

Αξιοποίηση των διαθέσιμων βιοφυσικών και κλιματικών δορυφορικών δεδομένων και τεχνολογιών στην προσαρμογή της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή

1. Η ανάγκη προσαρμογής της γεωργίας στις κλιματικές αλλαγές

Η ευρωπαϊκή γεωργία θα αντιμετωπίσει πολλές προκλήσεις κατά τα προσεχή έτη, όπως ο διεθνής ανταγωνισμός και η αυξομείωση του πληθυσμού με μακροπρόθεσμες οικονομικές επιπτώσεις. Η μεταβλητότητα και η αλλαγή του κλίματος θα αυξήσουν αυτές τις πιέσεις και θα καταστήσουν τις προκλήσεις πιο δύσκολες και δαπανηρές. Η γενική συναίνεση είναι ότι οι αλλαγές στις φυσιολογικές θερμοκρασίες και τις βροχοπτώσεις θα οδηγήσουν σε ανάλογες προσαρμογές των εδαφικών και υδατικών καθεστώτων που θα επηρεάσουν τη γεωργική παραγωγικότητα. Οι πρόσφατες ξηρασίες στην Ευρώπη προκάλεσαν ζημιές δισεκατομμυρίων ευρώ στις καλλιέργειες. Από την άλλη πλευρά, τα εξαιρετικά υγρά χρόνια προκαλούν παρόμοιες καταστροφικές επιπτώσεις στην παραγωγή. Οι αξιόπιστες εποχιακές προβλέψεις των βροχοπτώσεων και της θερμοκρασίας μπορούν να έχουν τεράστιο θετικό οικονομικό αντίκτυπο για την παγκόσμια γεωργική βιομηχανία.

Η ερευνητική στρατηγική της ΕΕ δίνει μεγάλη έμφαση στην αλλαγή του κλίματος, όσον αφορά την προβλεπτική ικανότητα, και τις στρατηγικές μοντελοποίησης και προσαρμογής. Απαιτούνται μακροπρόθεσμα ολοκληρωμένα και ευρωπαϊκά σύνολα δεδομένων και μοντέλα υψηλής ανάλυσης. Πρέπει να βελτιωθεί ο συντονισμός μεταξύ κέντρων δεδομένων, συστημάτων πληροφοριών και δικτύων. Θα πρέπει επίσης να βελτιωθεί η πρόσβαση στα υφιστάμενα δεδομένα για το κλίμα, τη μετεωρολογία, τους δορυφόρους και την ενσωμάτωση δεδομένων σχετικά με την προσαρμογή. Η χρήση των υφιστάμενων συστημάτων πληροφοριών που υποστηρίζονται από την Κοινότητα, π.χ. συστήματα προειδοποίησης πρέπει να ενθαρρυνθούν και να αξιοποιηθούν πλήρως. Θα πρέπει να εκπονηθούν επικαιροποιημένες εκθέσεις σχετικά με τις επιπτώσεις του κλίματος, την προσαρμογή και τα τρωτά σημεία με βάση τα αποτελέσματα των Ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων και της εθνικής έρευνας.

2. Πως η μελέτη σχετικά με τη μεταβολή του κλίματος και την αλλαγή μπορεί να βοηθηθεί από το διάστημα

Για την καλύτερη κατανόηση της δυναμικής της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζει τις συνθήκες της καλλιέργειας απαιτείται ουσιαστική έρευνα. Οι επιστήμονες της ΕΕ, στο πλαίσιο ερευνητικών ενεργειών, συνεργάζονται για την καλύτερη κατανόηση της εποχικής μεταβλητότητας του κλίματος και την εφαρμογή της στα γεωργικά θέματα. Οι ερευνητικές μέθοδοι, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνουν την ποσοτικοποίηση και την παρακολούθηση της κατάστασης της βιόσφαιρας από τους δορυφόρους χρησιμοποιώντας τεχνικές τηλεανίχνευσης.

Ο ρόλος της τηλεπισκόπησης στο χαρακτηρισμό, την κατανόηση και την πρόβλεψη της μεταβλητότητας του κλίματος και της αλλαγής επικεντρώνεται στην παροχή δεδομένων παρατήρησης παγκόσμιας κλίμακας σχετικά με τα συστατικά του κλιματικού συστήματος, την επιβολή τους και τις αλληλεπιδράσεις με ολόκληρο το γήινο σύστημα. Ο απώτερος στόχος είναι να καταστεί δυνατή η πρόβλεψη της αλλαγής του κλίματος σε χρονολογικές κλίμακες που κυμαίνονται από εποχική έως διαχρονική. Καθώς οι νέες δορυφορικές μετρήσεις επιτρέπουν αυτή τη δυνατότητα, η ερευνητική κοινότητα εργάζεται για τη μετάβαση των παρατηρητικών δυνατοτήτων σε επιχειρησιακές δυνατότητες.

Η διαστημική τεχνολογία διευκολύνει την ανθρωπότητα και την επιστήμη με μια παγκόσμια άποψη της Γης μέσω της απόκτησης δορυφορικών δεδομένων ΕΟ. Οι δορυφόροι συλλέγουν πληροφορίες σε διαφορετικές χωρικές και χρονικές κλίμακες και βοηθούν στην κατανόηση των φυσικών κλιματικών διεργασιών και στην ανίχνευση και εξήγηση της αλλαγής του κλίματος.

Απαιτούνται ακριβή δεδομένα ΕΟ για την περιγραφή των κλιματολογικών και βιοφυσικών διεργασιών, βελτιώνοντας τις παραμετροποιήσεις διάφορων στοιχείων. Τομείς μελέτης είναι η κατάσταση της βλάστησης, η υγρασία του εδάφους και άλλα στοιχεία που παίζουν βασικούς ρόλους στο κλίμα και στη γεωργία. Τα δεδομένα ΕΟ πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύουν αλλαγές του

κλίματος και των βιοφυσικών στοιχείων που μπορεί να είναι δείκτες της κλιματικής αλλαγής.

3. Διαθέσιμες μεταβλητές δορυφορικής παρακολούθησης της γεωργικής παραγωγής

Η σημασία της συστηματικής παγκόσμιας παρατήρησης για την κατανόηση της αλλαγής του κλίματος έχει αναγνωριστεί από την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα. Ορισμένες από τις μεταβλητές που είναι απαραίτητες για την κατανόηση και την παρακολούθηση του κλιματικού συστήματος μπορούν να παρατηρηθούν αποτελεσματικά από το διάστημα, δεδομένου ότι η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τη συστηματική, παγκόσμια και ομοιογενή μέτρησή τους. Ο ESA ξεκίνησε αρκετά έργα σε παγκόσμιο επίπεδο για να μετατρέψει δορυφορικά δεδομένα σε σημαντικές παραμέτρους που παρέχουν πληροφορίες για τα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής.

Η συνεργατική χρήση των δεδομένων από τα δορυφορικά όργανα μπορεί να παρέχει πληροφορίες για τις ακόλουθες δύο κατηγορίες μεταβλητών: μεταβλητές που ελέγχουν τις ροές της ακτινοβολίας μεταξύ της επιφάνειας και της υπερκείμενης ατμόσφαιρας, δηλαδή του επιφανειακού albedo (SA), της θερμοκρασίας της επιφάνειας του εδάφους (LST) και της υγρασίας του εδάφους (SM) και μεταβλητές που δηλώνουν την κατάσταση του προβλήματος μεταφοράς ακτινοβολίας, δηλαδή την κάλυψη χιονιού (SC) και βιοφυσικές παραμέτρους όπως ο δείκτης φυλλικής επιφανείας (LAI) και η κάλυψη από βλάστηση (FVC).

Οι πιο συναφείς μεταβλητές που μπορούν να μετρηθούν στην ξηρά είναι: η ηλιακή ακτινοβολία, το καθημερινό παγκόσμιο albedo (το κλάσμα του ηλιακού φωτός που ανακλάται από τη Γη), οι δείκτες βλάστησης, ο LAI, η θερμοκρασία της επιφάνειας της γης, οι βροχοπτώσεις, κ.ά.. Ορισμένες από αυτές τις μεταβλητές απαιτούνται ως εισροές στα μοντέλα που έχουν σχεδιαστεί για την καλύτερη κατανόηση και την άμεση προβολή των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος.

Μερικά παραδείγματα προϊόντων βλάστησης που προέρχονται από δορυφορικά δεδομένα είναι:

Δείκτες βλάστησης (VI). Ένας VI είναι ένα ποσοτικό μέτρο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της βιομάζας ή της βλαστικής βιωσιμότητας, που συνήθως σχηματίζεται από συνδυασμούς διαφόρων φασματικών ζωνών, οι τιμές των οποίων προστίθενται, διαιρούνται ή πολλαπλασιάζονται ώστε να αποδίδουν μία μόνο τιμή που υποδηλώνει την ποσότητα ή τη ικμάδα της βλάστησης. Οι VI είναι η πιο απλή προσέγγιση για τον χαρακτηρισμό παραμέτρων βλάστησης και για την απόδειξη της χωρικής και χρονικής διακύμανσής τους για τις μελέτες φαινολογικής ανίχνευσης και ανίχνευσης μεταβολών. Μεταξύ των διαφόρων δεικτών βλάστησης που προσδιορίστηκαν κυριότεροι είναι η απλή αναλογία μεταξύ του υπέρυθρου και του κόκκινου φασματικού καναλιού (NDVI), ο βελτιωμένος δείκτης βλάστησης (EVI), και ο δείκτης βλάστησης προσαρμοσμένος στο έδαφος (SAVI). Οι δείκτες βλάστησης έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την ποσοτικοποίηση και τη χαρτογράφηση της γεωργικής ξηρασίας. Συγκεκριμένα, έχουν αναπτυχθεί και δοκιμαστεί για ξηρασία ο δείκτης της κατάστασης βλάστησης (VCI) (επέκταση του NDVI), ο δείκτης θερμοκρασιακής κατάστασης (TCI) και ο δείκτης υγείας της βλάστησης (VHI) (συνδυασμός VCI και TCI) .

Μέγιστο πρασίνισμα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Maximum greenness). Το προϊόν αυτό αντιπροσωπεύει τη μέγιστη τιμή του δείκτη βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI) κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, όπως προσδιορίζεται από την εποχική τροχιά της καμπύλης του NDVI

Συνολικό πρασίνισμα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (TotalGreenness). Αυτό το προϊόν αντιπροσωπεύει την περιοχή κάτω από την καμπύλη του δείκτη βλάστησης (NDVI) για την περίοδο της καλλιεργητικής περιόδου, δηλαδή για την περίοδο κατά την οποία η θερμοκρασία επιφανείας (που λαμβάνεται από δορυφορικά δεδομένα) υπερβαίνει ένα κατώτατο όριο θερμοκρασίας (π.χ. +10 ° C, αντιστοιχεί περίπου στη μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα + 5 ° C). Το προϊόν αυτό υπολογίζεται χρησιμοποιώντας

τα δεδομένα NDVI και της θερμοκρασίας επιφάνειας, τα οποία λαμβάνονται από δορυφορικές μετρήσεις και διορθώνονται για ατμοσφαιρικές επιδράσεις. Οι μονάδες είναι «ημέρες NDVI». Οι εικόνες είναι σε θέση να δείξουν την ποσότητα και τη διάρκεια της χλωροφύλλης σε δύο καλλιεργητικές περιόδους και τις διαφορές, τόσο θετικές όσο και αρνητικές, μεταξύ δύο ετών σε διάφορες περιοχές.

Κλάσμα της φωτοσυνθετικά ενεργούς ακτινοβολίας (FPAR). Το FPAR ορίζεται ως το κλάσμα της φωτοσυνθετικά ενεργούς ακτινοβολίας που απορροφάται από το φύλλωμα του φυτού. Δεν περιλαμβάνει το κλάσμα του προσπίπτοντος PAR που ανακλάται από το φύλλωμα και το κλάσμα που απορροφάται από την επιφάνεια του εδάφους ή από το συνδυασμό δάσους και υπόδασους, αλλά περιλαμβάνει το τμήμα του PAR που αντανάκλαται από το έδαφος και απορροφάται από το φύλλωμα όταν η ακτινοβολία επιστρέφει στο διάστημα. Το πράσινο FPAR αναφέρεται στο κλάσμα που απορροφάται από τα πράσινα φύλλα μόνο μετά την αφαίρεση της συμβολής του υποστηρικτικού ξυλώδους υλικού στην απορρόφηση του PAR. Το στιγμιαίο πράσινο FPAR ενσωματώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας με βάρος ίσο με το συνημίτονο της γωνίας ηλιακού ζενίθ για να αποκτήσει το ημερήσιο πράσινο FPAR που παρουσιάζεται στο χάρτη. Το ημερήσιο πράσινο FPAR μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράμετρος για τη μετατροπή του ημερήσιου απορροφούμενου PAR σε ημερήσιο συνολικό PAR.

Απορροφούμενη φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία (APAR). Η APAR είναι η ηλιακή ενέργεια (400-700 nm) που καταναλώνεται από το πράσινο φύλλωμα κατά τη φωτοσυνθετική διαδικασία. Η τηλεπισκόπηση της APAR έχει επιτευχθεί μέσω της εκτίμησης του προσπίπτοντος PAR στην επιφάνεια (PARd) και του κλάσματος του PAR που παρεμποδίζεται από το φύλλωμα.

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI). Ο LAI ορίζεται ως η συνολική επιφάνεια των φύλλων ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους. Κατά τον υπολογισμό του LAI από το NDVI, χρησιμοποιούνται διαφορετικοί αλγόριθμοι για διαφορετικούς τύπους βλάστησης. Τα σφάλματα στην εκτίμηση του LAI

οφείλονται σε διάφορους παράγοντες, όπως η επίδραση της αρχιτεκτονικής του φυλλώματος της βλάστησης.

Η παρακολούθηση της καλλιέργειας και η έγκαιρη αξιολόγηση της απόδοσης είναι σημαντικές για τον αγροτικό σχεδιασμό και τη χάραξη πολιτικής σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Πολλά μοντέλα προσομοίωσης της ανάπτυξης των καλλιεργειών παράγονται χρησιμοποιώντας μεταβλητές της κατάστασης της καλλιέργειας και κλιματικές μεταβλητές στις διεπαφές καλλιέργειας/εδάφους/ατμόσφαιρας, για να εξαχθούν πληροφορίες για τις αποδόσεις των καλλιεργειών πριν από τη συγκομιδή. Ωστόσο, τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα περιορίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές / περιόδους λόγω σημαντικών χωρικών και χρονικών μεταβολών αυτών των μεταβλητών. Επιπλέον, το περιορισμένο δίκτυο σταθμών και τα ελλιπή δεδομένα σχετικά με το κλίμα καθιστούν δύσκολη την παρακολούθηση της καλλιέργειας και την αξιολόγηση της απόδοσης. Επιπλέον, τα μετεωρολογικά δεδομένα ενδέχεται να χάνουν σημαντική μεταβλητότητα στην παραγωγή βλάστησης, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη ποσοτικοποίησης των αλλαγών της βλάστησης άμεσα κατά την παρακολούθηση των κλιματικών επιπτώσεων στη βλάστηση. Με αυτή την έννοια, οι μετρήσεις της δραστηριότητας της βλάστησης από απόσταση έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: συνοπτική όψη, αποτελεσματικότητα του κόστους και μια σταθερή, επαναλαμβανόμενη άποψη σχεδόν ολόκληρης της γήινης επιφάνειας, καθιστώντας τα ενδεχομένως καλύτερα προσαρμοσμένα για την παρακολούθηση της καλλιέργειας και την εκτίμηση της απόδοσης από τα συμβατικά δεδομένα καιρού.

Οι εμπειρικές σχέσεις μεταξύ των δεδομένων τηλεπισκόπησης και των εκτιμήσεων της εξέλιξης των καλλιεργειών και της παραγωγής έχουν αναπτυχθεί για σκοπούς παρακολούθησης και πρόβλεψης από τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Οι δείκτες βλάστησης που προέκυψαν από δεδομένα από το προηγμένο ραδιόμετρο υψηλής ανάλυσης (AVHRR) χρησιμοποιήθηκαν επίσης για την πρόβλεψη των καλλιεργειών, την

παρακολούθηση του περιβάλλοντος και την παρακολούθηση / αξιολόγηση της ξηρασίας. Οι δείκτες βλάστησης που προέρχονται από δορυφορικά δεδομένα εφαρμόζονται ευρέως σε παρακολούθηση θερμότητας και ξηρασίας σε πραγματικό χρόνο και δείχνουν ότι παρέχουν ποσοτική εκτίμηση της διάρκειας και της επίδρασης στη βλάστηση και παρέχουν ένδειξη και της τελικής απόδοσης. Δυστυχώς, τα δορυφορικά δεδομένα δεν είναι πάντοτε ιδανικά κατάλληλα για εφαρμογές παρακολούθησης της βλάστησης λόγω έλλειψης ακριβούς βαθμονόμησης, κακής ποιότητας γεωμετρικού εντοπισμού και δυσκολιών εξαιτίας των σύννεφων.

4. Διαθέσιμα δορυφορικά κλιματικά και βιοφυσικά δεδομένα στην Ευρώπη

Δορυφορικά αρχεία δεδομένων καταγράφονται σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Η ανάλυση των αρχείων δεδομένων που έχουν αναπτυχθεί από επιχειρησιακές δορυφορικές παρατηρήσεις παρουσιάζει την κατάσταση των δορυφορικών κλιματολογικών και βιοφυσικών δεδομένων για σκοπούς προειδοποίησης για τη γεωργία στην Ευρώπη. Μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών υπάρχει μεγάλη ανομοιογένεια όσον αφορά τα κλιματικά και βιοφυσικά δεδομένα που λαμβάνονται από τους δορυφορικούς αισθητήρες ή συλλέγονται ως δορυφορικά έτοιμα προϊόντα. Ορισμένοι από αυτούς συλλέγουν επί του παρόντος δορυφορικά δεδομένα εδώ και χρόνια και αυτά τα αρχεία δεδομένων θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα σε μοντέλα για μελέτες επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος. Οι κύριες μεταβλητές που συλλέγονται με επιχειρησιακό ή πειραματικό τρόπο είναι η θερμοκρασία της επιφάνειας της γης και ο δείκτης NDVI.

Επί του παρόντος, η τηλεπισκόπηση περιορίζεται στη χαρτογράφηση των μεμονωμένων καλλιεργειών σε ακρίβεια ελαφρώς μεγαλύτερη από 90% όταν χρησιμοποιούνται επίσης δεδομένα πολλαπλών ημερομηνιών, πολλαπλών αισθητήρων ή GIS. Η τηλεπισκόπηση, ωστόσο, είναι πιο περιορισμένη όταν καταγράφει πολλαπλές καλλιέργειες σε αυτό το επίπεδο ακρίβειας. Η τηλεπισκόπηση επίσης συχνά δεν είναι σε θέση να ανιχνεύσει άμεσες πηγές ζημιών στις καλλιέργειες. Αυτοί οι περιορισμοί ενδέχεται να μειωθούν στο

μέλλον όταν οι χωρικές και φασματικές αναλύσεις και οι κύκλοι επανάληψης των λήψεων αυξηθούν.

Είναι προφανές ότι ο NDVI είναι η κύρια βιοφυσική μεταβλητή που καταγράφεται και χρησιμοποιείται από τις περισσότερες χώρες στην Ευρώπη. Μεταξύ των κλιματικών μεταβλητών χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον η επιφανειακή θερμοκρασία προϊόντα σύννεφων, η κάλυψη χιονιού, η ακτινοβολία, η κάλυψη γης και οι βροχοπτώσεις. Ακολουθεί η εξατμισοδιαπνοή και το albedo, η ανίχνευση θύελλας, η περιεκτικότητα σε όζον, η υγρασία εδάφους, και ο LAI. Πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι σε πολλές χώρες η αφομοίωση δορυφορικών δεδομένων σε μοντέλα προσομοίωσης ανάπτυξης των καλλιεργειών βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο.

Η πλέον χρησιμοποιούμενη δορυφορική - βιοφυσική μεταβλητή είναι ο NDVI. Αυτός ο δείκτης βλάστησης εξακολουθεί να θεωρείται μία από τις πιο επιτυχημένες απόπειρες απλού και γρήγορου εντοπισμού της βλάστησης και της «κατάστασής της» και παραμένει ο πιο γνωστός και χρησιμοποιημένος δείκτης για την ανίχνευση ζωντανών πράσινων φυτικών καλύψεων από δεδομένα πολυφασματικής τηλεπισκόπησης. Εκτός από την απλότητα του αλγορίθμου και την ικανότητά του να διακρίνει ευρέως τις περιοχές με βλάστηση από άλλους τύπους επιφανείας, ο NDVI έχει επίσης το πλεονέκτημα ότι συμπιέζει το μέγεθος των δεδομένων που πρέπει να χειρίζονται με παράγοντα 2 (ή περισσότερο), αφού αντικαθιστά δύο φασματικές ζώνες από ένα και μόνο πεδίο. Ωστόσο ο NDVI θα πρέπει να χρησιμοποιείται με μεγάλη προσοχή σε οποιαδήποτε ποσοτική εφαρμογή που απαιτεί ακρίβεια. Πρέπει να λαμβάνονται ρητά υπόψη όλοι οι παράγοντες που επιδρούν (ατμοσφαιρικές και φασματικές επιδράσεις) που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε σφάλματα ή αβεβαιότητες τέτοιου μεγέθους που μπορεί να απαιτεί εκτεταμένη επεξεργασία βασισμένη σε βοηθητικά δεδομένα και άλλες πηγές πληροφοριών.

Η επιφανειακή θερμοκρασία της γης που προέρχεται από δορυφόρους είναι επίσης μια ευρέως χρησιμοποιούμενη κλιματική μεταβλητή. Η θερμοκρασία επιφάνειας χρησιμοποιείται σε διάφορες αγρομετεωρολογικές εφαρμογές

όπως η μελέτη της θερμικής ισορροπίας, ο χαρακτηρισμός του τοπικού κλίματος σε σχέση με την τοπογραφία και τη χρήση της γης, η χαρτογράφηση της χαμηλής θερμοκρασίας σε συνθήκες παγετού, τα αθροίσματα θερμοκρασιών (χρησιμοποιώντας τη θερμοκρασία επιφάνειας αντί της θερμοκρασίας του αέρα) για την παρακολούθηση των καλλιεργειών και των συνθηκών ανάπτυξης.

Ορισμένες μεταβλητές όπως το albedo, η εξατμισοδιαπνοή, η ανίχνευση καταιγίδων, το όζον, η υγρασία του εδάφους και ο παγετός χρησιμοποιούνται ελάχιστα. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση τέτοιων μεταβλητών εξακολουθούν να βρίσκονται σε πειραματική φάση και δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις των χρηστών σχετικά με την ακρίβεια, τις χωρικές ή χρονικές κλίμακες, κλπ. Για παράδειγμα, η υγρασία του εδάφους αποτελεί σημαντική παράμετρο για την παρακολούθηση των καλλιεργειών. Έχουν καταβληθεί πολλές προσπάθειες για την εκτίμηση της υγρασίας του εδάφους με αισθητήρες διαστήματος και επί τόπου μετρήσεις. Αυτές οι προσεγγίσεις μετρούν την υγρασία του εδάφους σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες και καθένα από αυτά έχει ορισμένα πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Οι μετρήσεις μικροκυματικής τηλεπισκόπησης μπορούν να παρέχουν φυσική ανάκτηση της υγρασίας του εδάφους σε περιοχές χαμηλής βλάστησης, αλλά έχουν κακή χωρική ανάλυση. Οι οπτικές και IR μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάκτηση της υγρασίας του εδάφους σε υψηλή χωρική ανάλυση στατιστικά, αλλά περιορίζονται στις μη νεφοσκεπείς ημέρες. Παρά τα αποτελέσματα αυτά, προς το παρόν η ανάκτηση της υγρασίας του εδάφους με δορυφόρους δεν είναι ακόμα λειτουργικά διαθέσιμη. Η νέα γενιά δορυφόρων τηλεανίχνευσης μικροκυμάτων (π.χ. Terra SAR X) και οι νέοι αισθητήρες των δορυφόρων SENTINEL θα παρέχει προϊόντα υγρασίας εδάφους στο εγγύς μέλλον.

Σήμερα οι γεωργικοί σύμβουλοι και οι αγρότες όλης της Ευρώπης έχουν στη διάθεσή τους εύκολα και άμεσα και το κυριότερο δωρεάν, όλα τα δεδομένα των πολύ πρόσφατων δορυφόρων της σειράς Sentinel οι οποίοι καλύπτουν όλη τη γεωργική γη της Ευρώπης σε πολύ τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε



μπορούν να συνδράμουν στις τρέχουσες και μελλοντικές ανάγκες της Ευρωπαϊκής γεωργίας.



ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ - ΔΗΜΗΤΡΑ