

# LIFE ENVIRONMENT STRYMON

## **Ecosystem Based Water Resources Management to Minimize Environmental Impacts from Agriculture Using State of the Art Modeling Tools in Strymonas Basin**

**LIFE03 ENV/GR/000217**



### **Task 4. Water Resources Management Planning**

Ελληνική Έκδοση (in Greek)

**Elaboration of optimum management plans  
in terms of maximizing gross margin versus  
minimizing the use of water and  
agrochemicals in Strymonas basin**



THE GOULANDRIS NATURAL HISTORY MUSEUM  
GREEK BIOTOPE / WETLAND CENTRE



The present work is part of the 4-years project: “Ecosystem Based Water Resources Management to Minimize Environmental Impacts from Agriculture Using State of the Art Modeling Tools in Strymonas Basin” (contract number LIFE03 ENV/GR/000217). The project is co-funded by the Goulandris Natural History Museum - Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY), the Prefecture of Serres – Directorate of Land Reclamation of Serres (DEB-S), the Development Agency of Serres S.A. (ANESER S.A.) and the Local Association for the Protection of Lake Kerkini (SPALK).

Η πλήρης αναφορά στην εργασία αυτή έχει ως εξής:

Ψυχουδάκης, Α., Α. Ράγκος, Α. Θεοδωρίδης. 2007. Τεχνική έκθεση επεξεργασίας των βέλτιστων διαχειριστικών σχεδίων προκειμένου να μεγιστοποιηθεί το γεωργικό εισόδημα και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιηθεί η χρήση νερού και αγροχημικών. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων (EKBY). Θέρμη, 24 σελ.

This document may be cited as follows:

Psychoudakis, A., A. Ragos, A. Theodoridis. 2007. Elaboration of optimum management plans in terms of maximizing gross margin versus minimizing the use of water and agrochemicals in Strymonas basin. Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY). Thermi, Greece. 24 p. (In Greek)

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Εισαγωγή</b>	1
<b>1. Αποτελέσματα</b>	2
1.1. Σύνθεση καλλιεργειών στον Pay-off Πίνακα	2
1.2. Compromise programming	10
1.3. Σχέδια παραγωγής σε επίπεδο αρδευτικού δικτύου	11
<b>2. Συμπεράσματα</b>	24

## **Εισαγωγή**

Αντικείμενο της παρούσας τεχνικής έκθεσης είναι η παρουσίαση των εναλλακτικών σχεδίων καλλιέργειας για ολόκληρη την περιοχή, αλλά και για κάθε αρδευτικό δίκτυο χωριστά, που καταρτίζονται με εφαρμογή της μεθόδου προγραμματισμού πολλαπλών στόχων. Με καθένα από τα σχέδια καλλιέργειας επιτυγχάνεται μεταβολή του ακαθάριστου κέρδους, της χρησιμοποιούμενης ποσότητας αρδευτικού νερού, της εφαρμοζόμενης ποσότητας αζώτου και της αξίας των χρησιμοποιούμενων αγροχημικών σε διαφορετικό βαθμό.

## 1. Αποτελέσματα

### 1.1. Σύνθεση καλλιεργειών στον Pay-off Πίνακα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η σύνθεση των καλλιεργειών που αντιστοιχεί σε κάθε σειρά του pay-off Πίνακα. Πρόκειται για τα αποτελέσματα εφαρμογής γραμμικού προγραμματισμού με διαφορετική κάθε φορά αντικειμενική συνάρτηση και με τον ίδιο πίνακα περιορισμών. Είναι προφανές ότι κάθε ένα από τα σχέδια καλλιέργειας συνεπάγεται διαφορετικό ακαθάριστο κέρδος και διαφορετικά επίπεδα χρήσης εισροών. Οι εκτάσεις που καταλαμβάνει κάθε καλλιέργεια διαφοροποιούνται ουσιαστικά μεταξύ των λύσεων και η επιλογή της άριστης λύσης απαιτεί την εξέταση του επιτυγχανόμενου ακαθάριστου κέρδους και του επιπέδου χρήσης νερού, αζώτου και αγροχημικών αλλά και των απόψεων των γεωργών της περιοχής, ώστε οι καλλιέργειες και οι συνδυασμοί τους να αξιολογηθούν με βάση την αποδοχή τους και άλλα κοινωνικά κριτήρια.

Πίνακας 1. Άριστα σχέδια καλλιέργειας για τις λύσεις του pay-off Πίνακα

Λύσεις	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)						Βιομ. Τομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
	Βαμβάκι	Μηδική	Αραβόσιτος	Ρύζι	Τεύτλα	Καπνός			
1. Ακαθάριστο κέρδος	189,8	142,2	31,0	17,1	125,4	6,4	56,9	4,0	-
2. Ποσότητα αζώτου	400,5	117,9	-	20,2	2,2	21,0	-	4,0	7,1
3. Αξία γεωργικών φαρμάκων	-	142,2	352,7	17,1	-	0,3	-	4,0	56,5
4. Ποσότητα αρδευτικού νερού	0,2	-	416,4	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9

Η πρώτη σειρά του Πίνακα 1 αντιπροσωπεύει το συνδυασμό των κλάδων παραγωγής που μεγιστοποιεί το ακαθάριστο κέρδος, χωρίς περιορισμούς στους αναφερόμενους συντελεστές και με τιμές που διαμορφώνει η εφαρμογή της νέας ΚΑΠ. Πρόκειται για συνδυασμό αναφοράς με τον οποίο συγκρίνονται οι συνδυασμοί μειωμένης χρήσης λιπασμάτων, γεωργικών φαρμάκων και αρδευτικού νερού. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 117,99 €/στρ. και είναι το υψηλότερο που μπορεί να επιτευχθεί με τους περιορισμούς που τίθενται. Στο συνδυασμό αυτό, οι καλλιέργειες βαμβακιού, μηδικής και τεύτλων καταλαμβάνουν το 80% περίπου της συνολικής έκτασης και προσδιορίζουν την παραγωγική κατεύθυνση στην περιοχή.

Η δεύτερη σειρά αντιπροσωπεύει το συνδυασμό των καλλιεργειών με την ελάχιστη κατανάλωση λιπασμάτων (7,07 kg N/στρ.) και μέσο ακαθάριστο κέρδος

82,61 €/στρ. Όπως προκύπτει από τη σύγκριση με το συνδυασμό που μεγιστοποιεί το ακαθάριστο κέρδος η μείωση των λιπασμάτων προκύπτει από τη μείωση κυρίως της έκτασης της τευτλοκαλλιέργειας και της έκτασης της καλλιέργειας της βιομηχανικής ντομάτας. Σημειώνεται ότι όταν περιορίζεται ένας συντελεστής αυξάνεται η συμμετοχή στο συνδυασμό των καλλιεργειών του κλάδου που δίνει μεγαλύτερο ακαθάριστο κέρδος ανά μονάδα περιορισμένου συντελεστή.

Η τρίτη σειρά αντιπροσωπεύει το συνδυασμό των καλλιεργειών με την ελάχιστη χρήση γεωργικών φαρμάκων (9,04 €/στρ.) και με μέσο ακαθάριστο κέρδος 66,70 €/στρ.. Η σύγκριση με το συνδυασμό μεγιστοποίησης του ακαθάριστου κέρδους (πρώτη σειρά) δείχνει ότι η μείωση της χρήσης γεωργικών φαρμάκων μπορεί να επιτευχθεί κυρίως με την υποκατάσταση της βαμβακοκαλλιέργειας και της τευτλοκαλλιέργειας από την καλλιέργεια καλαμποκιού, ενώ στη μείωση της χρήσης γεωργικών φαρμάκων συμβάλλει η συμμετοχή κατά 10% περίπου της καλλιέργειας σιταριού στα αρδευτικά δίκτυα.

Ο συνδυασμός των καλλιεργειών με την ελάχιστη κατανάλωση αρδευτικού νερού (4<sup>η</sup> σειρά του πίνακα), που υπολογίζεται σε 653,5 m<sup>3</sup>/στρ. και με ακαθάριστο κέρδος 58,83 €/στρ., περιλαμβάνει καλλιέργειες που αποδίδουν το υψηλότερο ακαθάριστο κέρδος ανά m<sup>3</sup> αρδευτικού νερού. Πρόκειται για τις καλλιέργειες αραβοσίτου (73% περίπου της συνολικής έκτασης), βιομηχανικής ντομάτας (10% περίπου της έκτασης) και σίτου (10% περίπου της έκτασης) στα αρδευτικά δίκτυα.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων, όπου στην αντικειμενική συνάρτηση τίθεται το ακαθάριστο κέρδος των κλάδων παραγωγής και ο πίνακας περιορισμών εδάφους, εργασίας και μεταβλητού κεφαλαίου είναι ο ίδιος με αυτόν του πίνακα γραμμικού προγραμματισμού. Επιπλέον, οι υπόλοιπες τρεις αντικειμενικές συναρτήσεις τίθενται ως περιορισμοί. Σε κάθε μία από τις τρεις εφαρμογές του παραμετρικού προγραμματισμού αλλάζει ο μεταβαλλόμενος συντελεστής, ο οποίος την πρώτη φορά είναι η χρησιμοποιούμενη ποσότητα αζώτου, τη δεύτερη η αξία των χρησιμοποιούμενων αγροχημικών και την τρίτη η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού. Το εύρος μεταβολής κάθε συντελεστή καθορίζεται από τις τιμές που παρουσιάζονται στον pay-off πίνακα, πρόκειται για τη διαφορά μεταξύ της ελάχιστης τιμής (που αποτελεί στοιχείο της διαγωνίου) και της μέγιστης τιμής.

Με την επίλυση του υποδείγματος προγραμματισμού πολλαπλών στόχων προκύπτουν συνολικά 144 λύσεις, τα σχέδια καλλιέργειας των οποίων

παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Είναι προφανές πως κάθε λύση αποτελεί διαφορετικό συνδυασμό των κλάδων παραγωγής, που αξιοποιούν σε διαφορετικό βαθμό τους διαθέσιμους συντελεστές παραγωγής. Οι 144 λύσεις ιεραρχούνται με κριτήριο το ακαθάριστο κέρδος, οι ακριβείς τιμές του οποίου παρουσιάζονται σε άλλο παραδοτέο του έργου.

**Πίνακας 2.** Αποτελέσματα εφαρμογής παραμετρικού προγραμματισμού

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)								
	Βαμβάκι	Μηδική	Αραβόσιτος	Ρύζι	Τεύτλα	Καπνός	Βιομ. Τομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
1	0,2	-	416,4	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
2	56,6	-	360,1	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
3	58,7	-	357,9	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
4	-	142,2	352,7	17,1	-	0,3	-	4,0	56,5
5	99,3	-	317,4	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
6	108,0	-	308,7	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
7	147,2	-	269,4	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
8	46,2	142,2	306,5	17,1	-	0,3	-	4,0	56,5
9	245,6	-	171,1	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
10	263,2	-	153,4	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
11	87,8	142,2	264,9	17,1	-	0,3	-	4,0	56,5
12	87,8	142,2	262,2	17,1	2,7	0,3	-	4,0	56,5
13	284,9	-	131,7	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
14	287,2	-	129,4	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
15	290,4	2,7	123,6	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
16	296,4	9,4	110,9	17,1	-	21,3	56,9	4,0	56,9
17	295,9	9,4	111,1	17,1	0,2	21,3	56,9	4,0	56,9
18	400,5	117,9	-	20,2	2,2	21,0	-	4,0	7,1
19	300,9	15,7	99,8	17,1	0,2	21,3	56,9	4,0	56,9
20	300,9	15,7	99,8	17,1	0,2	21,3	56,9	4,0	56,9
21	393,3	125,1	-	20,2	2,2	21,0	-	4,0	7,1
22	393,3	122,1	-	20,2	2,2	21,0	3,0	4,0	7,1
23	392,8	122,6	-	20,2	2,2	21,0	3,0	4,0	7,1
24	286,6	17,8	99,8	17,1	12,5	21,3	56,9	4,0	56,9
25	392,8	125,6	-	20,2	2,2	21,0	3,0	4,0	4,1
26	285,3	19,1	98,9	17,1	13,4	21,3	56,9	4,0	56,9

**Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)**

<b>A/A Λύσης</b>	<b>Βαμβάκι</b>	<b>Μηδική</b>	<b>Αραβόσιτος</b>	<b>Ρύζι</b>	<b>Τεύτλα</b>	<b>Καπνός</b>	<b>Βιομ. Τομάτα</b>	<b>Σιτάρι (ξ)</b>	<b>Σιτάρι (π)</b>
27	87,8	142,2	248,1	17,1	2,7	0,3	14,1	4,0	56,5
28	285,3	19,3	98,9	17,1	13,4	21,3	56,9	4,0	56,6
29	87,8	142,2	251,1	17,1	2,7	0,3	14,1	4,0	53,5
30	89,4	142,2	249,5	17,1	2,7	0,3	14,1	4,0	53,5
31	283,0	21,7	97,4	17,1	14,8	21,3	56,9	4,0	56,6
32	392,8	129,3	-	20,2	2,2	17,3	3,0	4,0	4,1
33	393,1	129,3	-	20,2	2,2	17,3	3,0	4,0	3,8
34	392,8	129,3	-	20,2	2,2	17,6	3,0	4,0	3,8
35	96,5	142,2	249,5	17,1	2,7	0,3	14,1	4,0	46,4
36	392,8	133,1	-	20,2	2,2	17,6	3,0	4,0	-
37	388,3	137,6	-	20,2	2,2	17,6	3,0	4,0	-
38	96,5	142,2	237,2	17,1	15,0	0,3	14,1	4,0	46,4
39	96,5	142,2	242,0	17,1	15,0	0,3	14,1	4,0	41,7
40	283,0	33,6	84,3	17,1	16,0	21,3	56,9	4,0	56,6
41	102,9	142,2	242,0	17,1	15,0	0,3	14,1	4,0	35,3
42	103,3	142,2	242,0	17,1	15,0	0,3	14,1	4,0	35,0
43	103,3	142,2	243,0	17,1	15,0	0,3	14,1	4,0	33,9
44	103,3	142,2	238,0	17,1	15,0	0,3	19,1	4,0	33,9
45	267,0	49,5	77,9	17,1	22,5	21,3	56,9	4,0	56,6
46	267,0	49,8	77,7	17,1	22,4	21,3	56,9	4,0	56,6
47	273,4	49,8	80,5	17,1	19,6	21,3	56,9	4,0	50,2
48	270,7	49,8	80,4	17,1	22,5	21,3	56,9	4,0	50,2
49	253,8	49,8	91,3	17,1	28,5	21,3	56,9	4,0	50,2
50	131,1	142,2	210,1	17,1	15,0	0,3	19,1	4,0	33,9
51	253,8	50,6	90,3	17,1	28,6	21,3	56,9	4,0	50,2
52	131,1	142,2	213,9	17,1	15,0	0,3	19,1	4,0	30,1
53	251,1	53,4	88,9	17,1	30,0	21,3	56,9	4,0	50,2
54	251,1	53,4	88,1	17,1	31,1	21,0	56,9	4,0	50,2
55	131,1	142,2	210,1	17,1	15,0	0,3	22,9	4,0	30,1
56	268,0	53,4	73,0	17,1	31,1	19,2	56,9	4,0	50,2
57	374,3	137,6	-	20,2	2,2	17,6	17,1	4,0	-
58	379,0	137,6	-	20,2	2,2	12,8	17,1	4,0	-



Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)								
	Βαμβάκι	Μηδική	Αραβόσιτος	Ρύζι	Τεύτλα	Καπνός	Βιομ. Τομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
59	131,1	142,2	204,0	17,1	15,0	0,3	29,0	4,0	30,1
60	268,0	60,4	73,3	17,1	31,1	18,9	56,9	4,0	43,1
61	269,1	60,4	73,5	17,1	31,1	18,7	56,9	4,0	42,0
62	377,2	139,5	-	20,2	2,2	12,8	17,1	4,0	-
63	380,2	139,5	-	17,1	2,2	12,8	17,1	4,0	-
64	269,1	60,4	67,8	17,1	38,9	16,6	56,9	4,0	42,0
65	131,1	142,2	199,3	17,1	15,0	0,3	33,7	4,0	30,1
66	131,1	142,2	198,2	17,1	15,0	0,3	34,8	4,0	30,1
67	269,7	60,4	63,7	17,1	43,0	15,9	56,9	4,0	42,0
68	131,1	142,2	204,3	17,1	15,0	0,3	34,8	4,0	24,0
69	131,1	142,2	203,9	17,1	15,0	0,3	35,2	4,0	24,0
70	374,1	139,5	-	17,1	2,2	12,8	23,2	4,0	-
71	269,6	63,4	63,7	17,1	43,0	16,0	56,9	4,0	39,0
72	269,4	67,9	59,2	17,1	43,0	16,3	56,9	4,0	39,0
73	124,7	142,2	203,9	17,1	15,0	0,3	41,6	4,0	24,0
74	356,4	139,5	-	17,1	19,9	12,8	23,2	4,0	-
75	124,4	142,2	203,9	17,1	15,0	0,3	41,9	4,0	24,0
76	355,6	139,5	-	17,1	20,7	12,8	23,2	4,0	-
77	258,7	78,3	59,2	17,1	43,0	16,5	56,9	4,0	39,0
78	117,3	142,2	203,9	17,1	15,0	0,3	49,0	4,0	24,0
79	350,8	139,5	-	17,1	20,7	12,8	27,9	4,0	-
80	258,7	82,4	59,2	17,1	43,0	16,6	56,9	4,0	34,9
81	259,1	83,0	59,2	17,1	43,0	16,6	56,9	4,0	33,9
82	258,7	83,4	59,2	17,1	43,0	16,6	56,9	4,0	33,9
83	122,4	142,2	203,9	17,1	15,0	0,3	49,0	4,0	19,0
84	122,4	142,2	208,8	17,1	15,0	0,3	49,0	4,0	14,1
85	344,4	139,5	-	17,1	20,7	12,8	34,3	4,0	-
86	340,6	139,5	-	17,1	20,7	12,8	38,1	4,0	-
87	333,5	139,5	-	17,1	20,7	12,8	45,2	4,0	-
88	223,6	118,5	54,6	17,1	43,0	21,3	56,9	4,0	33,9
89	122,4	142,2	173,7	17,1	50,1	0,3	49,0	4,0	14,1
90	328,5	139,5	-	17,1	20,7	12,8	50,2	4,0	-

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)								Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
	Βαμβάκι	Μηδική	Αραβόσιτος	Ρύζι	Τεύτλα	Καπνός	Βιομ. Τομάτα			
91	316,2	139,5	-	17,1	33,0	12,8	50,2	4,0	-	
92	223,6	133,8	39,3	17,1	43,0	21,3	56,9	4,0	33,9	
93	223,3	134,1	39,2	17,1	43,0	21,3	56,9	4,0	33,9	
94	221,9	134,6	39,2	17,1	43,9	21,3	56,9	4,0	33,9	
95	122,4	142,2	158,4	17,1	65,4	0,3	49,0	4,0	14,1	
96	109,7	142,2	158,4	17,1	78,0	0,3	49,0	4,0	14,1	
97	109,7	142,2	157,6	17,1	78,9	0,3	49,0	4,0	14,1	
98	303,8	139,5	-	17,1	45,5	12,8	50,2	4,0	-	
99	109,7	142,2	171,6	17,1	78,9	0,3	49,0	4,0	-	
100	303,1	139,5	-	17,1	46,1	12,8	50,2	4,0	-	
101	114,1	142,2	167,3	17,1	78,9	0,3	49,0	4,0	-	
102	196,4	142,2	39,2	17,1	61,8	21,3	56,9	4,0	33,9	
103	300,8	139,5	-	17,1	48,8	12,4	50,2	4,0	-	
104	114,1	142,2	164,3	17,1	78,9	0,3	52,0	4,0	-	
105	180,0	142,2	40,6	17,1	78,1	20,0	56,9	4,0	33,9	
106	180,0	142,2	40,9	17,1	78,1	20,0	56,9	4,0	33,6	
107	185,0	142,2	41,7	17,1	78,1	19,2	56,9	4,0	28,7	
108	114,1	142,2	152,4	17,1	90,8	0,3	52,0	4,0	-	
109	290,2	139,5	-	17,1	60,7	11,1	50,2	4,0	-	
110	185,0	142,2	36,3	17,1	85,6	17,1	56,9	4,0	28,7	
111	138,6	142,2	127,8	17,1	90,8	0,3	52,0	4,0	0,0	
112	187,6	142,2	36,8	17,1	85,6	16,6	56,9	4,0	26,0	
113	200,3	142,2	36,8	17,1	85,6	15,3	56,9	4,0	14,6	
114	180,7	142,2	85,7	17,1	90,8	0,3	52,0	4,0	-	
115	204,4	142,2	36,8	17,1	85,6	14,9	56,9	4,0	10,9	
116	205,9	142,2	36,8	17,1	85,6	13,4	56,9	4,0	10,9	
117	258,4	139,5	-	17,1	95,8	7,8	50,2	4,0	-	
118	258,1	139,5	-	17,1	95,8	7,7	50,6	4,0	-	
119	180,7	142,2	78,2	17,1	98,3	0,3	52,0	4,0	-	
120	257,4	139,5	-	17,1	95,8	7,4	51,7	4,0	-	
121	257,1	139,5	-	17,1	95,8	7,3	52,0	4,0	-	
122	198,7	142,2	36,8	17,1	95,0	11,2	56,9	4,0	10,9	

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)								
	Βαμβάκι	Μηδική	Αραβόσιτος	Ρύζι	Τεύτλα	Καπνός	Βιομ. Τομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
123	253,9	142,2	-	17,1	95,8	7,8	52,0	4,0	-
124	195,0	142,2	36,8	17,1	99,7	10,2	56,9	4,0	10,9
125	163,1	142,2	78,2	17,1	116,0	0,3	52,0	4,0	-
126	249,7	142,2	-	17,1	101,5	6,4	52,0	4,0	-
127	248,4	142,2	-	17,1	103,3	5,9	52,0	4,0	-
128	183,5	142,2	36,8	17,1	112,7	8,7	56,9	4,0	10,9
129	183,6	142,2	41,6	17,1	112,7	8,6	56,9	4,0	6,1
130	236,8	142,2	-	17,1	116,0	4,8	52,0	4,0	-
131	163,1	142,2	68,8	17,1	125,4	0,3	52,0	4,0	-
132	193,6	142,2	32,4	17,1	112,7	7,8	56,9	4,0	6,1
133	178,1	142,2	53,8	17,1	125,4	0,3	52,0	4,0	-
134	200,5	142,2	32,4	17,1	112,7	7,0	56,9	4,0	-
135	230,0	142,2	-	17,1	125,4	2,2	52,0	4,0	-
136	173,2	142,2	53,8	17,1	125,4	0,3	56,9	4,0	-
137	226,8	142,2	-	17,1	125,4	0,5	56,9	4,0	-
138	194,5	142,2	32,4	17,1	125,4	0,3	56,9	4,0	-
139	195,9	142,2	31,0	17,1	125,4	0,3	56,9	4,0	-
140	203,0	142,2	19,0	17,1	125,4	5,3	56,9	4,0	-
141	188,3	142,2	32,4	17,1	125,4	6,5	56,9	4,0	-
142	189,8	142,2	31,0	17,1	125,4	6,4	56,9	4,0	-
143	189,8	142,2	31,0	17,1	125,4	6,4	56,9	4,0	-
144	189,8	142,2	31,0	17,1	125,4	6,4	56,9	4,0	-
L1	273,5	124,7	44,9	17,1	-	0,3	51,3	4,0	56,9
L <sup>∞</sup>	435,6	36,6	23,1	34,2	-	4,1	6,1	4,0	29,0

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 3 προκύπτουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

1. Ο αραβόσιτος και το βαμβάκι αποτελούν ανταγωνιστικές καλλιέργειες, γεγονός που αποτυπώνεται στα περισσότερα σχέδια καλλιέργειας. Μείωση της μιας καλλιέργειας συνεπάγεται μερική υποκατάσταση από την άλλη. Η έκταση που καταλαμβάνει η βαμβακοκαλλιέργεια κυμαίνεται μεταξύ 0 και 400,5 χιλ.στρ., ενώ η έκταση της καλλιέργειας αραβοσίτου κυμαίνεται μεταξύ 0 και 360,1 χιλ.στρ. Το άθροισμα των εκτάσεων των δύο καλλιεργειών κινείται μεταξύ 220,4 χιλ.στρ. και 416,6 χιλ.στρ., δηλαδή μεταξύ 38,5% και 72,7% της συνολικής

έκτασης, γεγονός που καταδεικνύει πως πρόκειται για τις δύο σημαντικότερες καλλιέργειες της περιοχής. Η παρατήρηση αυτή δείχνει πως οι δύο αυτές καλλιέργειες αποτελούν βασικές καλλιέργειες της περιοχής και γενικά του Στρυμόνα και ο κατάλληλος συνδυασμός τους μπορεί να συμβάλει στη μείωση τόσο των αγροχημικών εισροών όσο και της κατανάλωσης νερού για αρδεύσεις.

2. Η έκταση της μηδικής μεταβάλλεται μεταξύ 0 και 142,2 χιλ.στρ, που αντιστοιχούν στο 25% περίπου της συνολικά καλλιεργούμενης έκτασης στην περιοχή. Πρόκειται για κλάδο που ευνοείται από τις μεταβολές στην ασκούμενη αγροτική πολιτική. Λόγω του υψηλού ακαθάριστου κέρδους της και των χαμηλών απαιτήσεών της σε αγροχημικά και άζωτο επιλέγεται με σχετικά μεγάλη έκταση στις περισσότερες λύσεις, ενώ η έκταση της περιορίζεται όταν αντικειμενικό σκοπός είναι η μείωση του αρδευτικού νερού, λόγω του ότι αποτελεί αρκετά υδροβόρα καλλιέργεια.

3. Η καλλιέργεια ρυζιού αποτελεί παραδοσιακή καλλιέργεια για εκτάσεις του ΤΟΕΒ Προβατά. Η συνολική της έκταση είναι είτε 17,1 χιλ.στρ. (σε 131 λύσεις) είτε 21,2 χιλ.στρ. (στις υπόλοιπες 13). Η σταθερότητα αυτή οφείλεται στο ότι αξιοποιεί εδάφη στα οποία δεν ανταγωνίζεται άλλους κλάδους.

4. Η τευτλοκαλλιέργεια αποτελεί ακόμα έναν κλάδο του οποίου η ανταγωνιστικότητα επηρεάζεται από τις ρυθμίσεις της νέας ΚΑΠ. Παρόλα αυτά, είναι καλλιέργεια με σχετικά υψηλό ακαθάριστο κέρδος. Η έκτασή της κυμαίνεται μεταξύ 0 και 125,4 χιλ.στρ., που αποτελεί το 22% περίπου της συνολικής έκτασης.

5. Η βιομηχανική ντομάτα επιλέγεται σε 138 σχέδια καλλιέργειας και μάλιστα σε σχετικά μεγάλη έκταση που κυμαίνεται μεταξύ 3,0 χιλ.στρ. και 56,9 χιλ.στρ. (10% της καλλιεργούμενης στην περιοχή έκτασης).

6. Η καπνοκλαλλιέργεια αποτελεί παραδοσιακό κλάδο για την περιοχή, ιδιαίτερα στους ΤΟΕΒ Δημητρίσιου και Νιγρίτας. Με τις ρυθμίσεις της νέας ΚΑΠ και την αποσύνδεση των επιδοτήσεων από την παραγόμενη ποσότητα, η ανταγωνιστικότητα του κλάδου έχει μειωθεί σημαντικά, ενώ και οι απαιτήσεις του σε αγροχημικά είναι ιδιαίτερα αυξημένες. Η έκταση, λοιπόν, που καταλαμβάνει η καλλιέργεια είναι μεταξύ 0,3 χιλ.στρ. και 21,3 χιλ.στρ..

7. Το ξηρικό σιτάρι καταλαμβάνει εκτάσεις 4,0 χιλ.στρ. περίπου, σε ξηρικές και οριακές περιοχές των αρδευτικών δικτύων. Αντίθετα το ποτιστικό σιτάρι είναι γνωστός για την περιοχή κλάδος, που επιτυγχάνει αρκετά υψηλές

αποδόσεις και έχει χαμηλές απαιτήσεις σε εισροές. Η αποσύνδεση των επιδοτήσεων από την παραγωγή περιορίσε σημαντικά την ανταγωνιστικότητα του σιταριού, που όμως εξακολουθεί να έχει προοπτικές όταν καλλιεργείται σε αρδευόμενα εδάφη. Οι εκτάσεις που καταλαμβάνει κυμαίνονται μεταξύ 0 και 56,9 χιλ.στρ.

## 1.2. Compromise programming

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα σχέδια καλλιέργειας που αντιστοιχούν σε επιλεγμένες 25 από τις 144 λύσεις του Πίνακα 2, με βάση τα αποτελέσματα εφαρμογής της μεθόδου των Romero et al. (1987). Στον Πίνακα 3 παρατίθενται και οι λύσεις  $L_1$  και  $L_\infty$ , που καθορίζουν τα όρια εντός των οποίων οι τιμές των αντικειμενικών συναρτήσεων αποτελούν συμβιβαστικές λύσεις. Στο σχέδιο καλλιέργειας της λύσης  $L_1$  κυριαρχεί το βαμβάκι (273,5 χιλ.στρ.), ακολουθούμενο από τη μηδική (124,7 χιλ.στρ.), το ποτιστικό σιτάρι (56,9 χιλ.στρ.) και τη βιομηχανική ντομάτα (51,3 χιλ.στρ.), ενώ σε μικρότερες εκτάσεις καλλιεργούνται το καλαμπόκι, το ρύζι και ο καπνός. Στη λύση  $L_\infty$  η βαμβακοκαλλιέργεια επεκτείνεται σε 435,6 χιλ.στρ. και ακολουθούν η μηδική (36,6 χιλ.στρ.), το ρύζι (34,2 χιλ.στρ.), το ποτιστικό σιτάρι (29,0 χιλ.στρ.), ο αραβόσιτος (23,1 χιλ.στρ.), η βιομηχανική ντομάτα (6,1 χιλ.στρ.) και ο καπνός (4,1 χιλ.στρ.).

Πίνακας 3. Επιλεγμένα σχέδια παραγωγής για το σύνολο της περιοχής

Α/Α Λύση ς	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)								
	Βαμβάκι	Μηδική	Αραβόσιτος	Ρύζι	Τεύτλα	Καπνός	Βιομ. Τομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
1	0,2	0,0	416,4	17,1	0,0	21,3	56,9	4,0	56,9
2	58,7	0,0	357,9	17,1	0,0	21,3	56,9	4,0	56,9
3	99,3	0,0	317,3	17,1	0,0	21,3	56,9	4,0	56,9
4	147,2	0,0	269,4	17,1	0,0	21,3	56,9	4,0	56,9
5	245,6	0,0	171,1	17,1	0,0	21,3	56,9	4,0	56,9
6	87,8	142,2	264,9	17,1	0,0	0,3	0,0	4,0	56,5
7	284,9	0,0	131,7	17,1	0,0	21,3	56,9	4,0	56,9
8	290,3	2,7	123,6	17,1	0,0	21,3	56,9	4,0	56,9
9	400,5	117,9	0,0	20,2	2,2	21,0	0,0	4,0	7,1
10	392,8	125,6	0,0	20,2	2,2	21,0	3,0	4,0	4,1
11	392,8	133,1	0,0	20,2	2,2	17,6	3,0	4,0	0,0

Α/Α Λύση ς	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)								
	Βαμβάκι	Μηδική	Αραβόσιτο ς	Ρύζι	Τεύτλα	Καπνός	Βιομ. Τομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
12	103,2	142,2	243,0	17,1	15,0	0,3	14,0	4,0	33,9
13	267,0	49,5	77,9	17,1	22,5	21,3	56,9	4,0	56,6
14	251,1	53,3	88,1	17,1	31,1	21,0	56,9	4,0	50,2
15	131,1	142,2	204,0	17,1	15,0	0,3	29,0	4,0	30,1
16	374,1	139,5	0,0	17,1	2,2	12,8	23,2	4,0	0,0
17	117,3	142,2	203,9	17,1	15,0	0,3	49,0	4,0	24,0
18	340,6	139,5	0,0	17,1	20,7	12,8	38,1	4,0	0,0
19	122,4	142,2	173,7	17,1	50,1	0,3	49,0	4,0	14,0
20	221,9	134,6	39,2	17,1	43,9	21,3	56,9	4,0	33,9
21	114,1	142,2	164,3	17,1	78,9	0,3	52,0	4,0	0,0
22	187,6	142,2	36,8	17,1	85,6	16,6	56,9	4,0	26,0
23	198,7	142,2	36,8	17,1	95,0	11,2	56,9	4,0	10,9
24	194,5	142,2	32,4	17,1	125,4	0,3	56,9	4,0	0,0
25	189,8	142,2	31,0	17,1	125,4	6,4	56,9	4,0	0,0
L1	273,5	124,7	44,9	17,1	0,0	0,3	51,3	4,0	56,9
L∞	435,6	36,6	23,1	34,2	0,0	4,1	6,1	4,0	29,0

### 1.3. Σχέδια παραγωγής σε επίπεδο αρδευτικού δικτύου

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένες από τις 25 λύσεις του Πίνακα 3 για κάθε αρδευτικό δίκτυο χωριστά. Σημειώνεται πως ο αριθμός στην πρώτη στήλη συμβολίζει τον αύξοντα αριθμό της λύσης του Πίνακα 3 στην οποία αντιστοιχεί η λύση του κάθε πίνακα.

## Αρδευτικό δίκτυο ΓΟΕΒ Πεδιάδας Σερρών (49.288 στρέμματα)

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα σχέδια καλλιέργειας για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΓΟΕΒ Πεδιάδας Σερρών. Πρόκειται για τα σχέδια καλλιέργειας που αντιστοιχούν στους ίδιους συνδυασμούς συντελεστών παραγωγής και αποδίδουν το ίδιο ακαθάριστο κέρδος με τις αντίστοιχες λύσεις που παρουσιάζονται στα προηγούμενα παραδοτέα του έργου. Τα σχέδια L1 και L<sub>∞</sub> προκύπτουν από τις λύσεις L1 και L<sub>∞</sub>, εντός των ορίων των οποίων επιτυγχάνεται συμβιβασμός των αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών. Για τη λύση L1 η χρήση των εισροών διαμορφώνεται σε 669,53 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, σε 8,32 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 15,62 €/στρ. για την αξία των αγροχημικών. Για τη λύση L<sub>∞</sub> τα αντίστοιχα μεγέθη είναι 620,84 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, 11,97 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και 20,49 €/στρ. για την αξία των γεωργικών φαρμάκων. Το ακαθάριστο κέρδος που επιτυγχάνεται ανέρχεται σε 80,14 €/στρ. και 52,34 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 4.** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΓΟΕΒ Πεδιάδας Σερρών (Αντιπροσωπευτικές λύσεις)

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)						
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Τεύτλα	Βιομ. Ντομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π.)
3	-	-	39,3	-	4,9	0,2	4,9
5	39,3	-	-	-	4,9	0,2	4,9
6	-	12,3	31,9	-	-	0,2	4,9
11	36,8	12,3	-	-	-	0,2	-
12	-	12,3	19,6	12,3	-	0,2	4,9
13	14,7	12,3	-	12,3	4,9	0,2	4,9
19	-	12,3	24,5	12,3	-	0,2	-
22	19,6	12,3	-	12,3	4,9	0,2	-
L1	31,9	12,3	-	-	-	0,2	4,9
L <sub>∞</sub>	39,3	-	9,8	-	-	0,2	-

## Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Ηράκλειας (62.343 στρέμματα)

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα σχέδια καλλιέργειας για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Ηράκλειας. Τα σχέδια καλλιέργειας αντιστοιχούν στις λύσεις που παρουσιάζονται στα άλλα παραδοτέα του έργου και εκφράζουν τη δυνατότητα επίτευξης των τεσσάρων αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών σε κάθε περίπτωση. Τα σχέδια L1 και L<sub>∞</sub> προκύπτουν από τις λύσεις L1 και L<sub>∞</sub>, εντός των ορίων των οποίων επιτυγχάνεται συμβιβασμός των αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών. Στον ΤΟΕΒ Ηράκλειας, για τη λύση L1 η χρήση των εισροών διαμορφώνεται σε 895,04 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, σε 9,14 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 21,01 €/στρ. για την αξία των γεωργικών φαρμάκων. Για τη λύση L<sub>∞</sub> τα αντίστοιχα μεγέθη είναι 887,02 m<sup>3</sup>/στρ., 11,07 kg N/στρ. και 24,70 €/στρ. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 82,29 €/στρ. και 59,35 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 5.** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Ηράκλειας

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)							Βιομ. Ντομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π.)
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Ρύζι	Τεύτλα	Καπνός				
1	-	-	39,7	3,1	-	6,1	6,1	1,3	6,1	
6	-	15,3	36,6	3,1	-	-	-	1,3	6,1	
11	33,6	15,3	-	6,1	-	6,1	-	1,3	-	
13	-	-	30,6	3,1	9,1	6,1	6,1	1,3	6,1	
14	-	-	24,4	3,1	15,3	6,1	6,1	1,3	6,1	
15	-	15,3	30,5	3,1	-	-	6,1	1,3	6,1	
16	30,5	15,3	-	3,1	-	6,1	6,1	1,3	-	
17	-	15,3	36,6	3,1	-	-	6,1	1,3	-	
20	-	15,3	9,2	3,1	15,3	6,1	6,1	1,3	6,1	
21	-	15,3	21,4	3,1	15,3	-	6,1	1,3	-	
24	21,4	15,3	-	3,1	15,3	-	6,1	1,3	-	
25	15,3	15,3	-	3,1	15,3	6,1	6,1	1,3	-	
L1	30,5	15,3	-	3,1	-	-	6,1	1,3	6,1	
L <sub>∞</sub>	42,7	-	-	6,1	-	-	6,1	1,3	6,1	



### Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Προβατά (141.150 στρέμματα)

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται επιλεγμένα σχέδια καλλιέργειας για τον ΤΟΕΒ Προβατά, που ανταποκρίνονται στις λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων που παρουσιάζονται στους αντίστοιχους Πίνακες των παραδοτέων 3.1 και 3.2. Τα σχέδια που προκύπτουν από τη λύση L1 αντιστοιχούν σε χρήση εισροών 853,00 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, 8,50 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και 17,36 €/στρ. για την αξία των αγροχημικών. Για τη λύση L<sub>∞</sub> η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού για άρδευση είναι 957,8 m<sup>3</sup>/στρ., η εφαρμοζόμενη ποσότητα αζώτου είναι 9,14 kg N/στρ. και η αξία των χρησιμοποιούμενων γεωργικών φαρμάκων είναι 18,06 €/στρ.. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 110,1 €/στρ. και 54,0 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 6.** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Προβατά

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)							
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Ρύζι	Τεύτλα	Βιομ. Ντομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π.)
1	-	-	98,3	14,0	-	14,0	0,7	14,0
5	98,3	-	-	14,0	-	14,0	0,7	14,0
6	-	35,1	77,3	14,0	-	-	0,7	14,0
11	91,3	35,1	-	14,0	-	-	0,7	-
14	98,3	-	-	14,0	-	14,0	0,7	14,0
15	-	35,1	63,2	14,0	-	14,0	0,7	14,0
16	77,3	35,1	-	14,0	-	14,0	0,7	-
19	-	35,1	28,1	14,0	35,1	14,0	0,7	14,0
20	62,4	35,1	-	14,0	0,8	14,0	0,7	14,0
21	-	35,1	42,1	14,0	35,1	14,0	0,7	-
22	30,8	35,1	-	14,0	35,1	14,0	0,7	11,3
25	42,1	35,1	-	14,0	35,1	14,0	0,7	-
L1	63,2	35,1	-	14,0	-	14,0	0,7	14,0
L <sub>∞</sub>	99,3	-	-	28,1	-	-	0,7	13,1

## Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου (72.438 στρέμματα)

Ορισμένα από τα σχέδια καλλιέργειας των λύσεων του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου παρουσιάζονται στον Πίνακα 7. Τα σχέδια καλλιέργειας εκφράζουν τη δυνατότητα επίτευξης των τεσσάρων αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών. Τα σχέδια καλλιέργειας για τις λύσεις L1 και L $\infty$  παρουσιάζονται στον ίδιο πίνακα και αντιστοιχούν σε χρήση αρδευτικού νερού, ποσότητας αζώτου και γεωργικών φαρμάκων αξίας 618,4 m<sup>3</sup>/στρ., 9,25 kg N/στρ., 16,01 €/στρ. και 699,9 m<sup>3</sup>/στρ., 7,18 kg N/στρ. και 12,84 €/στρ. αντίστοιχα. Το ακαθάριστο κέρδος στις δύο λύσεις ανέρχεται σε 92,08 €/στρ. και 101,46 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 7.** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)						
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Τεύτλα	Βιομ. Ντομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π.)
1	0,2	-	56,6	-	7,1	1,5	7,1
5	56,6	-	0,2	-	7,1	1,5	7,1
6	46,2	17,7	-	-	-	1,5	7,1
9	53,3	17,7	-	-	-	1,5	-
13	56,6	-	-	0,2	7,1	1,5	7,1
14	56,6	0,2	-	-	7,1	1,5	7,1
16	53,3	17,7	-	-	-	1,5	-
17	46,2	17,7	-	-	7,1	1,5	-
18	35,6	17,7	-	17,7	-	1,5	-
24	28,5	17,7	-	17,7	7,1	1,5	-
L1	56,6	0,2	-	-	7,1	1,5	7,1
L $\infty$	56,6	14,4	-	-	-	1,5	-

## Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Νιγρίτας (64.224 στρέμματα)

Στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται επιλεγμένα σχέδια παραγωγής για τον ΤΟΕΒ Νιγρίτας. Τα σχέδια αυτά αντιστοιχούν στις λύσεις που παρουσιάζονται στα άλλα παραδοτέα του έργου και εκφράζουν τη δυνατότητα επίτευξης των τεσσάρων αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών σε κάθε περίπτωση. Τα σχέδια L1 και L<sub>∞</sub> προκύπτουν από τις λύσεις L1 και L<sub>∞</sub>, εντός των ορίων των οποίων επιτυγχάνεται συμβιβασμός των αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών. Για τη λύση L1 η χρήση των εισροών διαμορφώνεται σε 675,8 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, σε 10,43 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 15,57 €/στρ. για την αξία των αγροχημικών. Για τη λύση L<sub>∞</sub> τα αντίστοιχα μεγέθη είναι 696,0 m<sup>3</sup>/στρ., 9,03 kg N/στρ. και 15,10 €/στρ.. Το ακαθάριστο κέρδος που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των δύο αυτών σχεδίων καλλιέργειας ανέρχεται σε 12,00 €/στρ. και 11,18 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 8** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Νιγρίτας

Α/Α Λύση	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)						
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Καπνός	Βιομ. Ντομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
5	-	-	44,8	6,4	6,4	0,2	6,4
6	41,6	16,0	0,0	-	-	0,2	6,4
7	39,3	-	5,5	6,4	6,4	0,2	6,4
8	44,8	-	-	6,4	6,4	0,2	6,4
11	41,6	16,0	-	6,4	-	0,2	-
12	48,0	16,0	-	-	-	0,2	-
13	28,8	16,0	-	6,4	6,4	0,2	6,4
14	35,2	16,0	-	6,4	6,4	0,2	-
17	41,6	16,0	-	-	6,4	0,2	-
23	40,6	16,0	-	1,0	6,4	0,2	-
24	41,6	16,0	-	-	6,4	0,2	-
L1	35,2	16,0	-	-	6,4	0,2	6,4
L <sub>∞</sub>	51,2	12,4	-	0,4	-	0,2	-

## Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Δήμητρας (37.550 στρέμματα)

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται ενδεικτικά 12 από τα άριστα σχέδια καλλιέργειας που προκύπτουν από την εφαρμογή του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων στο αρδευτικό δίκτυο Δήμητρας. Τα σχέδια καλλιέργειας αντιστοιχούν στις λύσεις που παρουσιάζονται στα άλλα παραδοτέα του έργου. Τα σχέδια L1 και L $\infty$  προκύπτουν από τις λύσεις L1 και L $\infty$ . Η χρήση των εισροών για τη λύση L1 διαμορφώνεται σε 695,1 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, σε 9,32 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 17,58 €/στρ. για την αξία των αγροχημικών. Για τη λύση L $\infty$  τα αντίστοιχα μεγέθη είναι 620,5 m<sup>3</sup>/στρ., 7,46 kg N/στρ. και 38,9 €/στρ.. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 110,2 €/στρ. και 73,0 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 9** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Δήμητρας

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)						Βιομ. Ντομάτα	Σιτάρι (π.)
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Τεύτλα	Καπνός			
5	-	-	26,3	-	3,8	3,8	3,8	
6	-	9,4	24,4	-	-	-	3,8	
8	-	2,7	23,6	-	3,8	3,8	3,8	
10	30,0	-	-	-	3,8	-	3,8	
11	30,0	7,5	-	-	-	-	-	
13	16,9	9,4	-	-	3,8	3,8	3,8	
14	-	9,4	16,9	-	3,8	3,8	3,8	
15	-	9,4	24,4	-	-	3,8	-	
16	28,1	9,4	-	-	-	-	-	
18	24,4	9,4	-	-	-	3,8	-	
23	11,3	9,4	-	9,4	3,8	3,8	-	
25	15,0	9,4	-	9,4	-	3,8	-	
L1	20,6	9,4	-	-	-	3,8	3,8	
L $\infty$	30,0	3,8	-	-	3,8	-	-	

## Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Δημητρίσιου (47.570 στρέμματα)

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα σχέδια καλλιέργειας για τις λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων που παρουσιάζονται στους σχετικούς πίνακες των προηγούμενων παραδοτέων για τον ΤΟΕΒ Δημητρίσιου. Ο συνδυασμός των εισροών που καθορίζουν οι λύσεις L1 και L $\infty$ , εντός των οποίων επιτυγχάνεται ο συμβιβασμός των αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών του προβλήματος, αντιστοιχεί στα σχέδια παραγωγής που παρουσιάζονται στον Πίνακα 10. Ο συνδυασμός αυτός των εισροών είναι 660,1 m<sup>3</sup>/στρ. και 607,5 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, 19,34 kg N/στρ. και 8,20 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και 10,09 €/στρ. και 22,70 €/στρ. για την αξία των αγροχημικών, για τις λύσεις L1 και L $\infty$  αντίστοιχα. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 83,88 €/στρ. και 31,95 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 10.** Αριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Δημητρίσιου

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)						
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Τεύτλα	Καπνός	Βιομ. Ντομάτα	Σιτάρι (π)
5	-	-	33,3	-	4,8	4,8	4,8
6	-	11,9	30,9	-	-	-	4,8
9	38,1	4,8	-	-	4,8	-	-
11	30,9	11,9	-	-	4,8	-	-
12	-	11,9	35,7	-	-	-	-
13	-	11,9	21,4	-	4,8	4,8	4,8
14	-	11,9	21,7	-	4,4	4,8	4,8
16	35,7	11,9	-	-	-	-	-
17	-	11,9	30,9	-	-	4,8	-
18	30,9	11,9	-	-	-	4,8	-
20	-	11,9	9,5	11,9	4,8	4,8	4,8
23	-	11,9	14,3	11,9	-	4,8	4,8
25	-	11,9	19,0	11,9	-	4,8	-
L1	-	11,9	26,2	-	-	4,8	4,8
L $\infty$	38,1	-	4,8	-	-	-	4,8

## Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Δυτικής Διώρυγας (50.751 στρέμματα)

Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται τα σχέδια καλλιέργειας για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Δυτικής Διώρυγας. Τα σχέδια καλλιέργειας αντιστοιχούν στις λύσεις που παρουσιάζονται στα άλλα παραδοτέα του έργου. Τα σχέδια L1 και L $\infty$  προκύπτουν από τις λύσεις L1 και L $\infty$  που επίσης παρουσιάζονται στους προαναφερθέντες πίνακες. Για τη λύση L1 η χρήση των εισροών διαμορφώνεται σε 693,6 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, 6,90 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 18,32 €/στρ. για την αξία των γεωργικών φαρμάκων. Για τη λύση L $\infty$  τα αντίστοιχα μεγέθη είναι 644,3 m<sup>3</sup>/στρ., 9,65 kg N/στρ. και 20,29 kg N/στρ.. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 102,66 €/στρ. και 71,13 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 11.** Αριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Δυτικής Διώρυγας

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)						
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Τεύτλα	Ντομάτα	Σιτάρι (ξ)	Σιτάρι (π)
2	-	-	40,5	-	5,1	0,1	5,1
6	-	12,7	32,9	-	-	0,1	5,1
8	40,5	-	-	-	5,1	0,1	5,1
11	38,0	12,7	-	-	-	0,1	-
12	-	12,7	32,9	-	-	0,1	5,1
14	40,5	-	-	-	5,1	0,1	5,1
15	27,9	12,7	-	-	5,1	0,1	5,1
19	32,9	12,7	-	-	5,1	0,1	-
20	40,5	5,1	-	-	5,1	0,1	-
21	20,3	12,7	-	12,7	5,1	0,1	-
L1	27,9	12,7	-	-	5,1	0,1	5,1
L $\infty$	40,5	-	5,1	-	-	0,1	5,1

## Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού (10.864 στρέμματα)

Ορισμένα από τα σχέδια καλλιέργειας για τον ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού που ανταποκρίνονται σε επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων παρουσιάζονται στον Πίνακα 12. Τα σχέδια καλλιέργειας L1 και L $\infty$  προκύπτουν από τις λύσεις L1 και L $\infty$ , εντός των ορίων των οποίων επιτυγχάνεται συμβιβασμός των αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών Στον ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού, για τη λύση L1 η χρήση των εισροών διαμορφώνεται σε 690,0 m<sup>3</sup>/στρ.για το αρδευτικό νερό, σε 8,28 kgN/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 17,49 €/στρ. για την αξία των γεωργικών φαρμάκων. Για τη λύση L $\infty$  τα αντίστοιχα μεγέθη είναι 662,7 m<sup>3</sup> /στρ., 8,28 kg N/στρ. και 19,33 €/στρ.. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 108,61 €/στρ. και 78,24 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 12.** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)					
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Τεύτλα	Ντομάτα	Σιτάρι (π)
3	-	-	8,7	-	1,1	1,1
5	8,7	-	-	-	1,1	1,1
6	-	2,7	7,1	-	-	1,1
11	8,7	-	-	2,2	-	-
12	-	2,7	5,4	2,7	-	-
13	8,7	-	-	-	1,1	1,1
14	3,3	2,7	-	2,7	1,1	1,1
17	-	2,7	4,3	2,7	1,1	-
25	4,3	2,7	-	2,7	1,1	-
L1	6,0	2,7	-	-	1,1	1,1
L $\infty$	8,7	-	2,2	-	-	-

### Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Νεοχωρίου (3.127 στρέμματα)

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται επιλεγμένα σχέδια παραγωγής για τον ΤΟΕΒ Νεοχωρίου, τα οποία ανταποκρίνονται στις λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων που παρουσιάζονται στους σχετικούς πίνακες των άλλων παραδοτέων του έργου. Τα σχέδια καλλιέργειας L1 και L $\infty$  αντιστοιχούν σε χρήση αρδευτικού νερού 639,6 m<sup>3</sup>/στρ. και 671,6 m<sup>3</sup>/στρ., σε χρήση λιπασμάτων 3,20 kg N/στρ. και 9,59 kg N/στρ. και σε χρήση γεωργικών φαρμάκων αξίας 9,60 €/στρ. 16,0 €/στρ. αντίστοιχα. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 111,9 €/στρ. και 86,34 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 13.** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Νεοχωρίου

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)					
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Καπνός	Ντομάτα	Σιτάρι (π)
1	-	-	2,2	0,3	0,3	0,3
5	2,2	-	-	0,3	0,3	0,3
6	-	0,8	1,7	0,3	-	0,3
9	2,5	0,3	-	-	-	0,3
10	2,0	0,8	-	-	-	0,3
12	2,0	0,8	-	0,3	-	-
14	2,5	-	-	0,3	0,3	-
17	1,7	0,8	-	0,3	0,3	-
L1	1,7	0,8	-	0,3	-	0,3
L $\infty$	2,5	-	0,6	-	-	-



## Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Ψυχικού – Πεθελινού (30.000 στρέμματα)

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται ενδεικτικά 9 από τα άριστα σχέδια καλλιέργειας που προκύπτουν από την εφαρμογή προγραμματισμού πολλαπλών στόχων στο αρδευτικό δίκτυο Ψυχικού - Πεθελινού. Τα σχέδια καλλιέργειας αντιστοιχούν στις λύσεις που παρουσιάζονται στα άλλα παραδοτέα του έργου. Τα σχέδια L1 και L $\infty$  προκύπτουν από τις λύσεις L1 και L $\infty$ . Η χρήση των εισροών για τη λύση L1 διαμορφώνεται σε 690,0 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, σε 16,0 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 11,33 €/στρ. για την αξία των αγροχημικών. Για τη λύση L1 η χρήση των εισροών διαμορφώνεται σε 713,33 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, σε 10,33 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 14,67 €/στρ. για την αξία των αγροχημικών. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 86,33 €/στρ. και 78,33 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 14.** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Ψυχικού - Πεθελινού

Α/Α λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)					
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Τεύτλα	Ντομάτα	Σιτάρι (π)
5	-	-	24,0	-	3,0	3,0
6	-	7,5	19,5	-	-	3,0
9	24,0	3,0	-	-	-	3,0
11	24,0	3,0	-	-	3,0	-
12	-	7,5	22,5	-	-	-
15	-	7,5	22,5	-	-	-
16	19,5	7,5	-	-	3,0	-
20	-	7,5	19,5	-	3,0	-
22	-	7,5	12,0	7,5	3,0	-
L1	-	7,5	16,5	-	3,0	3,0
L $\infty$	24,0	6,0	-	-	-	-

### Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Πετριτσίου (3.500 στρέμματα)

Ορισμένα από τα σχέδια καλλιέργειας για τον ΤΟΕΒ Πετριτσίου που ανταποκρίνονται σε επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων παρουσιάζονται στον Πίνακα 15. Τα σχέδια καλλιέργειας L1 και L $\infty$  προκύπτουν από τις λύσεις L1 και L $\infty$ , εντός των ορίων των οποίων επιτυγχάνεται συμβιβασμός των αντικρουόμενων αντικειμενικών σκοπών. Στον ΤΟΕΒ Πετριτσίου, για τη λύση L1 η χρήση των εισροών διαμορφώνεται σε 743,00 m<sup>3</sup>/στρ. για το αρδευτικό νερό, σε 11,35 kg N/στρ. για την ποσότητα των λιπασμάτων και σε 5,64 €/στρ. για την αξία των γεωργικών φαρμάκων. Για τη λύση L $\infty$  τα αντίστοιχα μεγέθη είναι 714,28 m<sup>3</sup>/στρ., 8,57 kg N/στρ. και 17,14 €/στρ.. Το ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 77,14 €/στρ. και 60,00 €/στρ. αντίστοιχα.

**Πίνακας 15.** Άριστα σχέδια παραγωγής για επιλεγμένες λύσεις του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για τον ΤΟΕΒ Πετριτσίου

Α/Α Λύσης	Εκτάσεις κλάδων παραγωγής (χιλ.στρ.)					Σιτάρι (π)
	Βαμβάκι	Μηδική	Καλαμπόκι	Τεύτλα	Ντομάτα	
5	-	-	2,8	-	0,4	0,4
6	-	0,9	2,6	-	-	-
9	2,6	0,9	-	-	-	-
13	-	-	1,9	0,9	0,4	0,4
14	-	0,9	1,1	0,9	0,4	0,4
17	-	0,9	2,3	-	0,4	-
18	1,8	0,9	-	0,9	-	-
24	-	0,9	1,4	0,9	0,4	-
25	1,4	0,9	-	0,9	0,4	-
L1	-	0,9	2,3	-	-	0,4
L $\infty$	2,8	-	0,7	-	-	-

## 2. Συμπεράσματα

Στην παρούσα τεχνική έκθεση παρουσιάζεται μια σειρά εφικτών διαχειριστικών σχεδίων για την περιοχή. Η κατάρτισή τους στηρίζεται στη διατήρηση των επικρατούντων κλάδων παραγωγής στην περιοχή και στη διερεύνηση των δυνατοτήτων αναδιάρθρωσης τους, χωρίς τη μεταβολή των γεωργικών πρακτικών, όπως αυτές καταγράφηκαν στα υπόλοιπα Υποέργα του Έργου. Σε κάθε διαχειριστικό σχέδιο η έκταση στην οποία καλλιεργείται κάθε κλάδος μεταβάλλεται, τόσο στο σύνολο της έκτασης όσο και σε κάθε αρδευτικό δίκτυο. Κάθε σχέδιο καλλιέργειας συνεπάγεται μεταβολές στο οικονομικό αποτέλεσμα και στη χρήση συντελεστών παραγωγής. Η υποκατάσταση των υδροβόρων καλλιεργειών (π.χ. μηδική) από άλλες με χαμηλότερες απαιτήσεις (π.χ. ποτιστικό σιτάρι) συμβάλλει στην εξοικονόμηση νερού. Η επέκταση της βαμβακοκαλλιέργειας σε βάρος της έκτασης της καλλιέργειας αραβοσίτου, που αποτελούν και τις κύριες καλλιέργειες στην περιοχή, επιφέρει τη μείωση των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων. Επίσης, η υποκατάσταση καλλιεργειών απαιτητικών σε γεωργικά φάρμακα (π.χ. βιομηχανική ντομάτα) από άλλες όπως π.χ. το ποτιστικό σιτάρι, οδηγεί και στη μείωση ανεπιθύμητων φυτοπροστατευτικών εισροών όπως τα εντομοκτόνα και τα μυκητοκτόνα.

Όλα τα σχέδια παραγωγής αποτελούν άριστες λύσεις του κάθε προβλήματος βελτιστοποίησης, δηλαδή σε κάθε περίπτωση οι διαθέσιμοι συντελεστές παραγωγής αξιοποιούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιείται ή να ελαχιστοποιείται η τιθέμενη αντικειμενική συνάρτηση. Η επιλογή του καλύτερου ή των καλύτερων από αυτά τα σχέδια συναρτάται άμεσα με τις επιδιώξεις των μετόχων (stakeholders) της περιοχής. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτών σε συναντήσεις με τους μετόχους, όπως προβλέπεται στη σύμβαση ανάθεσης του έργου, και η καταγραφή των απόψεων των ομάδων αυτών μπορεί να ιεραρχήσει τις επιδιώξεις τους, οι οποίες αποτελούν και το κύριο κριτήριο επιλογής των λύσεων εκείνων που θα περιορίσουν τις πιέσεις της γεωργικής δραστηριότητας στο τοπικό οικοσύστημα με τον ελάχιστο δυνατό αντίκτυπο στα εισοδήματα από τη γεωργία, ενώ θα συγκεντρώνουν και την αποδοχή των γεωργών της περιοχής.