

Υδατοκαλλιέργεια ακριβείας

Δρ. Νίκος Παπανδρουλάκης

Διευθυντής Ερευνών στο Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Βιοτεχνολογίας και Υδατοκαλλιεργειών, του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.)

Η υδατοκαλλιέργεια ακριβείας ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1990, σαν μια νέα επιστημονική προσέγγιση στον κλάδο, και αναπτύχθηκε σχετικά γρήγορα. Γύρω στο 1998 υπήρχαν 5-10 δημοσιεύσεις το χρόνο σε επιστημονικά περιοδικά. Σήμερα γίνονται περισσότερες από 300, γεγονός που καταδεικνύει την ανάγκη εξέλιξης της τεχνολογίας στον κλάδο.

Συνέντευξη στην Κατερίνα Λαδοπούλου

Η συλλογή δεδομένων στην υδατοκαλλιέργεια πριν μερικά χρόνια γινόταν κυρίως με μετρήσεις που πραγματοποιούσε εμπειρικά το προσωπικό, πάνω στις οποίες βασιζόταν και η λειτουργία των μονάδων. Όμως οι εξελίξεις σε άλλους κλάδους του πρωτογενούς τομέα, όπως στη γεωργία και στην κτηνοτροφία, άλλαξαν το «διαχειριστικό παράδειγμα».

Για τις εξελίξεις και τις εφαρμογές που ήδη υπάρχουν στη σύγχρονη υδατοκαλλιέργεια μιλήσαμε με τον δρ. Νίκο Παπανδρουλάκη, διευθυντή Ερευνών στο Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Βιοτεχνολογίας και Υδατοκαλλιεργειών, του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.).

AGRO.TEC Όταν λέμε υδατοκαλλιέργεια ακριβείας, τι εννοούμε;

– Η υδατοκαλλιέργεια, ως δραστηριότητα, είναι πολυπαραγοντική, και οι διεργασίες που πραγματεύεται είναι πολύπλοκες, κάτι που δυσκολεύει τη συλλογή δεδομένων με ακρίβεια. Το γεγονός ότι η δραστηριότητα γίνεται στη θάλασσα, σε ένα ιδιαίτερο περιβάλλον, δυσκολεύει ακόμα περισσότερο την κατάσταση.

Η μέτρηση του μεγέθους των ψαριών, για παράδειγμα, ή η διασπορά των μεγεθών που έχει ένας μεγάλος πληθυσμός, δεν είναι εύκολη διαδικασία. Ωστόσο, οι εξελίξεις σε άλλους κλάδους του πρωτογενούς τομέα, όπως στη γεωργία και στην κτηνοτροφία, άλλαξαν το «διαχειριστικό παράδειγμα».



Για την παρακολούθηση των μονάδων χρησιμοποιούμε αισθητήρες που συλλέγουν συνεχώς δεδομένα για την περιβαλλοντική κατάσταση των μονάδων, ενώ με κάμερες και ηχοβολιστικά γίνεται παρατήρηση των ψαριών σε πραγματικό χρόνο. Επεξεργαζόμαστε τα δεδομένα αυτοματοποιημένα με μοντέλα πρόβλεψης, προσομοιώσεις και αλγορίθμους που περιλαμβάνουν εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης, και χρησιμοποιούμε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα για αυτοματοποιημένες ενέργειες.

AGRO.TEC Είμαστε πρωτοπόροι στον ερευνητικό τομέα των τεχνολογιών υδατοκαλλιέργειας ή έχουμε ακόμα αρκετά βήματα να διανύσουμε;

– Η βιομηχανία του σολομού στη Νορβηγία πρωτοπορεί στην εφαρμογή αλλά και στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για τον κλάδο των υδατοκαλλιεργειών. Για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται κάμερες που τοποθετούνται μέσα στα κλουβιά, επιτρέποντας στο διαχειριστή της μονάδας να παρατηρεί τη συμπεριφορά των ψαριών, αλλά και να ελέγχει αν υπάρχει απώλεια τροφής, αποφασίζοντας τη διάρκεια και την ένταση του ταΐσματος, και επομένως και την ποσότητα τροφής που χορηγεί.

Αυτό δεν αποτελεί την τυπική διαδικασία στη Μεσόγειο. Εδώ, κατά τη διάρκεια του ταΐσματος, η παρατήρηση των ψαριών γίνεται από την επιφάνεια του κλωβού από το διαχειριστή, ο οποίος χορηγεί στα ψάρια μία ποσότητα που έχει προϋπολογίσει, με βάση εκτιμήσεις τόσο για τον αριθμό των ψαριών που υπάρχουν στον κλωβό όσο και για το μέσο βάρος τους.

Να σημειωθεί ότι το κόστος των τροφών αντιπροσωπεύει ένα ιδιαίτερα σημαντικό ποσοστό του συνολικού κόστους παραγωγής.

AGRO.TEC Τι έχετε αναπτύξει στο δικό σας εργαστήριο;

– Εμείς έχουμε αναπτύξει κάποια εργαλεία που στοχεύουν στην καλύτερη διαχείριση μιας μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας. Ένα πρόσφατο αποτέλεσμα που είχαμε ήταν η σύνδεση της κολυμβητικής συμπεριφοράς των ψαριών –και ειδικότερα του λαβρακιού– με το βαθμό κορεσμού κατά το ταΐσμα.

Παρακολουθώντας την ταχύτητα κίνησης των ψαριών και το βαθμό συγχρωτισμού τους, δηλαδή την πυκνότητά τους, μπορέσαμε με τη βοήθεια αλγορίθμων που αναπτύξαμε στο εργαστήριο να διακρίνουμε και να κατηγοριοποιήσουμε το βαθμό κορεσμού, και άρα να έχουμε ένα επιπλέον στοιχείο για τον καλύτερο έλεγχο του ταΐσματος.

AGRO.TEC Πώς μπορεί να γίνει αυτό αντιληπτό;

– Ξέρουμε πως τα λαβράκια κατά το τάισμα επιταχύνουν την κίνησή τους και συγκεντρώνονται γύρω από το χώρο που υπάρχει τροφή. Αυτή η συμπεριφορά γίνεται λιγότερο έντονη όσο τα ψάρια χορταίνουν. Κάμερες που τοποθετήσαμε μέσα στους κλωβούς, μας επιτρέπουν να καταγράφουμε συνεχώς τη συμπεριφορά των εκτρεφόμενων πληθυσμών, ενώ οι σχετικοί αλγόριθμοι μας δίνουν μια καλή εκτίμηση της ταχύτητας και της πυκνότητας των ψαριών.

Προχωρήσαμε σε μία σειρά πειραμάτων και δοκιμών με διαφορετικές ποσότητες τροφής, ώστε να καταγράψουμε τη συμπεριφορά σε διαφορετικές συνθήκες και να δούμε πώς θα συμπεριφέρονταν τα ψάρια όταν η ποσότητα ήταν λιγότερη ή όταν ξεπερνούσε τα παραπάνω όρια. Επιπλέον, καταγράψαμε και τη συμπεριφορά τους όταν ήταν νηστικά.

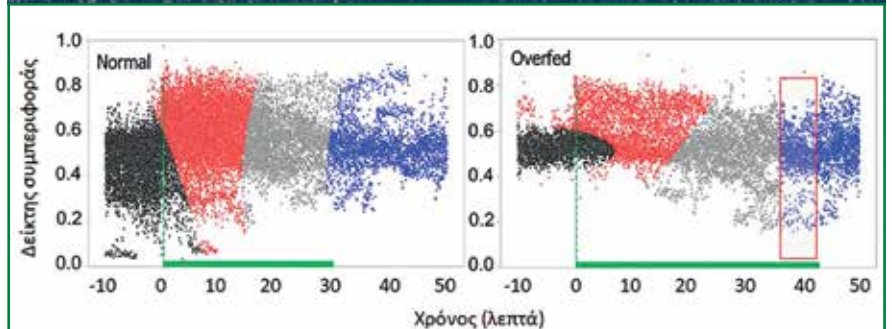
Σε όλες αυτές τις συνθήκες τα ψάρια επέδειξαν διαφορετικά πρότυπα συμπεριφοράς, τα οποία καταγράψαμε και κατηγοριοποιήσαμε. Στη συνέχεια, πάλι με χρήση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης και με αυτοματοποιημένο τρόπο, είδαμε ότι διαφορετικές συμπεριφορές που παρατηρήσαμε μπορούσαν να καταταχθούν σε μια συγκεκριμένη κατηγορία.

Με βάση αυτά έχουμε έναν καλό τρόπο να αναγνωρίζουμε πότε τα ψάρια είναι σε κορεσμό, κάτι που μας δίνει τη δυνατότητα να μην έχουμε απώλεια τροφής.

AGRO.TEC Αξιοποιείται στην ελληνική αγορά αυτός ο αλγόριθμος που αναφέρετε;

– Είναι μια δική μας καινοτομία, που αφορά το λαβράκι. Είμαστε σε διαδικασία περισσότερων ελέγχων για να διασφαλίσουμε τη σωστή λειτουργία, και παράλληλα σε συζητήσεις προκειμένου να βρει εφαρμογή σε βιομηχανική κλίμακα.

Στην παρούσα φάση και μετά τη δημοσίευση των αποτελεσμάτων είμαστε



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: Χρωματική απόδοση της συμπεριφοράς ψαριών. Μαύρο: Αναμονή φαγητού. Κόκκινο: Έντονη κατανάλωση φαγητού. Γκρι: Τα ψάρια πλησιάζουν σε κορεσμό. Μπλε: Κορεσμός.

ενθουσιασμένοι, καθώς έχουμε πλέον τη δυνατότητα να επεκτείνουμε την ερευνητική μας δουλειά και να αναπτύξουμε περισσότερες συνεργασίες.

AGRO.TEC Ποια είναι η κατηγοριοποίηση που κάνει ο αλγόριθμος που αναπτύξατε;

– Υπάρχουν τέσσερις χαρακτηριστικές συμπεριφορές ψαριών: Στην πρώτη, τα ψάρια είναι σε αναμονή του φαγητού τους, ενώ στη δεύτερη βρίσκονται σε διαδικασία έντονης κατανάλωσης φαγητού· η τρίτη συμπεριφορά δείχνει ότι τα ψάρια πλησιάζουν σε κορεσμό και η τέταρτη ότι χόρτασαν.



Στερεοσκοπική κάμερα για την εκτίμηση του μεγέθους των ψαριών.

Οι συγκεκριμένες συμπεριφορές αποδίδονται χρωματικά, όπως μπορείτε να δείτε στο σχετικό διάγραμμα, με μαύρο, κόκκινο, γκρι και μπλε χρώμα αντίστοιχα.

Στο αριστερό διάγραμμα η τέταρτη κατηγορία κορεσμού (μπλε) εμφανίζεται μετά την πράσινη γραμμή στον οριζόντιο άξονα, δηλαδή μετά το τέλος του ταΐσματος. Το δεξί διάγραμμα δείχνει αντίστοιχες συμπεριφορές όταν χορηγείται στα ψάρια περισσότερη τροφή. Σ' αυτή την περίπτωση βλέπουμε πως η συμπεριφορά κορεσμού (μπλε) εμφανίζεται πριν την ολοκλήρωση της χορήγησης τροφής που αποδίδεται με την πράσινη γραμμή.

AGRO.TEC Αναφερθήκατε σε χρήση καμερών εντός των κλωβών. Υπάρχουν συγκεκριμένοι τύποι καμερών που πρέπει να χρησιμοποιούνται στην υδατοκαλλιέργεια;

– Υπάρχουν διάφοροι τύποι που είναι διαθέσιμοι στην αγορά και είναι κατάλληλοι για χρήση στο θαλασσινό περιβάλλον και στις συνθήκες των υδατοκαλλιεργειών. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι πως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε απλές κάμερες αλλά και στερεοσκοπικές.



Οι δεύτερες είναι κάμερες με δύο φακούς που μας επιτρέπουν να υπολογίζουμε το βάθος πεδίου στις εικόνες που συλλέγουμε. Μας δίνουν δηλαδή την απόσταση του αντικειμένου που παρατηρούμε από τον φακό, και άρα έχουμε τη δυνατότητα να εκτιμήσουμε το μέγεθός του, κάτι που είναι πολύ σημαντικό.

Στο πλαίσιο ενός ευρωπαϊκού προγράμματος στο οποίο συμμετείχαμε, το Performfish, αναπτύξαμε μία στερεοσκοπική κάμερα ώστε να μετράμε το μέγεθος των ψαριών μέσα στο νερό χωρίς ιδιαίτερες διαδικασίες και χωρίς να στρεσάρουμε τα ψάρια. Αυτό μας βοηθά να καταλήξουμε σε συμπεράσματα και για το βάρος αλλά και για την κατανομή μεγεθών του πληθυσμού.

Οι εικόνες που συλλέγονται με αυτό τον τρόπο μας δίνουν επιπλέον δεδομένα για να εκτιμήσουμε την κατάσταση των ψαριών όσον αφορά την υγεία και την ευζωία τους.

AGRO.TEC Εκτός από τα εργαλεία για τις περιβαλλοντικές μετρήσεις, χρησιμοποιείτε και γεωπληροφοριακά συστήματα;

– Για τη σωστή διαχείριση, πέρα από τις μετρήσεις που σχετίζονται με τα ψάρια, μας ενδιαφέρει και η παρακολούθηση του περιβάλλοντος, η θερμοκρασία, το διαθέσιμο οξυγόνο, τα ρεύματα της περιοχής κ.ά.

Εμείς, στα πλαίσια ενός έργου που χρηματοδοτήθηκε από εθνικούς πόρους, σε

Το κόστος των τροφών αντιπροσωπεύει ένα ιδιαίτερα σημαντικό ποσοστό του συνολικού κόστους παραγωγής

συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου και την εταιρεία GET, προσπαθήσαμε να αναπτύξουμε ένα εργαλείο που χρησιμοποιεί γεωπληροφοριακά δεδομένα, ώστε να έχουμε μία καλύτερη εικόνα για το σύνολο μιας μονάδας, πέρα από τα δεδομένα του κάθε ιχθυοκλωβού, ακόμα και σε μεγαλύτερη γεωγραφική κλίμακα, όπως σε μια περιοχά ολοκληρωμένης ανάπτυξης υδατοκαλλιέργειας (ΠΟΑΥ) όπου έχουμε περισσότερες από μία μονάδες.

Το σύστημα που αναπτύξαμε το ονομάσαμε Aquasafe, και για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιεί μετρήσεις από αισθητήρες αλλά και δορυφορικές εικόνες από την υπηρεσία Copernicus.

Αυτές οι εικόνες που συλλέγονται από κάμερες σε διαφορετικά μήκη κύματος μάς δίνουν πληροφορίες σχετικά με παραμέτρους της θάλασσας, όπως είναι η θερμοκρασία ή η παρουσία μονοκύτταρων φυτοπλαγκτονικών οργανισμών.

Επιπλέον, καθώς η χωρική ανάλυση των δορυφορικών δεδομένων δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή, το σύστημα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί δεδομένα που συλλέγονται με drone τα οποία είναι εξο-

πλισμένα με πολυφασματικές κάμερες.

Αυτές οι πληροφορίες από μόνες τους είναι πολύ σημαντικές, καθώς η θερμοκρασία καθορίζει τη φυσιολογία των ψαριών, ενώ η παρουσία φυτοπλαγκτού, ιδιαίτερα σε μεγάλες συγκεντρώσεις, μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στις υδατοκαλλιέργειες.

Η κρίσιμη, ωστόσο, παράμετρος είναι το οξυγόνο. Χωρίς οξυγόνο, δεν έχουμε ψάρια. Καταφέραμε, λοιπόν, χρησιμοποιώντας κατάλληλους αλγόριθμους που αναπτύχθηκαν γι' αυτό το σκοπό, να συνδυάσουμε τα δεδομένα θερμοκρασίας και συγκέντρωσης φυτοπλαγκτού που παίρνουμε από το δορυφόρο, και να εκτιμήσουμε τη συγκέντρωση του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου με ακρίβεια γύρω στο 97%.

AGRO.TEC Ποια είναι τα επόμενα βήματα στα οποία προχωράτε, αφού συλλέξετε όλες αυτές τις πληροφορίες;

–Από παλιότερες εργασίες, τόσο από δικές μας όσο και από άλλες ερευνητικές ομάδες, έχουν προκύψει δεδομένα που αφορούν το ρυθμό που μεγαλώνουν τα ψάρια σε διαφορετικές συνθήκες, τις απαιτήσεις τους σε φαγητό και σε οξυγόνο κλπ. Όλα αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων, που σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους μάς δίνουν τη δυνατότητα να κάνουμε προβλέψεις για την αύξηση των ψαριών και τις απαιτήσεις σε τρο-

φή, όπως και σε οξυγόνο. Καταλαβαίνετε πόσο σημαντικά είναι όλα αυτά τα δεδομένα για έναν παραγωγό...

AGRO.TEC Δώστε μας ένα παράδειγμα για τον τρόπο με τον οποίο αξιοποιούνται όλες αυτές οι πληροφορίες.

– Σε μια περίοδο με υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες τώρα πια γίνονται όλο και πιο συχνές, η διαθεσιμότητα οξυγόνου σε μια περιοχή μπορεί να είναι περιορισμένη, καθώς η ποσότητα του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό είναι αντίστροφα ανάλογη με τη θερμοκρασία του. Έχοντας, λοιπόν, στη διάθεσή του ο διαχειριστής μιας μονάδας την πρόβλεψη για τις ανάγκες των ιχθυοπληθυσμών του σε οξυγόνο, θα μπορεί να λάβει τις κατάλληλες αποφάσεις.

AGRO.TEC Ποιο είναι το μέγιστο χρονικό διάστημα για το οποίο μπορεί να γίνει μια πρόβλεψη;

– Οι προβλέψεις που γίνονται αφορούν μια περίοδο μέχρι και 5 μέρες. Στα σχέδιά μας είναι η επέκταση του συστήματος, ώστε να λαμβάνεται υπόψη και η υδροδυναμική της περιοχής, που είναι ένα ακόμα κρίσιμο στοιχείο.

Αυτό θα επιτρέψει την παρακολούθηση ακόμα μεγαλύτερων περιοχών, όπως είναι μία περιοχή ολοκληρωμένη ανάπτυξης υδατοκαλλιέργειας (ΠΟΑΥ). Επιπλέον θα μας δώσει τη δυνατότητα να κάνουμε εκτιμήσεις όχι μόνο σχετικές με περιβαλλοντικές παραμέτρους, αλλά και για θέματα που σχετίζονται με τη διασπορά παρασίτων μέσα σε μια μονάδα ή μεταξύ των μονάδων, θέμα ιδιαίτερα κρίσιμο για τους παραγωγούς.



Έλεγχος δικτύων ιχθυοκαλλιέργειας από τηλεκατευθυνόμενο υποβρύχιο όχημα (Remotely Operated Vehicles) [ROV], φωτογραφία SINTEF.

Να σημειώσω ακόμα πως αυτά τα εργαλεία είναι σημαντικά για την προσαρμογή και την ορθολογική διαχείριση των μονάδων στις νέες συνθήκες της κλιματικής αλλαγής.

AGRO.TEC Ποια άλλη πρόβλεψη ή παρατήρηση είναι κρίσιμη για έναν υδατοκαλλιεργητή;

– Θα ανέφερα τον έλεγχο των εγκαταστάσεων και ιδιαίτερα των δικτύων. Σήμερα η διαδικασία αυτή γίνεται από δύτες, οι οποίοι ελέγχουν την κατάσταση και ειδικότερα την παρουσία οπών που θα μπορούσαν να επιτρέψουν τη διαφυγή ψαριών. Η αυτοματοποίηση της διαδικασίας με χρήση κατευθυνόμενων ή αυτόνομων υποβρυχίων οχημάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική, ειδικά σε περιπτώσεις που οι μονάδες βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από την ακτή.

Ειδικά στις μέρες μας, που γίνεται με-

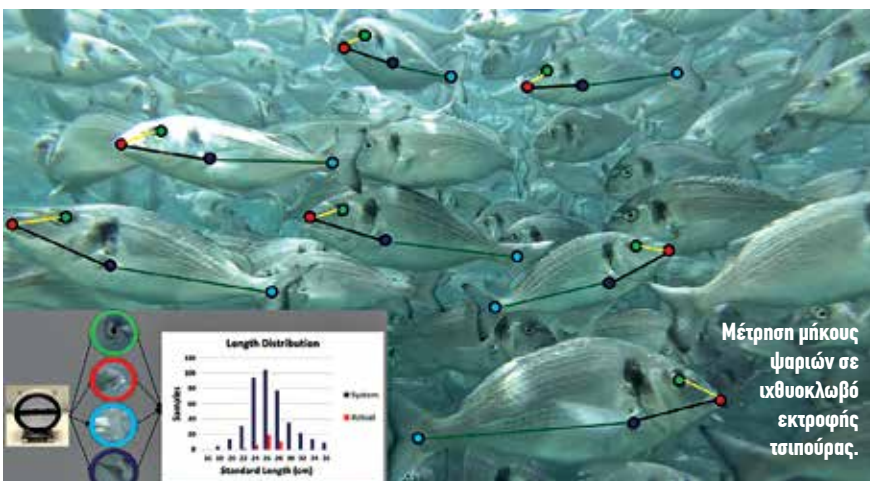
γάλη συζήτηση για ανάπτυξη μονάδων όχι μόνο παράκτια αλλά και σε μεγαλύτερες αποστάσεις και σε μεγαλύτερα βάθη, οι νέες τεχνολογίες και οι νέοι τρόποι διαχείρισης βοηθούν στην οικονομική βιωσιμότητα των μονάδων.

AGRO.TEC Πόσο ακριβή και πόσο εύκολη μπορεί να είναι η εφαρμογή νέων τεχνολογιών από έναν Έλληνα παραγωγό;

– Το κέρδος που θα έχει ένας παραγωγός εφαρμόζοντας καινούριες τεχνολογίες είναι πολύ σημαντικό, και μάλλον μεγαλύτερο από το κόστος επένδυσης και λειτουργίας.

Θα πρέπει να υπενθυμίσουμε τη βοήθεια που παρέχεται από το Ταμείο Συνοχής και το Πρόγραμμα «Αλιεία, υδατοκαλλιέργεια και θάλασσα» προς τον κλάδο για επενδυτικά σχέδια που στοχεύουν στην ενίσχυση της καινοτομίας. Ακόμα να αναφέρουμε ότι το νομοθετικό πλαίσιο δεν εμποδίζει την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών, αλλά εξαρτάται από την κάθε εταιρεία το αν θα υιοθετήσει νέες τεχνολογίες και το πώς θα τις αξιοποιήσει.

Θέλω όμως να τονίσω ένα σημαντικό στοιχείο: Με την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στην υδατοκαλλιέργεια, δεν είναι μόνο το άμεσο κέρδος που θα αποκομίσουν οι υδατοκαλλιεργητές· είναι κυρίως η ενίσχυση της αλυσίδας αξίας του κλάδου της υδατοκαλλιέργειας, είτε με την ένταξη νέων εταιρειών είτε με την επέκταση του αντικειμένου των εταιρειών τεχνολογίας που υπάρχουν στον κλάδο. Και αυτά τα κομμάτια της αλυσίδας είναι υψηλής προστιθέμενης αξίας.



ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ & ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

AGRO.TEC

magazine

ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ

Νίκος Λυμπέρης

Αντιπρόεδρος της Ελληνικής
Οργάνωσης Παραγωγών
Υδατοκαλλιέργειας

Προτεραιότητα
για την ΕΛ.Ο.Π.Υ.
είναι η
ολοκλήρωση των
αδειοδοτήσεων
των Π.Ο.Α.Υ.



ΑΦΙΕΡΩΜΑ



Σύγχρονες λύσεις
υδατοκαλλιέργειας

ΓΕΩΡΓΙΑ

■ Η ποιότητα
του γεωργικού
εδάφους

■ Νέες
τεχνολογίες
στη σπορά
καλλιιεργειών



ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ



Διαμόρφωση σταβλικών
εγκαταστάσεων

Άρδευση καλλιέργειας
χωρίς κόστος!



ΣΥΝΔΕΘΕΙΤΕ ΜΕ
ΤΟΝ ΗΛΙΟ!

Ηλιακές αντλίες νερού
με απίστευτη ευελιξία και μεγάλη απόδοση



Άρδευση
καλλιεργειών

Πότισμα ζωικού
κεφαλαίου

Λειτουργία με μηδενικό κόστος!

ENFOS

S O L A R

σε συνεργασία με την κορυφαία γερμανική εταιρία

LORENTZ

The Solar Water Pumping Company

Ομονοίας 68 | 653 02 | Καβάλα info@enfoss.gr

enfoss.gr

2510222852



Τροίας 2, 15235 Βριλήσσια, Αθήνα
Τηλ. Κέντρο: 210 68.00.470
Fax: 210 68.00.476
e-mail: tpress@tpress.gr



ΚΩΔΙΚΟΣ: 210194

www.tpress.gr