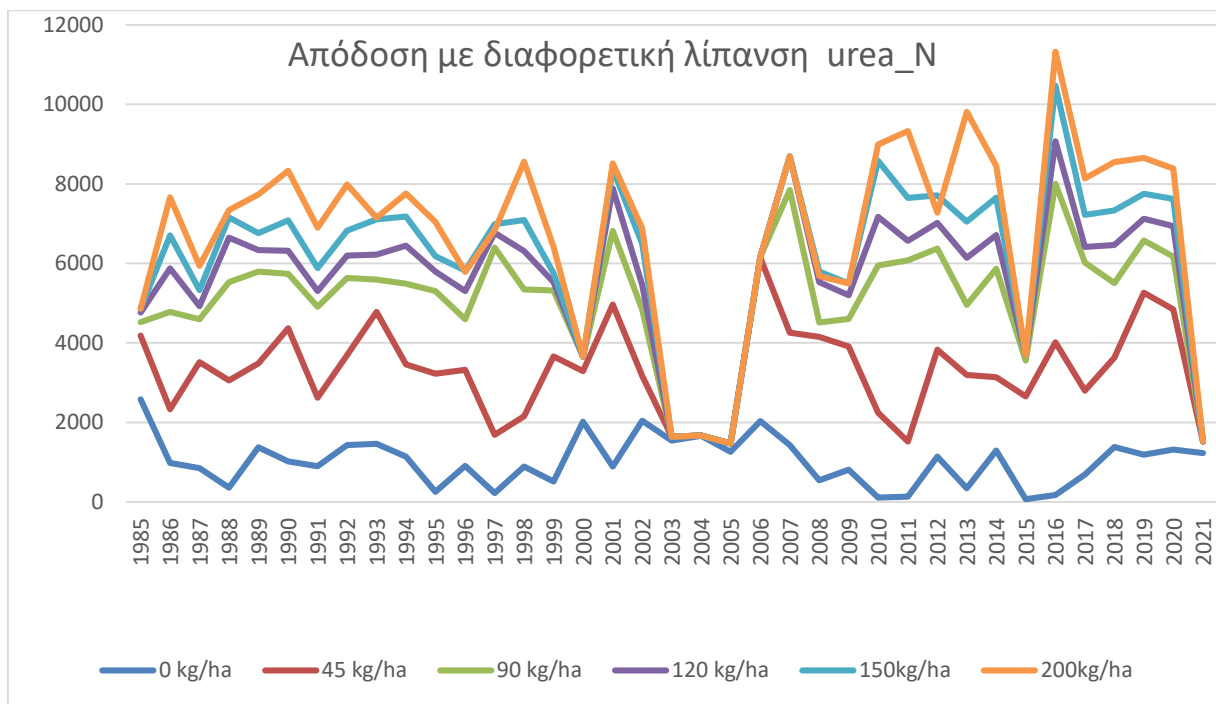
- Valetta: **3692.8** kg/ha
- Maritime: **2137.0** kg/ha
- NewZealand: **3462.7** kg/ha
- Compass: **2126.1** kg/ha
- Westminster **2218.5** kg/ha

5.7.2 Αποδόσεις κριθαριού με διαφορετική λίπανση

Προσομοιώνοντας διαφορετικά σενάρια λίπανσης σε urea N:

- 0 kg/ha
- 45 kg/ha
- 90 kg/ha
- 120 kg/ha
- 150 kg/ha και
- 200 kg/ha

προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις της Εικόνας 51 σε kg/ha:



Εικόνα 51 Αποδόσεις κριθαριού με διαφορετική λίπανση

Με μέσο όρο αποδόσεων όλων των ετών:

Λίπανση kg/ha	0	45	90	120	150	200
Απόδοση kg/ha	1034.1	3321.2	5118.0	5700.8	6228.0	6764.5

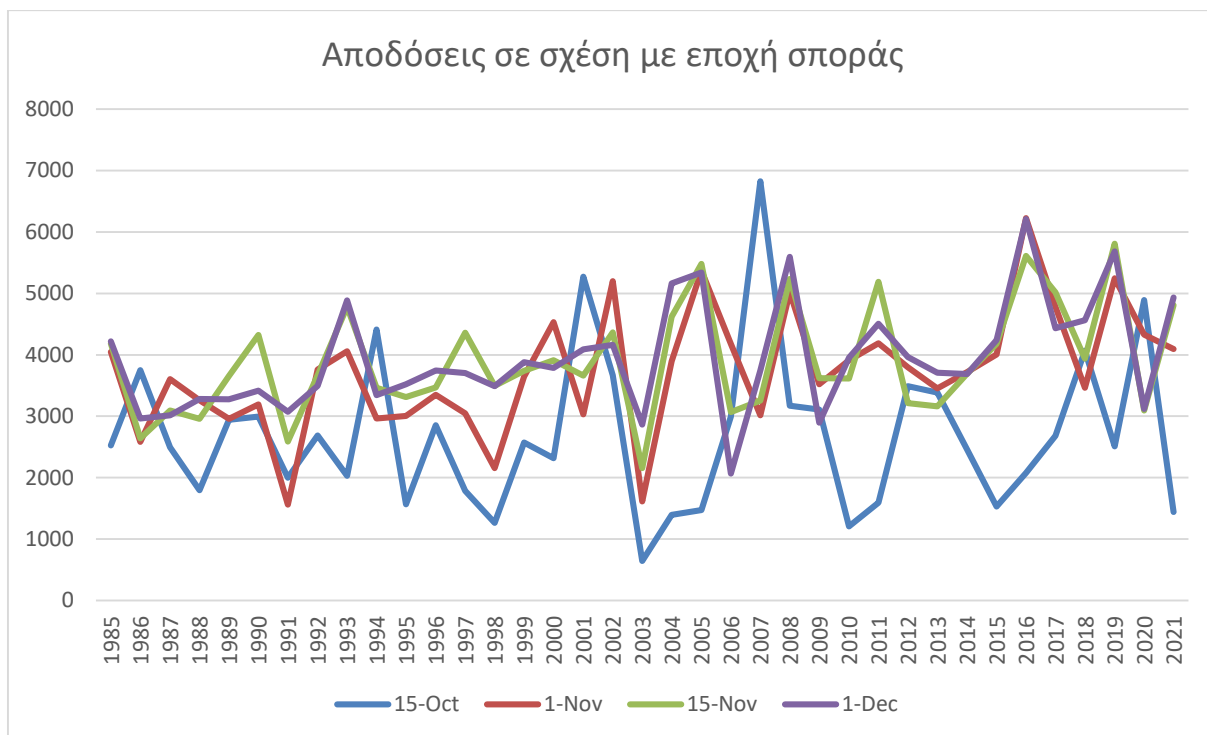
Πίνακας 13 Μέσος όρος αποδόσεων όλων των ετών

5.7.3 Αποδόσεις κριθαριού σε σχέση με εποχή σποράς

Προσομοιώνοντας διαφορετικά σενάρια σε σχέση με την εποχή σποράς:

- 1-oct
- 15-oct
- 1-nov
- 15-nov

προκύπτουν οι παρακάτω αποδόσεις της Εικόνας 52 σε kg/ha:



Εικόνα 52 Αποδόσεις κριθαριού σε σχέση με εποχή σποράς

Με μέσο όρο αποδόσεων όλων των ετών:

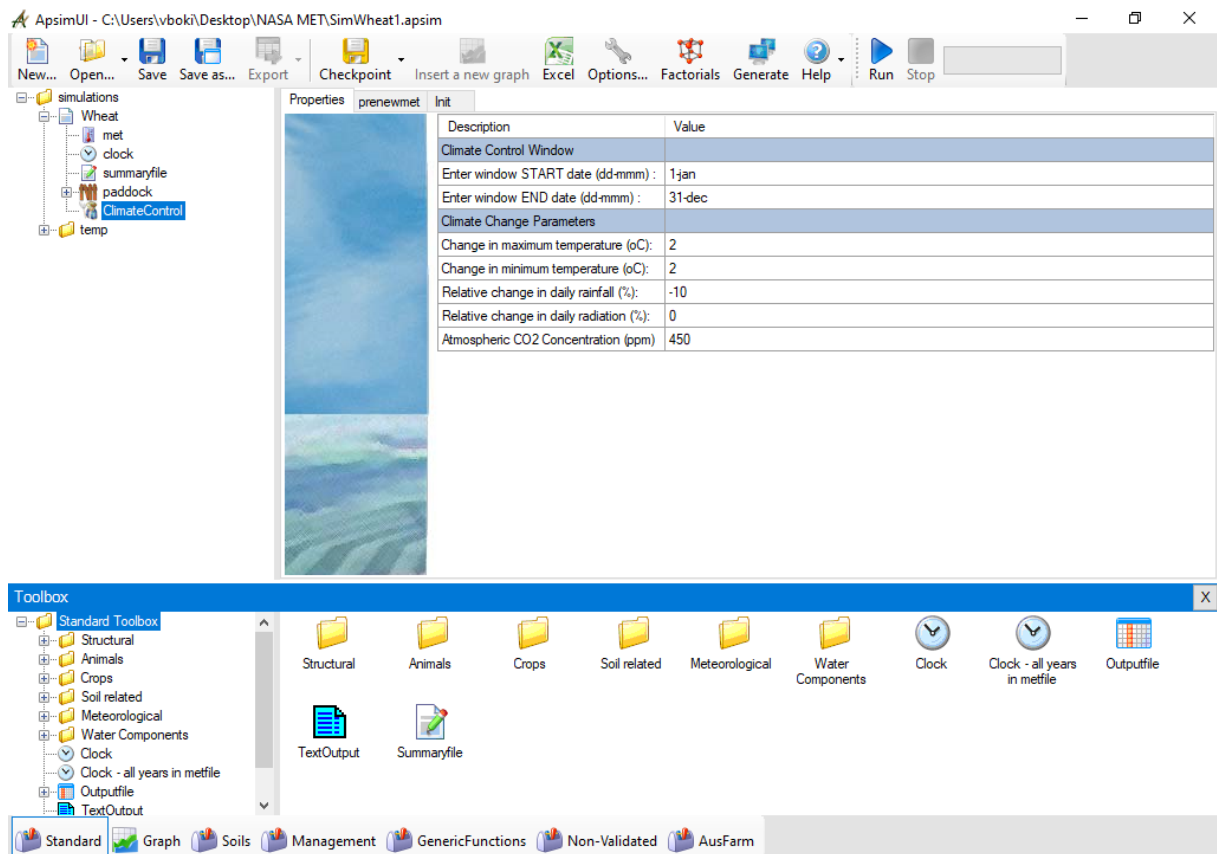
- 15-oct **2699.2** kg/ha
- 1-nov **3724.1** kg/ha
- 15-nov **3903.3** kg/ha
- 1-dec **3946.2** kg/ha

5.8 Κλιματική αλλαγή και APSIM

Η κλιματική αλλαγή και η γεωργία είναι αλληλένδετες έννοιες και με τη χρήση του λογισμικού APSIM μπορούμε να εκτιμήσουμε την επίδραση στην απόδοση παραγόντων όπως:

- **Αλλαγή θερμοκρασίας** (Change in temperature **oC**)
- **Αλλαγή ημερήσιας βροχόπτωσης** (Relative change in daily rainfall (%)):
- **Αλλαγή ημερήσιας ακτινοβολίας** (Relative change in daily radiation (%)):
- **Συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα** (Atmospheric CO₂ Concentration (**ppm**))

Αφού εισάγουμε το «**Climate control**» από το Toolbox στο Simulation Tree όπως φαίνεται στην Εικόνα 53 για την καλλιέργεια του σιταριού (Wheat)

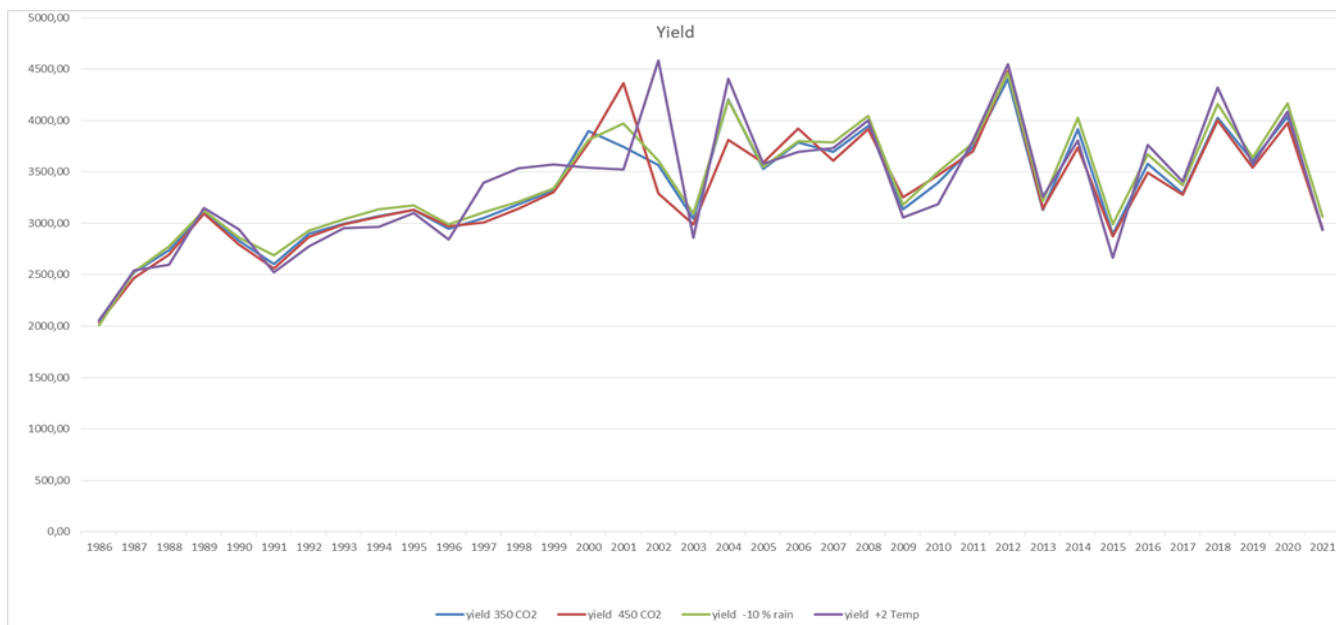


Εικόνα 53 Αλλαγές παραμέτρων κλιματικής αλλαγής

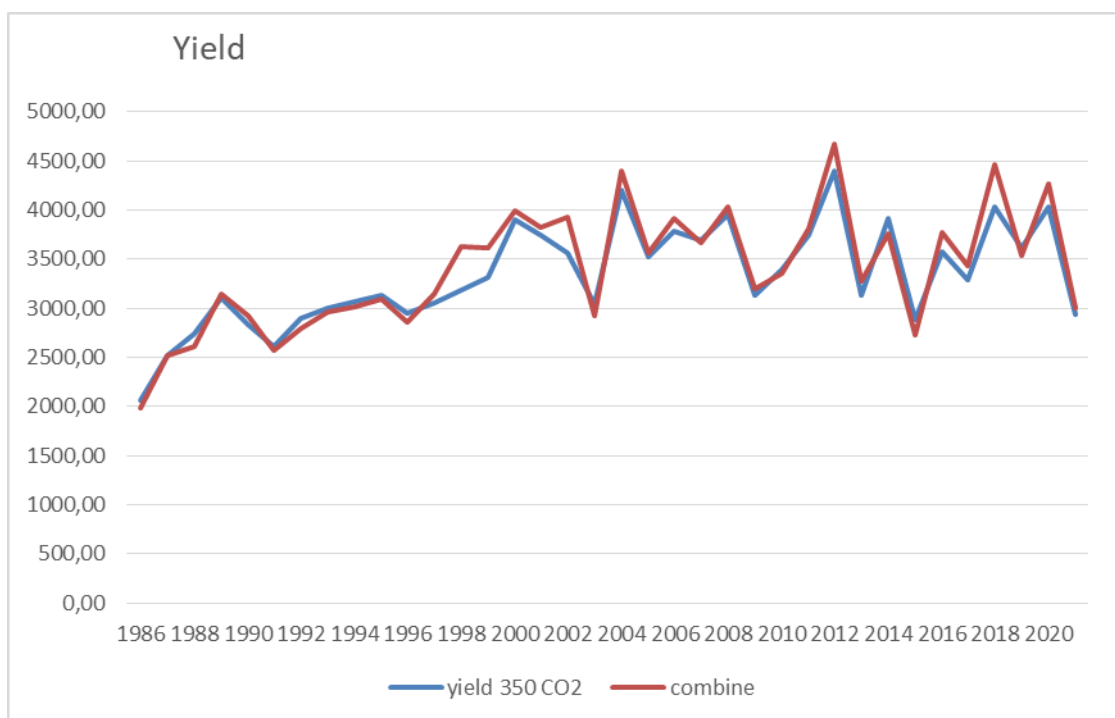
Εξετάσουμε ενδεικτικά την επίδραση των εξής αλλαγών:

- Αύξηση θερμοκρασίας: 2 οC
- Μείωση βροχόπτωσης: -10%
- Αύξηση Συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα: 450ppm (από 350ppm default)

κάθε μια αλλαγή ξεχωριστά αλλά και συνδυασμός όλων όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 54 και 55 αντίστοιχα .



Εικόνα 54 Επίδραση Αύξηση θερμοκρασίας, Μείωση βροχόπτωσης Αύξηση Συγκέντρωσης CO2



Εικόνα 55 Επίδραση όλων των παραμέτρων

Με μέσο όρο όλων των ετών

Απόδοση kg/ha	Co2 350ppm	CO2 450ppm	-10 % rain	+2 oC
Απόδοση kg/ha	3333,16	3313,20	3389,43	3368,58

Πίνακας 13 Μέσος όρος αποδόσεων όλων των ετών

Παρατηρούμε από τα γραφήματα πως υπάρχουν χρονιές όπου η επίδραση των αλλαγών (ξεχωριστά και συνολικά) μειώνει την απόδοση και χρονιές όπου την αυξάνουν. Μια εξήγηση για την αύξηση της απόδοσης είναι ότι κατά τη σπορά όταν υπάρχει πάνω από τα επιθυμητά όρια βροχόπτωση η μείωση αυτής επιδρά θετικά στη φύτευση. Η επίδραση των παραμέτρων κλιματικής αλλαγής δεν επιφέρει μεγάλη μεταβολή στην απόδοση, έως 1% για τη συγκεκριμένη περιοχή, καλλιέργεια, ποικιλία, λίπανση.

6 Συμπεράσματα

Οι προβλέψεις για αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού στις επόμενες δεκαετίες σημαίνει ότι η αύξηση της παραγωγής τροφίμων είναι μονόδρομος προκειμένου να εξασφαλιστεί η απαραίτητη τροφή. Η αποτελεσματικότερη διαχείριση μιας γεωργικής εκμετάλλευσης μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση λογισμικών προσομοίωσης όπως αυτά παρουσιάστηκαν στα κεφ. 2 και κεφ. 3 (DSSAT, APSIM, WOFOST, EPIC, AquaCrop). Υπάρχουν πολλά διαθέσιμα λογισμικά προσομοίωσης καλλιεργειών τα οποία συνδυάζουν δεδομένα καλλιέργειας, εδάφους, μετεωρολογικά με μοντέλα καλλιεργειών για την προσομοίωση πολυετών αποτελεσμάτων στρατηγικών διαχείρισης καλλιεργειών και πρόβλεψης της απόδοσης.

Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό APSIM και προσαρμόζοντας το με δεδομένα κλιματικά, εδαφολογικά και διαχείρισης της περιοχής των Γρεβενών επιτεύχθηκε η εκτίμηση αποδόσεων δεκαετιών που είναι κοντά στις πραγματικές. Τα σενάρια προσομοίωσης που μπορεί κανείς να πραγματοποιήσει είναι πάρα πολλά. Επιλέχθηκαν ενδεικτικά σενάρια προσομοίωσης με: διαφορετικές ποικιλίες, διαφορετική λίπανση, εποχή σποράς εξετάζοντας πως ανταποκρίνεται στα παραπάνω η απόδοση τόσο για το σιτάρι όσο και για το κριθάρι.

Πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις με μεταβολή σε παραμέτρους που επηρεάζονται από την επικείμενη κλιματική αλλαγή όπως: αύξηση θερμοκρασίας (+2oC), μείωση βροχόπτωσης (-10%) και αύξηση συγκέντρωσης CO₂ (450ppm) στην ατμόσφαιρα. Η επίδραση των παραπάνω δεν επιφέρει μεγάλη μεταβολή στην απόδοση, έως 1% για τη συγκεκριμένη περιοχή, καλλιέργεια, ποικιλία, λίπανση.

Σχετικά με τις διαφορετικές ποικιλίες είχαμε κατά μέσο όρο αποδόσεις από 334 έως 449 κιλά ανά στρέμμα στο σιτάρι και από 213 έως 369 κιλά ανά στρέμμα στο κριθάρι. Σχετικά με τις διαφορετικές ποσότητες λίπανσης είχαμε κατά μέσο όρο αποδόσεις από 80 κιλά/στρέμμα χωρίς λίπανση έως 606 κιλά ανά στρέμμα στο σιτάρι από 103 κιλά/στρέμμα χωρίς λίπανση έως 676 κιλά ανά στρέμμα στο κριθάρι. Σχετικά με τις διαφορετικές ημερομηνίες σποράς είχαμε κατά μέσο όρο αποδόσεις από 320 έως 359 κιλά ανά στρέμμα στο σιτάρι και από 269 έως 394 κιλά ανά στρέμμα στο κριθάρι.

Εκτός τα παραπάνω σενάρια προσομοίωσης μπορούν να υπάρξουν σενάρια π.χ. με διαφορετικά εδαφικά δεδομένα, να γίνει εισαγωγή οντότητας άρδευσης, λίπανσης διαφορετικής πυκνότητας σποράς, εποχή σποράς και να προκύψει άλλη απόδοση.

Πραγματοποιώντας τα διάφορα σενάρια μπορεί ο χρήστης αποκτώντας εμπειρία με την πάροδο του χρόνου να αποκτήσει καλύτερη εποπτεία διαχείρισης της γεωργικής εκμετάλλευσης παίρνοντας τις βέλτιστες αποφάσεις για κάθε καλλιέργεια ανάλογα. Να εκτιμήσει το ρίσκο σε κάθε περίπτωση και να γίνει εκτίμηση των οικονομικών στοιχείων της κάθε καλλιέργειας - ποικιλίας .

Γνωρίζοντας κάποιος γλώσσες προγραμματισμού .NET (C#.NET είτε VB.NET) μπορεί να προβεί στη σύνταξη νέων μοντέλων για το APSIM ή σεναρίου APSIM. Τόσο η μηχανική μάθηση (machine learning) όσο και η προσομοίωση μοντέλων καλλιεργειών (crop modeling) μπορούν να προσφέρουν η καθεμία χωριστά μοναδικές δυνατότητες και σημαντικές προόδους στην πρόβλεψη απόδοσης. Επιπροσθέτως μπορεί να υπάρχουν οφέλη από το συνδυασμό τους για την περαιτέρω αύξηση της ακρίβειας πρόβλεψης.

Το APSIM, το οποίο χρηματοδοτείται από τις κυβερνήσεις της Αυστραλίας, έχει διαθέσιμα στη βιβλιοθήκη του κλιματικά δεδομένα και έτοιμα στοιχεία εδάφους (soil modules) για όλη σχεδόν την ήπειρο της Αυστραλίας, κάτι που επιτρέπει τη δημιουργία νέων προσομοιώσεων σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Η δημιουργία τέτοιων βιβλιοθηκών με μετεωρολογικά και εδαφικά δεδομένα της περιοχής μας θα ευνοούσε στη γρήγορη διερεύνηση περισσότερων σεναρίων.

Σημαντικό είναι να προστεθούν περισσότερα μοντέλα καλλιέργειας, έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα περισσότερων εναλλακτικών σεναρίων προσομοίωσης καλλιεργειών. Αυτό θα βοηθούσε στην ορθότερη λήψη αποφάσεων διαχείρισης της εκμετάλλευσης, κάνοντας ενδεχομένως κατανομή σε καλλιέργειες και ποικιλίες μειώνοντας το ρίσκο, βελτιώνοντας τις οικονομικές προβλέψεις.

Οι διαθέσιμες οδηγίες για την εκμάθηση της χρήσης λογισμικού χρίζουν περαιτέρω βελτίωσης μιας και πολλές δυνατότητες δεν περιγράφονται στο βαθμό που θα έπρεπε. Πρόκειται για λογισμικό εκατοντάδων χιλιάδων γραμμών κώδικα γραμμένο σε έξι διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού και τα μηνύματα λάθους δεν είναι αναλυτικά, στοιχείο που καθυστερεί τον εντοπισμό λαθών και την εκμάθησή του.

Για μεγαλύτερη ακρίβεια σε επόμενο βήμα θα μπορούσε να γίνει διακρίβωση (calibration) της κάθε ποικιλίας με πειραματικά δεδομένα από το χωράφι. Η ρύθμιση (calibration) μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας φαινολογικά (phenological) δεδομένα, δεδομένα απόδοσης και βιομάζας, γενετικές παραμέτρους που βασίζονται σε παρατήρηση στο χωράφι (field observation).

Συνεπώς, τα προγράμματα προσομοίωσης καλλιεργειών μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη γεωργία. Μέσω αυτών μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια η απόδοση των καλλιεργειών πριν από τη συγκομιδή. Επιτρέπει τη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη απόδοση των καλλιεργειών με το μικρότερο δυνατό ρίσκο.

7 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

7.1 ΑΡΧΕΙΟ ΕΞΟΔΟΥ (OUTPUT FILE)

```
### ##### ##### # # #
# # # # # # # #
# # # # # # # #
##### ##### ##### # # # #
# # # # # # # #
# # # ##### # # # #

The Agricultural Production Systems Simulator
      Copyright(c) APSRU

Version          = 7.10 r4213
Title            = Wheat
Component        "clock" = %apsim%\Model\Clock.dll
Component        "met"   = %apsim%\Model\Input.dll
Paddock:
Component        "outputfile" = %apsim%\Model\Report.dll
Component        "accum"   = %apsim%\Model\Accum.dll
Component        "fertiliser" = %apsim%\Model\Fertiliser.dll
Component        "Soil Water" = %apsim%\Model\SoilWat.dll
Component        "SurfaceOrganicMatter" = %apsim%\Model\SurfaceOM.dll
Component        "Soil Nitrogen" = %apsim%\Model\SoilN.dll
Component        "wheat"   = %apsim%\Model\Plant.dll
Component        "Crop Management" = %apsim%\Model\Manager2.dll
Component        "Fertilise at Sowing" = %apsim%\Model\Manager2.dll

----- clock Initialisation -----
Sequencer phases:
  prepare
  init_step
  do_management
  run_one_step
  do_pasture_water
  process
  do_pasture_growth
  do_stock
  do_cashbook
  post
  end_step
Simulation start date = 1/04/2005
Simulation end date   = 31/10/2005
Time step =          = 1440 (mins)

----- met Initialisation -----
Sparse data is not allowed
INPUT File name: %apsim%\Examples\MetFiles\_met_makro_2005_f.met

----- outputfile Initialisation -----
Output frequency:
  post
Output variables:
  dd/mm/yyyy as Date
  biomass
  yield

Output file = Wheat.out
Format = normal

----- paddock.accum Initialisation -----
Initialising

----- paddock.Soil Water Initialisation -----
```

- Reading constants
 - Reading Soil Property Parameters
 - Reading Soil Profile Parameters
- Initial soilwater distributed using "sw" parameter.

Soil Profile Properties

Depth mm	Air_Dry mm/mm	LL15 mm/mm	Dul mm/mm	Sat mm/mm	Sw mm/mm	BD g/cc	Runoff wf	SWCON
0.- 150.	0.150	0.290	0.540	0.590	0.540	1.020	0.762	0.300
150.- 300.	0.260	0.290	0.530	0.580	0.530	1.030	0.190	0.300
300.- 600.	0.290	0.290	0.540	0.590	0.540	1.020	0.048	0.300
600.- 900.	0.290	0.290	0.540	0.580	0.540	1.020	0.000	0.300
900.- 1200.	0.300	0.300	0.520	0.570	0.520	1.060	0.000	0.300
1200.- 1500.	0.310	0.310	0.500	0.550	0.500	1.110	0.000	0.300
1500.- 1800.	0.320	0.320	0.500	0.550	0.500	1.120	0.000	0.300
1800.- 2100.	0.330	0.330	0.480	0.530	0.480	1.150	0.000	0.300
2100.- 2400.	0.340	0.340	0.470	0.520	0.470	1.180	0.000	0.300
2400.- 2700.	0.350	0.350	0.460	0.510	0.460	1.200	0.000	0.300
2700.- 3000.	0.360	0.360	0.440	0.490	0.440	1.250	0.000	0.300

Soil Water Holding Capacity

Depth	Unavailable (LL15) mm	Available (SW-LL15) mm	Max Avail. (DUL-LL15) mm	Drainable (SAT-DUL) mm
0.- 150.	43.50	37.50	37.50	7.50
150.- 300.	43.50	36.00	36.00	7.50
300.- 600.	87.00	75.00	75.00	15.00
600.- 900.	87.00	75.00	75.00	12.00
900.- 1200.	90.00	66.00	66.00	15.00
1200.- 1500.	93.00	57.00	57.00	15.00
1500.- 1800.	96.00	54.00	54.00	15.00
1800.- 2100.	99.00	45.00	45.00	15.00
2100.- 2400.	102.00	39.00	39.00	15.00
2400.- 2700.	105.00	33.00	33.00	15.00
2700.- 3000.	108.00	24.00	24.00	15.00
Totals	954.00	541.50	541.50	147.00

Initial Soil Parameters

Insoil	Salb	Dif_Con	Dif_Slope
0.00	0.13	40.00	16.00

Runoff is predicted using scs curve number:
 Cn2 Cn_Red Cn_Cov H_Eff_Depth
 mm

73.00 20.00 0.80 450.00

Using Ritchie evaporation model
Cuml evap (U): 6.00 (mm^0.5)
CONA: 3.50 ()
Eo from priestly-taylor

----- paddock.SurfaceOrganicMatter Initialisation -----

- Reading constants
- Reading parameters

Initial Surface Organic Matter Data

Name	Type	Dry matter (kg/ha)	C (kg/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	Cover (0-1)	
Standing_fr							(0-1)
wheat	wheat	1000.0	400.0	5.0	0.0	0.393	0.0

Effective Cover from Surface Materials = 0.4

----- paddock.Soil Nitrogen Initialisation -----

- Reading Parameters
 - Reading Constants
- Using standard soil mineralisation for soil type Black Vertosol

TAV and AMP supplied externally

Soil Profile Properties

Layer	pH	OC (%)	NO3 (kg/ha)	NH4 (kg/ha)	Urea (kg/ha)
1	8.40	1.04	9.95	0.92	0.00
2	8.80	0.89	3.25	0.15	0.00
3	9.00	0.89	6.43	0.31	0.00
4	9.20	0.89	5.21	0.31	0.00
5	9.20	0.77	5.41	0.32	0.00
6	9.10	0.45	5.66	0.33	0.00
7	9.00	0.27	5.72	0.34	0.00
8	9.00	0.22	5.87	0.35	0.00
9	8.90	0.16	6.02	0.35	0.00
10	8.90	0.13	6.12	0.36	0.00
11	8.90	0.12	6.38	0.38	0.00
Totals			66.01	4.10	0.00

Initial Soil Organic Matter Status

Layer	Hum-C (kg/ha)	Hum-N (kg/ha)	Biom-C (kg/ha)	Biom-N (kg/ha)	FOM-C (kg/ha)	FOM-N (kg/ha)
1	15679.1	1254.3	232.9	29.1	19.3	0.5
2	13642.7	1091.4	107.8	13.5	16.6	0.4
3	27153.5	2172.3	80.5	10.1	12.3	0.3
4	27207.0	2176.6	27.0	3.4	9.1	0.2
5	24473.9	1957.9	12.1	1.5	6.7	0.2
6	14977.6	1198.2	7.4	0.9	5.0	0.1
7	9067.5	725.4	4.5	0.6	3.7	0.1
8	7586.2	606.9	3.8	0.5	2.7	0.1
9	5661.2	452.9	2.8	0.4	2.0	0.1
10	4677.7	374.2	2.3	0.3	1.5	0.0
11	4497.8	359.8	2.2	0.3	1.1	0.0
Totals	154624.2	12369.9	483.3	60.4	80.0	2.0

----- Crop Management Initialisation -----

----- Fertilise at Sowing Initialisation -----

----- Start of simulation -----

5/28/2005 12:00:00 AM Sowing Crop
 28 May 2005 (Day of year=148), paddock.wheat:
 Crop Sow

```

-----
cultivar                = hartog
Phases:
  out
  sowing
  germination
  emergence
  end_of_juvenile
  floral_initiation
  flowering
    tt_flowering          = 120 (dd)
  start_grain_fill
    tt_start_grain_fill  = 545 (dd)
  end_grain_fill
    tt_end_grain_fill    = 35 (dd)
  maturity
    tt_maturity          = 1 (dd)
  harvest_ripe
    tt_harvest_ripe     = 1000 (dd)
  end_crop
    tt_end_crop         = 1000 (dd)

grains_per_gram_stem   = 25.0 (/g)
potential_grain_filling_rate = 0.0020 (g/grain/day)
potential_grain_growth_rate = 0.0010 (g/grain/day)
max_grain_size         = 0.0410 (g)
-----
  
```

Root Profile

Layer Depth (mm)	Kl Factor ()	Lower Limit (mm/mm)	Exploration Factor (0-1)
150.0	0.100	0.290	1.000
150.0	0.100	0.290	1.000
300.0	0.080	0.320	1.000
300.0	0.060	0.320	1.000
300.0	0.040	0.350	1.000

300.0	0.020	0.380	1.000
300.0	0.010	0.410	1.000
300.0	0.000	0.480	0.000
300.0	0.000	0.470	0.000
300.0	0.000	0.460	0.000
300.0	0.000	0.440	0.000

Extractable SW: 320mm in 3000mm total depth (11%).
Crop factor for bounding water use is set to 1.5 times eo.
stage 1.0 sowing

Crop Sowing Data

Sowing Day no	Depth mm	Plants m^2	Spacing mm	Skip row	Skip plant	Cultivar name
148	30.0	100.0	250.0	0.0	0.0	hartog

Fertiliser OnTrigger called, paddock='paddock'
28 May 2005(Day of year=148), fertiliser:

- Reading Fertiliser Type Parameters
150.00 of N as urea (urea_N)

added at depth 50.00 (layer 1)

29 May 2005(Day of year=149), paddock.wheat:
stage 2.0 germination

2 June 2005(Day of year=153), paddock.wheat:
stage 3.0 emergence

biomass = 0.46 (g/m^2) lai = 0.020
(m^2/m^2)

stover N conc = 5.85 (%) extractable sw = 29.66 (mm)

3 June 2005(Day of year=154), paddock.wheat:
stage 4.0 end_of_juvenile

biomass = 0.72 (g/m^2) lai = 0.024
(m^2/m^2)

stover N conc = 5.82 (%) extractable sw = 29.24 (mm)

4 July 2005(Day of year=185), paddock.wheat:
stage 5.0 floral_initiation

biomass = 337.61 (g/m^2) lai = 4.504
(m^2/m^2)

stover N conc = 2.60 (%) extractable sw = 170.52 (mm)

31 July 2005(Day of year=212), paddock.wheat:
stage 6.0 flowering

biomass = 859.24 (g/m^2) lai = 2.154
(m^2/m^2)

stover N conc = 1.46 (%) extractable sw = 104.54 (mm)

6 August 2005(Day of year=218), paddock.wheat:
stage 7.0 start_grain_fill

biomass = 935.41 (g/m^2) lai = 1.745
(m^2/m^2)

stover N conc = 1.18 (%) extractable sw = 87.40 (mm)

1 September 2005(Day of year=244), paddock.wheat:
stage 8.0 end_grain_fill

biomass = 1026.53 (g/m^2) lai = 0.654
(m^2/m^2)

stover N conc = 0.32 (%) extractable sw = 85.06 (mm)

2 September 2005(Day of year=245), paddock.wheat:
stage 9.0 maturity

biomass = 1026.53 (g/m^2) lai = 0.579
(m^2/m^2)

stover N conc = 0.32 (%) extractable sw = 83.97 (mm)

3 September 2005(Day of year=246), paddock.wheat:
stage 10.0 harvest_ripe

biomass = 1026.53 (g/m^2) lai = 0.000
(m^2/m^2)

stover N conc = 0.31 (%) extractable sw = 82.59 (mm)

9/4/2005 12:00:00 AM Harvesting Crop

4 September 2005 (Day of year=247), paddock.wheat:

flowering day	= 212	stover (kg/ha)
= 6841.7		
maturity day	= 245	grain yield (kg/ha)
= 3423.6		
grain % water content	= 12.5	grain yield wet
(kg/ha)= 3912.7		
grain wt (g)	= 0.028	grains/m ²
= 12229.2		
grains/plant	= 122.3	maximum lai
= 5.002		
total above ground biomass (kg/ha)	= 10265.3	
live above ground biomass (kg/ha)	= 10265.3	
green above ground biomass (kg/ha)	= 8021.9	
senesced above ground biomass (kg/ha)	= 2243.5	
number of leaves	= 43.2	
DM Root:Shoot ratio	= 0.19	Harvest Index
= 0.33		
Stover C:N ratio	= 107.91	Root C:N ratio
= 23.37		
grain N percent	= 2.74	total N content
(kg/ha)= 119.24		
grain N uptake (kg/ha)	= 93.88	senesced N content
(kg/ha)= 11.22		
green N content (kg/ha)	= 14.14	

Average Stress Indices:			Water Photo	Water Expan	N
Photo	N grain conc				
	emergence	to end_of_juvenile	0.000	0.000	
0.000	0.000				
	end_of_juvenile	to floral_initiation	0.000	0.000	
0.000	0.000				
	floral_initiation	to flowering	0.111	0.167	
0.000	0.000				
	flowering	to start_grain_fill	0.343	0.430	
0.000	0.000				
	start_grain_fill	to end_grain_fill	0.165	0.203	
0.573	0.573				

Crop harvested.

Organic matter from crop:-		Tops to surface residue	Roots to soil
FOM			
	DM (kg/ha) =	6841.7	
0.0			
	N (kg/ha) =	25.36	
0.00			

Organic matter removed from system:-		From Tops	From
Roots			
	DM (kg/ha) =	3423.6	
0.0			
	N (kg/ha) =	93.88	
0.00			

stage 4.0 end_of_juvenile			
(m ² /m ²)	biomass =	0.00 (g/m ²)	lai = 0.020

	stover N conc =	6.30 (%)	extractable sw = 82.59 (mm)
Crop ended. Yield (dw)	= 0.0	(kg/ha)	

Organic matter from crop:-		Tops to surface residue	Roots to soil
FOM			
	DM (kg/ha) =	0.0	
1967.2			
	N (kg/ha) =	0.00	
33.67			

31 October 2005 (Day of year=304), clock:
Simulation is terminating due to end criteria being met.

7.2 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 1ο

Σκοπός της έρευνας είναι να συλλέξει και να καταγράψει πληροφορίες σχετικά με τις καλλιέργειες ζωοτροφών σε περιοχές των Γρεβενών.

Επισημαίνεται ότι διασφαλίζεται ο εμπιστευτικός χαρακτήρας των απαντήσεων.

1. Ποιες καλλιέργειες-ποικιλίες καλλιεργείτε; Ποιες από αυτές είναι **Βιολογικές** (check box);

Καλλιέργεια1: <input type="checkbox"/> Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια2: <input type="checkbox"/> Κριθάρι	Καλλιέργεια3: <input type="checkbox"/> Σπαρόβριζο	Καλλιέργεια4: <input checked="" type="checkbox"/> Φακές
Ποικιλία: Π1: IRNERIO (ΚΟΛΟΒΟ) <input type="checkbox"/> Π2: TIGER (ΑΓΑΝΙΑΡΙΚΟ) <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: _____ <input type="checkbox"/> Π2: _____ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: _____ <input type="checkbox"/> Π2: _____ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: _____ <input type="checkbox"/> Π2: _____ <input type="checkbox"/>

2. Από τις παραπάνω ποικιλίες πόσα **στρέμματα** περίπου καλλιεργείτε ετησίως;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: Σπαρόβριζο	Καλλιέργεια: <input checked="" type="checkbox"/> Φακές
Ποικιλία 1			
300	600	250	150
Ποικιλία 2			
300			

3. Για κάθε καλλιέργεια-ποικιλία σε ποιες καλλιεργητικές φροντίδες προβαίνετε;

Δεδομένα Σποράς της κάθε παραπάνω

Καλλιέργεια: μαλακό:	Σιτάρι	Ποικιλία: ΑΓΑΝΙΑΡΙΚΟ	ΚΟΛΟΒΟ &
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>			
Αν Ναι Πότε: <u>Ιούλιο -Αυγουστο</u>			
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>			
Αν Ναι Πότε: <u>τέλη Οκτώβρη- Αρχές Νοέμβρη</u> Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 20kg/στρέμμα			
Πότε: <u>Μάρτη</u> είτε Είδος: Νιτρική Ποσότητα: 30kg/στρέμμα			
είτε Είδος: Ουρία Ποσότητα 20kg/στρέμμα			
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>			

(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Αν <u>Ναι</u> Πότε: _____ Είδος: _____ Ποσότητα: _____
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>
Πότε γίνεται η σπορά; Από : τέλη Οκτώβρη Έως: Αρχές Νοέμβρη
Γίνεται Αρδευση με τη σπορά; Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/> Αν <u>Ναι</u> Ποσότητα: _____
Ποσότητα: 20 kg/στρέμμα
Βάθος σποράς: 3 cm

Καλλιέργεια Κριθάρι:	Ποικιλία:
Πραγματοποιείται Όργανο; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/> Αν <u>Ναι</u> Πότε: Ιούλιο -Αυγουστο	
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/> Αν <u>Ναι</u> Πότε: τέλη Οκτώβρη- Αρχές Νοέμβρη Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 20kg/στρέμμα Πότε: Μάρτη είτε Είδος: Νιτρική Ποσότητα: 30kg/στρέμμα είτε Είδος: Ουρία Ποσότητα 20kg/στρέμμα	
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/> (Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Αν <u>Ναι</u> Πότε: _____ Είδος: _____ Ποσότητα: _____	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : τέλη Οκτώβρη Έως: Αρχές Νοέμβρη	
Γίνεται Αρδευση με τη σπορά; Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/> Αν <u>Ναι</u> Ποσότητα: _____	
Ποσότητα: 20 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	

Καλλιέργεια:	Ποικιλία:
Σιταρόβριζο:	
Πραγματοποιείται Όργανο; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/> Αν <u>Ναι</u> Πότε: Ιούλιο -Αυγουστο	
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/> Αν <u>Ναι</u> Πότε: τέλη Οκτώβρη- Αρχές Νοέμβρη Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 20kg/στρέμμα	

Πότε: Μάρτη	είτε Είδος: Νιτρική	Ποσότητα: 30kg/στρέμμα
	είτε Είδος: Ουρία	Ποσότητα 20kg/στρέμμα
Χρησιμοποιείτε φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/> (Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια);		
Αν <u>Ναι</u>	Πότε: _____	Είδος: _____
Ποσότητα: _____		
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>		
Πότε γίνεται η σπορά; Από : τέλη Οκτώβρη Έως: Αρχές Νοέμβρη		
Γίνεται Αρδευση με τη σπορά; Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>		
Αν <u>Ναι</u> Ποσότητα: _____		
Ποσότητα: 20 kg/στρέμμα		
Βάθος σποράς: 3 cm		

Καλλιέργεια: Φακές:	Ποικιλία:
Πραγματοποιείται Όργωμα ; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν <u>Ναι</u> Πότε: Ιούλιο -Αυγουστο	
Χρησιμοποιείτε λίπανση ; Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πραγματοποιείται άρδευση ; Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : τέλη Οκτώβρη Έως: Αρχές Νοέμβρη	
Γίνεται Αρδευση με τη σπορά; Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Αν <u>Ναι</u> Ποσότητα: _____	
Ποσότητα: 7 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3cm	

4. Πότε γίνεται η συγκομιδή της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: Σιπαρόβριζο	Καλλιέργεια: <input checked="" type="checkbox"/> Φακές
Ποικιλία 1 & 2			
Από: 20 Ιουλ Έως: 10 Ιουλ	Από: 10 Ιουλ Έως: 30 Ιουλ	Από: 10 Ιουλ Έως: 20 Ιουλ	Από: Αρχές Ιουλ Έως: 10 Ιουλ

5. Πόση είναι η απόδοση (kg/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: Σιταρόβριζο	Καλλιέργεια: <input checked="" type="checkbox"/> Φακές
Ποικιλία 1 & 2			
Από: 240 Έως: 370	Από: 240 Έως: 370	Από: 240 Έως: 370	Από: 100 Έως: 200

6. Υπάρχουν εδαφικές αναλύσεις των παραπάνω καλλιεργειών: Ναι: Όχι:

7. Ποιες ήταν οι τιμές πώλησης (€/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: Σιταρόβριζο	Καλλιέργεια: <input checked="" type="checkbox"/> Φακές
Ποικιλία 1 & 2			
Από: 0,13 Έως: 0,30	Από: 0,13 Έως: 0,30	Από: 0,13 Έως: 0,30	Από: 0,90 Έως: 1,10

7.3 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 2ο

Σκοπός της έρευνας είναι να συλλέξει και να καταγράψει πληροφορίες σχετικά με τις καλλιέργειες ζωοτροφών σε περιοχές των Γρεβενών.

Επισημαίνεται ότι διασφαλίζεται ο εμπιστευτικός χαρακτήρας των απαντήσεων.

1. Ποιες καλλιέργειες-ποικιλίες καλλιεργείτε; Ποιες από αυτές είναι **Βιολογικές** (check box);

Καλλιέργεια 1: <input type="checkbox"/> Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια 2: <input type="checkbox"/> Κριθάρι	Καλλιέργεια 3: <input checked="" type="checkbox"/> Τριπικάλε	Καλλιέργεια 4: <input checked="" type="checkbox"/> Σίκαλη	Καλλιέργεια 5: <input type="checkbox"/> Βρώμη
Ποικιλία: Π1: AFRICA Π2 BILANCIA	Ποικιλία: Π1: NURE	Ποικιλία: Π1: _____	Ποικιλία: Π1: _____	Ποικιλία: Π1: _____

2. Από τις παραπάνω ποικιλίες πόσα **στρέμματα** περίπου καλλιεργείτε ετησίως;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια : <input checked="" type="checkbox"/> Τριπικάλε	Καλλιέργεια: <input checked="" type="checkbox"/> Σίκαλη	Καλλιέργει α Βρώμη
Ποικιλία 1				
70-250	200-300	150-400	50-300	20-100
Ποικιλία 2				
70-250				

3. Για κάθε καλλιέργεια-ποικιλία σε ποιες **καλλιεργητικές φροντίδες** προβαίνετε;

Δεδομένα **Σποράς** της κάθε παραπάνω

Καλλιέργεια: μαλακό:	Σιτάρι	Ποικιλία: AFRICA & BILANCIA
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>		
Αν Ναι Πότε: Αρχές Αυγούστου		
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>		
Αν Ναι Πότε: Αρχές Νοέμβρη Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 25kg/στρέμμα		
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>		

(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 5 Νοέμβρη Έως: 15 Νοέμβρη
Ποσότητα: 30 kg/στρέμμα
Βάθος σποράς: 3 cm

Καλλιέργεια: Κριθάρι:	Ποικιλία: NURE
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Αρχές Αυγούστου	
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Αρχές Νοέμβρη Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 25kg/στρέμμα	
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 20 Οκτώβρη Έως: 30 Οκτώβρη	
Ποσότητα: 30 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	

Καλλιέργεια Τριτικάλε:	Ποικιλία:
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Αρχές Αυγούστου	
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Αρχές Νοέμβρη Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 25kg/στρέμμα	
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια	
Αν <u>Ναι</u> Πότε:_____ Είδος:_____ Ποσότητα:_____	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 25 Οκτώβρη Έως: 10 Νοεμβρίου	
Ποσότητα: 30 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	

Καλλιέργεια Σίκαλη:	Ποικιλία:
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Αρχές Αυγούστου	
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	

Αν Ναι Πότε: 20 Οκτωβρίου Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 25kg/στρέμμα
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 10 Οκτωβρίου Έως: 20 Οκτωβρίου
Ποσότητα: 20-25 kg/στρέμμα
Βάθος σποράς: 3 cm

Καλλιέργεια Βρώμη:	Ποικιλία:
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Αρχές Αυγούστου	
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Αρχές Φεβρουαρίου Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 15kg/στρέμμα	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 25 Φεβρουαρίου Εως 20 Μάρτη	
Ποσότητα: 20 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	

4. Πότε γίνεται η συγκομιδή της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: <input checked="" type="checkbox"/> Τριπικάλε	Καλλιέργεια : <input checked="" type="checkbox"/> Σίκαλη	Καλλιέργεια Βρώμη
Ποικιλία 1&2				
Από: 5 Ιουλ Έως: 25 Ιουλ	Από: 20 Ιουν Έως: 5 Ιουλ	Από: 10 Ιουλ Έως: 30 Ιουλ	Από: 5 Ιουλ Έως: 20 Ιουλ	Από: 25 Ιουλ Έως: 15 Αυγ

5. Πόση είναι η απόδοση (kg/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια : <input checked="" type="checkbox"/> Τριπικάλε	Καλλιέργεια: <input checked="" type="checkbox"/> Σίκαλη	Καλλιέργει α Βρώμη
Ποικιλία 1 & 2				
Από: 150 Έως: 350	Από: 150 Έως: 350	Από: 100 Έως: 300	Από: 100 Έως: 300	Από: 50 Έως: 200

6. Υπάρχουν εδαφικές αναλύσεις των παραπάνω καλλιεργειών: Ναι: Όχι:
(Γνωρίζουμε pH: 5,8-6)

7. Ποιες ήταν οι τιμές πώλησης (€/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια : <input checked="" type="checkbox"/> Τριπικάλε	Καλλιέργεια: <input checked="" type="checkbox"/> Σίκαλη	Καλλιέργει α Βρώμη
Ποικιλία 1 & 2				
Από: 0,15 Έως: 0,25	Από: 0,15 Έως: 0,25	Από: 0,15 Έως: 0,25	Από: 0,15 Έως: 0,25	Από: 0,15 Έως: 0,30

7.4 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 3ο

Σκοπός της έρευνας είναι να συλλέξει και να καταγράψει πληροφορίες σχετικά με τις καλλιέργειες ζωοτροφών σε περιοχές των Γρεβενών.

Επισημαίνεται ότι διασφαλίζεται ο εμπιστευτικός χαρακτήρας των απαντήσεων.

1. Ποιες καλλιέργειες-ποικιλίες ζωοτροφών καλλιεργείτε; Ποιες από αυτές είναι Βιολογικές (check box);

Καλλιέργεια 1: <input type="checkbox"/> Κριθάρι	Καλλιέργεια 2: <input type="checkbox"/> Τριτικάλε	Καλλιέργεια 3: <input type="checkbox"/> Ρεβύθι	Καλλιέργεια 4: <input type="checkbox"/> Μπιζέλι	Καλλιέργεια 5: <input type="checkbox"/> Τριφύλλι
Ποικιλία: Π1: NURE <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: _____ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: ΑΜΟΡΓΟΣ_ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: ΟΛΥΜΠΟΣ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: _____ <input type="checkbox"/>

2. Από τις παραπάνω ποικιλίες πόσα στρέμματα περίπου καλλιεργείτε ετησίως;

Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: Τριτικάλε	Καλλιέργεια : Ρεβύθι	Καλλιέργεια: Μπιζέλι	Καλλιέργει α Τριφύλλι
Ποικιλία 1				
150-200	80-100	40-60	80-100	120-150
Ποικιλία 2				

3. Για κάθε καλλιέργεια-ποικιλία σε ποιες καλλιεργητικές φροντίδες προβαίνετε;

Δεδομένα Σποράς της κάθε παραπάνω

Καλλιέργεια: Κριθάρι:	Ποικιλία: NURE
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Τέλη Ιουλίου	
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: 25 Οκτ Είδος: 21-17-3 Ποσότητα: 25kg/στρέμμα	
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 25 Οκτώβρη Έως: 10 Νοέμβρη	

Ποσότητα: 30 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	
Καλλιέργεια: Τρικήαλε:	Ποικιλία:
Πραγματοποιείται Όργωμα ; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: <u>Τέλη Ιουλίου</u>	
Χρησιμοποιείτε λίπανση ; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: 25 Οκτ Είδος: 21-17-3 Ποσότητα: 18-20kg/στρέμμα	
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 25 Οκτώβρη Έως: 10 Νοέμβρη	
Ποσότητα: 28-30 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	

Καλλιέργεια: Ρεβύθι:	Ποικιλία: Αμοργός
Πραγματοποιείται Όργωμα ; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: <u>Τέλη Ιουλίου</u>	
Χρησιμοποιείτε λίπανση ; Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 15 Μάρτη Έως: 25 Μάρτη	
Ποσότητα: 15-20 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	

Καλλιέργεια: Μπιζέλι:	Ποικιλία: Όλυμπος
Πραγματοποιείται Όργωμα ; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: <u>Τέλη Ιουλίου</u>	
Χρησιμοποιείτε λίπανση ; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: 25 Οκτ Είδος: 21-17-3 Ποσότητα: 18-20kg/στρέμμα	
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 25 Οκτώβρη Έως: 10 Νοέμβρη	
Ποσότητα: 28-30 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	

Καλλιέργεια: Τριφύλλι:	Ποικιλία:
-------------------------------	-----------

Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>
Αν Ναι Πότε: Τέλη Ιουλίου
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>
Αν Ναι Πότε: Μάρτη Είδος: 21-17-3 ή 20-20-0 Ποσότητα: 10kg/στρέμμα
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>
Πότε γίνεται η σπορά; Από : 20 Μάρτη Έως: 30 Μάρτη
Ποσότητα: 3 - 3,5 kg/στρέμμα
Βάθος σποράς: 3 cm

4. Πότε γίνεται η συγκομιδή της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: Τριτικάλε	Καλλιέργεια: Ρεβύθι	Καλλιέργεια: Μπιζέλι	Καλλιέργεια Τριφύλλι
Ποικιλία 1				
Από: 10 Ιουν Έως: 20 Ιουν	Από: 25 Ιουν Έως: 5 Ιουλ	Από: 20 Ιουλ Έως: 30 Ιουλ	Από: 20 Ιουλ Έως: 30 Ιουλ	Από: 15 Μαί Έως: 30 Μαί

5. Πόση είναι η απόδοση (kg/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: Τριτικάλε	Καλλιέργ.: Ρεβύθι	Καλλιέργεια: Μπιζέλι	Καλλιέργ.: Τριφύλλι
Ποικιλία 1 & 2				
Από: 320 Έως: 420	Από: 270 Έως: 370	Από: 80 Έως: 120	Από: 80 Έως: 140	Από: 400 Έως: 500

6. Υπάρχουν εδαφικές αναλύσεις των παραπάνω καλλιεργειών: **Ναι:** **Όχι:**

7. Ποιες ήταν οι τιμές πώλησης (€/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια: Τριτικάλε	Καλλιέργ.: Ρεβύθι	Καλλιέργεια: Μπιζέλι	Καλλιέργ.: Τριφύλλι
Ποικιλία 1				
Από: 0,15 Έως: 0,21	Από: 0,14 Έως: 0,19	Από: 0,50 Έως: 0,80	Από: 0,50 Έως: 0,60	Από: 0,12 Έως: 0,22

7.5 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 4ο

Σκοπός της έρευνας είναι να συλλέξει και να καταγράψει πληροφορίες σχετικά με τις καλλιέργειες ζωοτροφών σε περιοχές των Γρεβενών.

Επισημαίνεται ότι διασφαλίζεται ο εμπιστευτικός χαρακτήρας των απαντήσεων.

1. Ποιες καλλιέργειες-ποικιλίες καλλιεργείτε; Ποιες από αυτές είναι **Βιολογικές** (check box);

Καλλιέργεια 1: <input type="checkbox"/> Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια 2: <input checked="" type="checkbox"/> Κριθάρι	Καλλιέργεια 3: <input type="checkbox"/>	Καλλιέργεια 4: <input checked="" type="checkbox"/>	Καλλιέργεια 5: <input type="checkbox"/>
Ποικιλία: Π1: ACCORD <input type="checkbox"/> Π2: _____ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: NURE <input type="checkbox"/> Π2: _____ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: _____ <input type="checkbox"/> Π2: _____ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: _____ <input type="checkbox"/> Π2: _____ <input type="checkbox"/>	Ποικιλία: Π1: _____ <input type="checkbox"/> Π2: _____ <input type="checkbox"/>

2. Από τις παραπάνω ποικιλίες πόσα **στρέμματα** περίπου καλλιεργείτε ετησίως;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια :	Καλλιέργεια:	Καλλιέργει α
Ποικιλία 1				
300-450	400-600			

3. Για κάθε καλλιέργεια-ποικιλία σε ποιες **καλλιεργητικές φροντίδες** προβαίνετε; Δεδομένα **Σποράς** της κάθε παραπάνω

Καλλιέργεια: μαλακό:	Σιτάρι	Ποικιλία: ACCORD
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>		
Αν Ναι Πότε: <u>Ιούλιο</u>		
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> (2-3 μέρες πριν τη σπορά) Όχι: <input type="checkbox"/>		
Αν Ναι Πότε: <u>τέλη Οκτώβρη- Αρχές Νοέμβρη</u> Είδος: <u>20-20-0</u> Ποσότητα: <u>30kg/στρέμμα</u>		
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>		
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); <u>Ζιζάνια</u>		

Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>
Πότε γίνεται η σπορά; Από : τέλη Οκτώβρη Έως: Αρχές Νοέμβρη
Ποσότητα: 27-30 kg/στρέμμα
Βάθος σποράς: 3 cm

Καλλιέργεια Κριθάρι:	Ποικιλία: NURE
Πραγματοποιείται Όργωμα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: Ιούλιο	
Χρησιμοποιείτε λίπανση; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> (2-3 μέρες πριν τη σπορά) Όχι: <input type="checkbox"/>	
Αν Ναι Πότε: τέλη Οκτώβρη- Αρχές Νοέμβρη Είδος: 20-20-0 Ποσότητα: 30kg/στρέμμα	
Χρησιμοποιείτε Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα; Ναι: <input checked="" type="checkbox"/> Όχι: <input type="checkbox"/>	
(Εχθροί/Ασθένειες/Ζιζάνια); Ζιζάνια	
Γίνεται ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας Ναι: <input type="checkbox"/> Όχι: <input checked="" type="checkbox"/>	
Πότε γίνεται η σπορά; Από : τέλη Οκτώβρη Έως: Αρχές Νοέμβρη	
Ποσότητα: 27-30 kg/στρέμμα	
Βάθος σποράς: 3 cm	

4. Πότε γίνεται η συγκομιδή της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια :	Καλλιέργεια:	Καλλιέργει α
Ποικιλία 1				
Από: 20 Ιουν Έως: 30 Ιουν	Από: 10 Ιουν Έως: 20 Ιουν	Από: Έως:	Από: Έως:	Από: Έως:

5. Πόση είναι η απόδοση (kg/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια :	Καλλιέργεια:	Καλλιέργει α
Ποικιλία 1& 2				
Από: 300 Έως: 400	Από: 350 Έως: 450	Από: Έως:	Από: Έως:	Από: Έως:

6. Υπάρχουν **εδαφικές αναλύσεις** των παραπάνω καλλιεργειών: Ναι: Όχι:

7. Ποιες ήταν οι **τιμές πώλησης** (€/στρέμμα) τα προηγούμενα έτη της κάθε ποικιλίας;

Καλλιέργεια: Σιτάρι μαλακό	Καλλιέργεια: Κριθάρι	Καλλιέργεια :	Καλλιέργεια:	Καλλιέργει α
Ποικιλία 1				
Από: 0,18 Έως: 0,23	Από: 0,16 Έως: 0,20	Από: Έως:	Από: Έως:	Από: Έως:

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

EPIC:. (2020). Ανάκτηση από <https://epicapex.tamu.edu/epic/>.

Alderman, P. D. (2020). A comprehensive R interface for the DSSAT Cropping Systems Model. *Computers and Electronics in Agriculture*.

APSIM: The Leading Software Framework for Agricultural Systems Modelling and Simulation -<https://www.apsim.info/>. (n.d.). Ανάκτηση από <https://www.apsim.info/>.

Boogaard, H., Diepen, C. V., Rötter, R., Cabrera, J., & Laar, H. V. (2014). *WOFOST Control Centre 2.1 and WOFOST 7.1.7*. Alterra, Wageningen University & Research Centre.

Boote, E. P. (2020). Advances in crop modelling for a sustainable agriculture. *BURLEIGH DODDS SERIES IN AGRICULTURAL SCIENCE*.

de Wit, A., Boogaard, H., Fumagalli, D., Janssen, S., Knapen, R., van Kraalingen, D., και συν. (2019). 25 years of the WOFOST cropping systems model Review. *Agricultural Systems*, 154-167.

Gerik, D. T. (2015). *Environmental Policy Integrated Climate Model*.

<http://www.fao.org/aquacrop>. (n.d.). <http://www.fao.org/aquacrop>. Ανάκτηση από <http://www.fao.org/aquacrop>.

<https://dssat.net/>. (2020). <https://dssat.net/>. Ανάκτηση από <https://dssat.net/>.

Jin, X., Kumar, L., Li, Z., Feng, H., Xu, X., Yang, G., και συν. (2018). A review of data assimilation of remote sensing and crop models. *European Journal of Agronomy*, σσ. 141-152.

- Kasampalis, D. A., Alexandridis, T. K., Deva, C., Challinor, A., Moshou, D., & Zalidis, G. (2018). Contribution of remote sensing on crop models: A review. *Journal of Imaging*.
- Salo, T. J., Palosuo, T., Kersebaum, K. C., Nendel, C., Angulo, C., Ewert, F., και συν. (2016). Comparing the performance of 11 crop simulation models in predicting yield response to nitrogen fertilization. *Journal of Agricultural Science*, σσ. 1218-1240.
- Thimme Gowda, P., Satyareddi, S. A., & Manjunath Scholars, S. (2013). Crop Growth Modeling: A Review. *Research and Reviews Journal of Agriculture and Allied Sciences*, σσ. 1-11.
- Thimme Gowda, P., Satyareddi, S. A., & Manjunath Scholars, S. (2013). Crop Growth Modeling: A Review. *Research and Reviews Journal of Agriculture and Allied Sciences*, σσ. 1-11.
- WOFOST. (n.d.). <https://www.wur.nl/>. Ανάκτηση από <https://www.wur.nl/Landingspagina-redacteuren-29/en/Research-Results/Research-Institutes/Environmental-Research/Facilities-Tools/Software-models-and-databases/WOFOST.htm>.
- ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΛΑΘΙ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ. (2012, 03). *ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΛΑΘΙ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ*. Ανάκτηση από http://www.anko.gr/images/anko/documents/kalathi_dm/epixiirisiako_sxedio.pdf
- Κάλφας, Δ. Η. (2018). Αρωματικά Φυτά.
- Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (pdm.gov.gr). (n.d.). *Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας*. Ανάκτηση από <https://www.pdm.gov.gr/periferia/chorika-oria/geografiki-armodiotita/>