

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΡΗΤΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΡΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ -
ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2

Ανάδοχος:

- SEEMAN SMART ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥΧΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ, με δ.τ. SEEMAN ENVIRONMENTAL
- ΣΑΒΒΑΣ Ν. ΠΑΡΙΤΣΗΣ ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΙΚΕ, με δ.τ. ΣΑΒΒΑΣ Ν. ΠΑΡΙΤΣΗΣ

Ηράκλειο, Ιούνιος 2020

**ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΡΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ – ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ**

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	8
2.1 Χωρική έκταση της ξηρασίας.....	8
2.2 Αξιολόγηση δεικτών σε επίπεδο ομάδων υπολεκανών απορροής της Κρήτης.....	11
Δείκτης SPI	12
Δείκτης aSPI	20
2.3. Χάρτες ξηρασίας.....	29
3. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ-ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ.....	66
3.1 Γενικά περί σχεδιασμού αντιμετώπισης ξηρασίας-λειψυδρίας.....	66
3.2 Σύστημα προειδοποίησης.....	69
Σύστημα Παρακολούθησης.....	69
Υπολογιστική διαδικασία	69
Σύστημα πρόγνωσης	69
3.3 Επιπτώσεις και επιλογές.....	72
Εκτίμηση των επιπτώσεων	74
Δυνητικές επιλογές	75
Ορθολογική ιεράρχηση της ικανοποίησης της ζήτησης	78
3.4 Οργανωτική διάσταση.....	83
Θεσμικό και νομικό πλαίσιο	83
Συμμετοχικές διαδικασίες	85
Προσπάθεια συμμετοχής του κοινού στον Ελληνικό χώρο	89
3.5 Στρατηγικός και Επιχειρησιακός Σχεδιασμός	99
3.6 Περιεχόμενα Σχεδίου Διαχείρισης Ξηρασίας-Λειψυδρίας	101
3.7 Εκτίμηση λειψυδρίας: μεθοδολογία και εφαρμογή.....	104
3.8 Παραδείγματα εφαρμογής Σχεδιασμού Αντιμετώπισης της ξηρασίας- λειψυδρίας	116
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ	118
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	119
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	122
ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ - ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ.....	124

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έργο «Κατάρτιση Σχεδίου δράσης για την Αντιμετώπιση Ξηρασίας - Λειψυδρίας στην Περιφέρεια Κρήτης» ανατέθηκε με την υπογραφή της σχετικής σύμβασης στις 11/9/2019. Η συνολική χρονική διάρκεια εκπόνησης της μελέτης/έργου είναι 14 μήνες από την υπογραφή της σύμβασης και το έργο χωρίζεται σε τρία στάδια (πακέτα εργασιών) που καλύπτουν τρεις περιόδους και καταλήγουν σε 3 παραδοτέα αντίστοιχα.

Σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα εκπόνησης του έργου που εγκρίθηκε από τους επιβλέποντες, ο ανάδοχος σε 5 μήνες από την υπογραφή της σύμβασης, υπέβαλε εμπρόθεσμα στην Διευθύνουσα Υπηρεσία το 1^ο Παραδοτέο στο οποίο συμπεκνώνονται τα αποτελέσματα των εργασιών της Μελετητικής ομάδας για τις πρώτες 6 δράσεις/εργασίες του έργου όπως αναφέρονται παρακάτω:

1. Ιστορική αναδρομή φαινομένων ξηρασίας-λειψυδρίας, η διαχείριση τους και οι επιπτώσεις στο οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο.
2. Πρόβλεψη της ζήτησης σε νερό για διάφορες χρήσεις μέχρι το 2021 για κάθε ομάδα υπολεκανών.
3. Καταγραφή του ισοζυγίου κάθε υδατικού συστήματος (υπόγειου ή επιφανειακού) και έργου (ταμιευτήρες, λιμνοδεξαμενές, πεδία γεωτρήσεων κλπ).
4. Αποτύπωση των σχέσεων ζήτησης και διαθεσιμότητας υδατικών πόρων για κάθε ομάδα υπολεκανών
5. Ανάλυση και καθορισμός φαινομένων ξηρασίας και λειψυδρίας με τη χρήση κατάλληλων δεικτών.
6. Σχεδιασμός δικτύου παρακολούθησης της ξηρασίας με βάση την υπάρχουσα υποδομή.

Το παρόν τεύχος αποτελεί το 2^ο Παραδοτέο του έργου που υποβάλλεται από τον Ανάδοχο εμπρόθεσμα στη Διευθύνουσα Υπηρεσία για έγκριση. Στο δεύτερο παραδοτέο αναπτύσσονται τα αντικείμενα 7 και 8 (ή 3.7 και 3.8 όπως αναφέρονται στο τεύχος τεχνικών δεδομένων της Διακήρυξης του έργου):

7. Αξιολόγηση των δεικτών που θα έχουν καθοριστεί με τη χρήση ιστορικών δεδομένων—χρονοσειρών βάσει σεναρίων για ήπιες - μέτριες - σοβαρές καταστάσεις ξηρασίας καθώς και σεναρίων επανάλληψης φαινομένων ξηρασίας σε περίοδο δύο συνεχόμενων ετών και τριών συνεχόμενων ετών
8. Καθορισμός κατάστασης επικινδυνότητας ανά ομάδα υδρολογικών υπολεκανών με 4βαθμια κλίμακα: «κανονική κατάσταση», «μέση κατηγορία κινδύνου», «υψηλή κατηγορία κινδύνου» και «κατηγορία συναγερμού». Ο καθορισμός θα γίνει με την ανάπτυξη σχετικού αλγορίθμου που θα συμπεριλαμβάνει τους δείκτες ξηρασίας, τα υδραυλικά έργα, τα υδατικά αποθέματα κλπ. ,

Στα κεφάλαια που ακολουθούν εκτός των δύο παραπάνω αντικειμένων παρουσιάζεται αναλυτικά ο

σχεδιασμός του δικτύου παρακολούθησης και πρόγνωσης της ξηρασίας που προτείνεται να χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της σφοδρότητας της ξηρασίας σε κάθε ομάδα υπολεκανών σε συνδυασμό με την υπάρχουσα υποδομή και τα αποθέματα στην αρχή κάθε υδρολογικού έτους. Κυρίως όμως παρουσιάζονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την οργάνωση ενός αποδοτικού συστήματος παρακολούθησης και πρόγνωσης της ξηρασίας με όλες τις επιλογές αντιμετώπισης της και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων με την ενεργό συμμετοχή των ενδιαφερομένων και του κοινού.

Για τη σύνταξη του παρόντος εκτός των αναφορών που παρουσιάζονται στο τέλος του τεύχους χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα Ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων όπως το MEDROPLAN, SEDEMED II, PRODIM (στα οποία συμμετείχε η μελετητική ομάδα) καθώς και το ερευνητικό πρόγραμμα AQUAMAN.

2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

2.1 Χωρική έκταση της ξηρασίας

Η ξηρασία είναι ένα τριδιάστατο φαινόμενο, με τα χαρακτηριστικά της να προσδιορίζονται από την ένταση, τη διάρκεια και τη χωρική έκταση. Ο προσδιορισμός της πραγματοποιείται συνήθως μέσω χαρτών, στους οποίους αποτυπώνεται η κατανομή της έντασης της ξηρασίας στην περιοχή ενδιαφέροντος (Kim et al. 2002, Tsakiris and Vangelis 2004, Loukas and Vasiliades 2004, Vicente-Serrano 2006). Η δημιουργία των χαρτών μπορεί να γίνει με διάφορες προσεγγίσεις, όπως μεθόδους γεωστατιστικής ή κάποια διαδικασία διακριτοποίησης (Tsakiris et al. 2007b).

Οι χάρτες ξηρασίας είναι σημαντικά εργαλεία για την απεικόνιση των τμημάτων μίας περιοχής που πλήττονται από ξηρασία, αλλά και για τον εντοπισμό των περιοχών που είναι περισσότερο ευαίσθητες στην παρουσίαση επεισοδίων ξηρασίας, ως συνάρτηση της έντασης και της συχνότητας εμφάνισης του φαινομένου, καθώς και των υφιστάμενων δραστηριοτήτων σε κάθε περιοχή.

Η αποτύπωση ενός γενικευμένου χάρτη ξηρασίας παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι δεν προσδιορίζει το φαινόμενο σε επίπεδο λεκανών απορροής, που αποτελούν την κύρια μονάδα αναφοράς για τη διαχείριση υδατικών πόρων (Tsakiris et al. 2007a). Όπως άλλωστε είναι γνωστό, η λεκάνη απορροής (ή το σύνολο μικρών γειτονικών λεκανών απορροής) είναι η χωρική μονάδα όπου λαμβάνονται διαχειριστικές αποφάσεις που αφορούν στους υδατικούς πόρους σύμφωνα και με την Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο 2000/60. Συνεπώς, η αποτύπωση και ο προσδιορισμός της ξηρασίας με αναφορά στις λεκάνες απορροής αποτελεί σημαντική παράμετρο προκειμένου να είναι δυνατή η εξαγωγή σαφών και ορθολογικών αποτελεσμάτων ως προς τα πιθανά προβλήματα και τις δυνατότητες διαχείρισης των υδατικών συστημάτων. Ανάλογα με τις ανάγκες διερεύνησης, αλλά και τις ιδιαιτερότητες μιας περιοχής (π.χ. μορφολογικά χαρακτηριστικά, μέγεθος λεκανών απορροής, κατηγορίες υδατικών συστημάτων, είδος και κατανομή υδατικών αναγκών), η ανάλυση μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας ως χωρική μονάδα, αντί της λεκάνης απορροής, υπολεκάνες (παρέχοντας αναλυτικότερη αποτύπωση σε περιπτώσεις μεγάλων λεκανών) ή ομάδες λεκανών (δίνοντας σαφέστερη εικόνα για την αποτελεσματική διαχείριση των υδατικών συστημάτων σε περιπτώσεις μικρών λεκανών).

Η εφαρμογή της χωρικής ανάλυσης μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, σε χρήση κατάλληλων μεθόδων. Η είσοδος δεδομένων στο σύστημα πραγματοποιείται μέσω βάσεων δεδομένων, υπό τη μορφή χωρικών γεωγραφικών οντοτήτων. Συγκεκριμένα, από την επεξεργασία των χρονοσειρών, προκύπτουν σημειακές οντότητες ανά χρονική μονάδα (π.χ. έτος). Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντάται ένα ευρύ φάσμα μεθόδων χωρικής ολοκλήρωσης για την κατανομή κλιματικών μεταβλητών (π.χ., βροχόπτωση). Οι μέθοδοι χωρικής κατανομής δύναται να κατηγοριοποιηθούν σε δύο κατηγορίες: ντετερμινιστικές μεθόδους (π.χ., μέθοδος Thiessen, μέθοδος Inverse Distance Weighting-IDW κλπ.) και σε γεω-στατιστικές μεθόδους (Ordinary Kriging, Co-Kriging,

Empirical Bayesian kriging, Thin Plate Smoothing Splines κλπ.) (Zheng and Basher, 1995, Rhee et al., 2008). Σε αντίθεση με τις ντετερμινιστικές μεθόδους οι γεω-στατιστικές μέθοδοι χωρικής ολοκλήρωσης επιτρέπουν στον χρήστη να αξιοποιήσει τη χωρική συσχέτιση μεταξύ γειτονικών παρατηρήσεων για την πρόβλεψη μιας μεταβλητής στο χώρο. Στην παρούσα μελέτη για λόγους πληρότητας γίνεται χρήση μιας ντετερμινιστικής μεθόδου (Inverse Distance Weighting-IDW) καθώς και μιας γεω-στατιστικής μεθόδου (Empirical Bayesian Kriging), οι οποίες θεωρούνται κατάλληλες για χρήση με δείκτες ξηρασίας (π.χ. Tsakiris and Vangelis 2004, Karavitis et al. 2011, Cai et al. 2015).

Η μέθοδος IDW αποτελεί έναν αλγόριθμο στάθμισης σύμφωνα με τον οποίο οι τιμές στο χώρο επηρεάζονται περισσότερο από τους πλέον κοντινούς σταθμούς. Οι εξισώσεις για τον υπολογισμό της τιμής στο χώρο σύμφωνα με τη μέθοδο IDW είναι (Yuan et al., 2016):

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(S_i) \quad (1)$$

$$\lambda_i = \frac{d_i^{-p}}{\sum_{i=1}^n d_i^{-p}} \quad (2)$$

όπου $Z(S_i)$ είναι η μετρημένη τιμή στον σταθμό i , λ_i είναι το βάρος στο σταθμό i , $Z(S_0)$ είναι η εκτιμώμενη τιμή, n είναι ο αριθμός των σταθμών, d_i είναι η απόσταση από τον i σταθμό και p είναι η παράμετρος δύναμης. Στην παρούσα μελέτη η παράμετρος δύναμης (p) επιλέχθηκε ίση με δύο (Yuan et al. 2016).

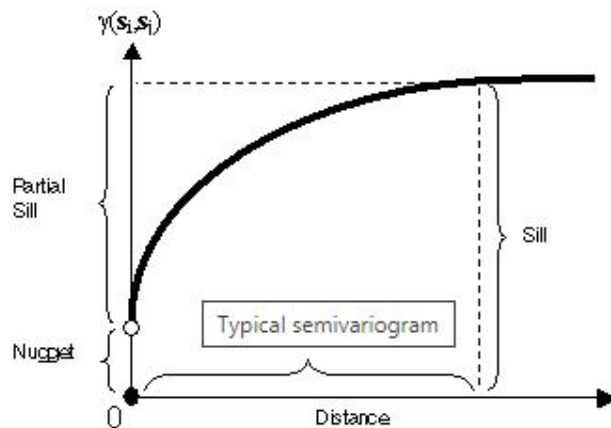
Η Μέθοδος Ordinary Kriging αποτελεί μια στοχαστική μέθοδο, η οποία χρησιμοποιεί το ημιβαριόγραμμα (semivariogram) ως μέτρο ανομοιομορφίας μεταξύ των παρατηρήσεων (Akhtari et al., 2009). Το ημιβαριόγραμμα ουσιαστικά αποτελεί ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της διακύμανσης της συνάρτησης Z , η οποία υπολογίζεται ως εξής:

$$Z(s) = \mu + \delta(s) \quad (3)$$

όπου μ και $\delta(s)$ ο μέσος όρος και η τυχαία διακύμανση για την οποία θεωρούμε ότι η χωρική συσχέτιση μεταξύ $\delta(s)$ και $\delta(s+h)$ είναι υπαρκτή, αντίστοιχα. Το h είναι ένα διάνυσμα (Μυριούνης, 2008). Για την κλασική εκτίμηση του ημιβαριόγραμματος ($2\gamma(h)$) χρησιμοποιείται η Εξίσωση 4 (Μυριούνης, 2008):

$$2\gamma h = \frac{1}{n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [z(s_i) - z(s_i + h)]^2 \quad (4)$$

όπου $n(h)$ είναι ο αριθμός των ζευγών που απέχουν απόσταση h (χωρικό βήμα-Lag distance), $\gamma(h)$ είναι ημιδιακύμανση (semi-variance), και η αντίστοιχη συνάρτηση που τη συνδέει με το διάνυσμα h καλείται ημιβαριόγραμμα (semi-variogram). Το ημιβαριόγραμμα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την χωρική συσχέτιση των τιμών μιας τυχαίας συνάρτησης στο χώρο και των μεταξύ τους αποστάσεων. Στο Σχήμα 2.1 παρουσιάζεται ένα τυπικό ημιβαριόγραμμα.



Σχήμα 2.1 Τυπικό ημιβαριόγραμμα (semivariogram)

(Πηγή: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/geostatistical-analyst/semivariogram-and-covariance-functions.htm>)

Σύμφωνα με τον Μυριούνη (2008) οι πληροφορίες που παρουσιάζονται στο ημιβαριόγραμμα είναι: η παράμετρος Nugget η οποία είναι η χωρική διακύμανση που οφείλεται στο συστηματικό λάθος μέτρησης και δειγματοληψίας, ή σε άλλες ανεξήγητες πηγές. Η παράμετρος Partial Sill η οποία αποτελεί την χωρική δομή της διακύμανσης που οφείλεται στη διαφοροποίηση της τυχαίας συνάρτησης Z στο χώρο, έτσι όπως καταγράφηκε από τις παρατηρήσεις. Το άθροισμα των Nugget και Partial Sill καλείται όριο ή κατώφλι (Sill), και θεωρητικά ισούται με τη διακύμανση του πληθυσμού των δειγμάτων σε μεγάλες αποστάσεις διαχωρισμού εάν απουσιάζουν τοπικές τάσεις. Αν η παράμετρος Nugget ισούται με την παράμετρο Sill, αυτό σημαίνει την απουσία χωρικής συσχέτισης και την τυχαία διακύμανση της Z (Μυριούνης, 2008), φαινόμενο γνωστό και ως φαινόμενο σβόλου (nugget effect). Το παραπάνω φαινόμενο ενδέχεται να οφείλεται σε λάθη παρατήρησης, αλλά και σε τοπικές διαταραχές του φαινομένου σε μικροκλίμακες μελέτης. Στα πειραματικά ημιβαριόγραμμα προσαρμόζονται θεωρητικά μοντέλα ημιβαριόγραμμάτων. Τα κυριότερα θεωρητικά μοντέλα ημιβαριόγραμμάτων είναι: το Γραμμικό μοντέλο (Linear Model), το Σφαιρικό μοντέλο (Spherical Model), το Εκθετικό μοντέλο (Exponential Model) και το Μοντέλο Gauss (Gauss Model) (Μυριούνης, 2008). Η προσαρμογή των θεωρητικών μοντέλων στα δεδομένα πεδίου πραγματοποιείται με τη χρήση αριθμητικών μεθόδων (π.χ., μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων). Για την παραγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων είναι απαραίτητη η χειροκίνητη βαθμονόμηση των παραμέτρων (Krivoruchko, 2012, Krivoruchko and Gribon 2019).

Η μέθοδος Empirical Bayesian Kriging (EBK) αποτελεί μια γεω-στατιστική μέθοδο χωρικής κατανομής η οποία διαφέρει από τις κλασικές μεθόδους Kriging, καθώς λαμβάνει υπόψιν το σφάλμα το οποίο εισάγεται κατά την εκτίμηση του ημιβαριόγραμματος. Οι κλασικές μεθοδοι Kriging υπολογίζουν το ημιβαριόγραμμα κάνοντας χρήση των παρατηρήσεων και στη συνέχεια το χρησιμοποιούν για τον υπολογισμό των μεταβλητών σε περιοχές χωρίς μετρήσεις. Η παραπάνω διαδικασία θεωρεί το εκτιμώμενο ημιβαριόγραμμα ως το πραγματικό για την περιοχή και ως εκ τούτου δεν λαμβάνεται υπόψη

η αβεβαιότητα, με αποτέλεσμα να υποεκτιμάται σημαντικά το σφάλμα πρόγνωσης (Krivoruchko 2012). Η μέθοδος EBK εκτιμά το παραπάνω σφάλμα χρησιμοποιώντας πολλαπλά ημιβαριογράμματα αντί ενός. Η μέθοδος περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα (Krivoruchko 2012): (α) εκτίμηση ενός ημιβαριογράμματος από τα δεδομένα, (β) χρήση του ημιβαριογράμματος για την εκτίμηση μιας νέας τιμής για τις περιοχές που υπάρχουν παρατηρήσεις, (γ) εκτίμηση ενός νέου ημιβαριογράμματος από τα προσομοιωμένα δεδομένα και εκτίμηση του βάρους του ημιβαριογράμματος σύμφωνα με το θεώρημα Μπέυζ. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη μέθοδο Empirical Bayesian Kriging: Chilès and Delfiner (1999) και Krivoruchko and Gribon (2019).

2.2 Αξιολόγηση δεικτών σε επίπεδο ομάδων υπολεκανών απορροής της Κρήτης

Κατόπιν της προηγούμενης εξέτασης των δεικτών ξηρασίας ανά περιοχή (μετεωρολογικό σταθμό), πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των δεικτών σε χωρικό επίπεδο, με αναφορά στις επιλεγμένες ομάδες υπολεκανών απορροής. Η χωρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε και με τις δύο προαναφερθείσες μεθόδους (IDW και Kriging), ώστε να υπάρχει αντικειμενικότερη αξιολόγηση και να ελαχιστοποιηθούν οι αβεβαιότητες που υπεισέρχονται λόγω των διαφορετικών χωρικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων.

Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά της ξηρασίας βάσει των εξεταζόμενων δεικτών ξηρασίας, προσδιορίζονται βάσει των συνθηκών του Πίνακα 2.1. Επισημαίνεται ότι ο χαρακτηρισμός προκύπτει βάσει των συνθηκών που επικρατούν στο σύνολο της εκάστοτε εξεταζόμενης περιοχής, σύμφωνα με τον μέσο όρο των σημειακών τιμών κατόπιν της εκάστοτε εφαρμοζόμενης μεθόδου χωρικής ανάλυσης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανά ομάδα λεκανών (1, 2, κ.λπ.), όπως εμφανίζονται στον χάρτη του Σχήματος 2.2, και συμβολίζονται στη συνέχεια με S1, S2, κ.λπ., αντίστοιχα.

Πίνακας 2.1 Κατηγορίες συνθηκών βάσει των δεικτών ξηρασίας	
Τιμή δείκτη ξηρασίας	Κατηγορία συνθηκών
> 2.00	Εξαιρετικά υγρό
1.50 έως 1.99	Έντονα υγρό
1.00 έως 1.49	Μέτρια υγρό
0.50 έως 0.99	Κανονικές συνθήκες (ήπια υγρό)
0.00 έως 0.49	Κανονικές συνθήκες (υγρό)
0.00 έως -0.49	Κανονικές συνθήκες (ξηρό)
-0.50 έως -0.99	Κανονικές συνθήκες (ήπια ξηρασία)
-1.00 έως -1.49	Μέτρια ξηρό (μέτρια ξηρασία)
-1.50 έως -1.99	Έντονα ξηρό (έντονη ξηρασία)
< -2	Εξαιρετικά ξηρό (ακραία ξηρασία)

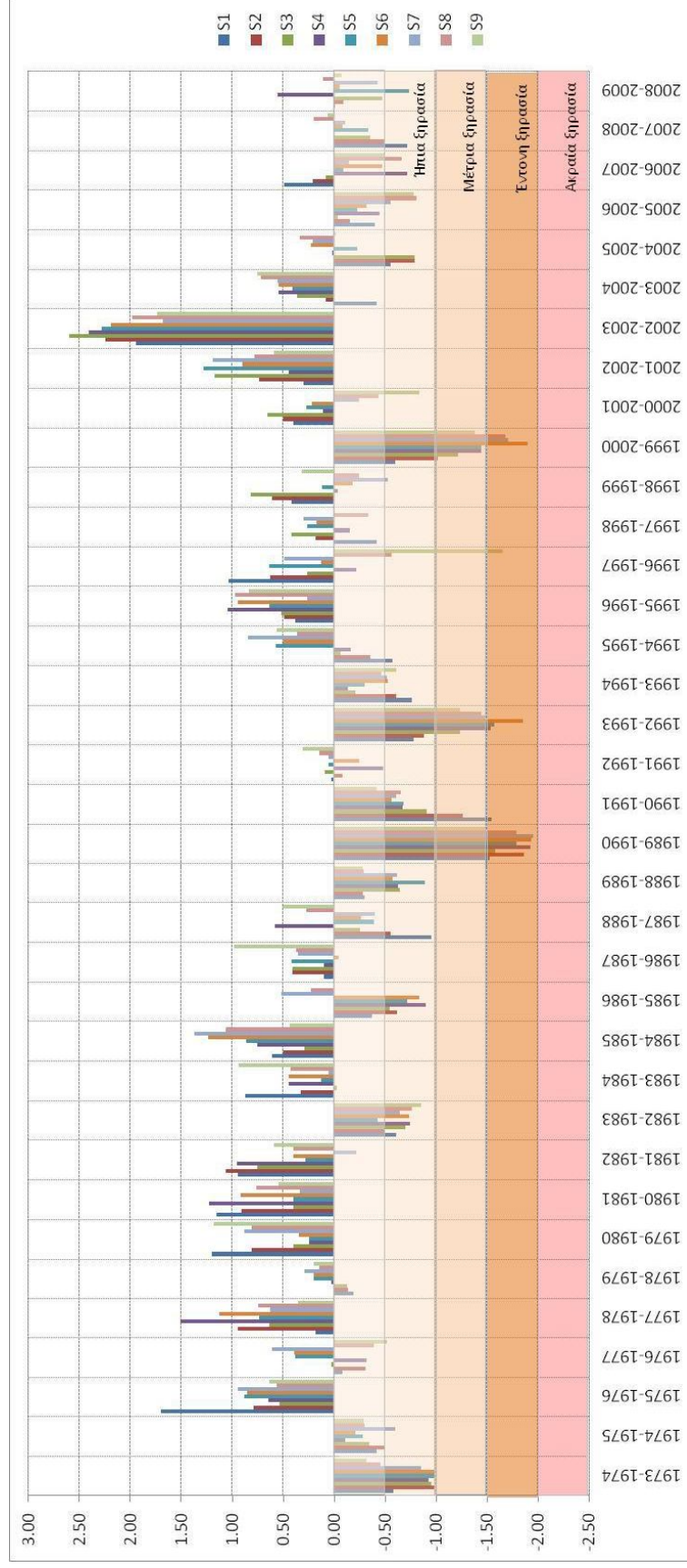


Σχήμα 2.2 Περιοχές ομάδων υπολεκανών απορροής της Κρήτης

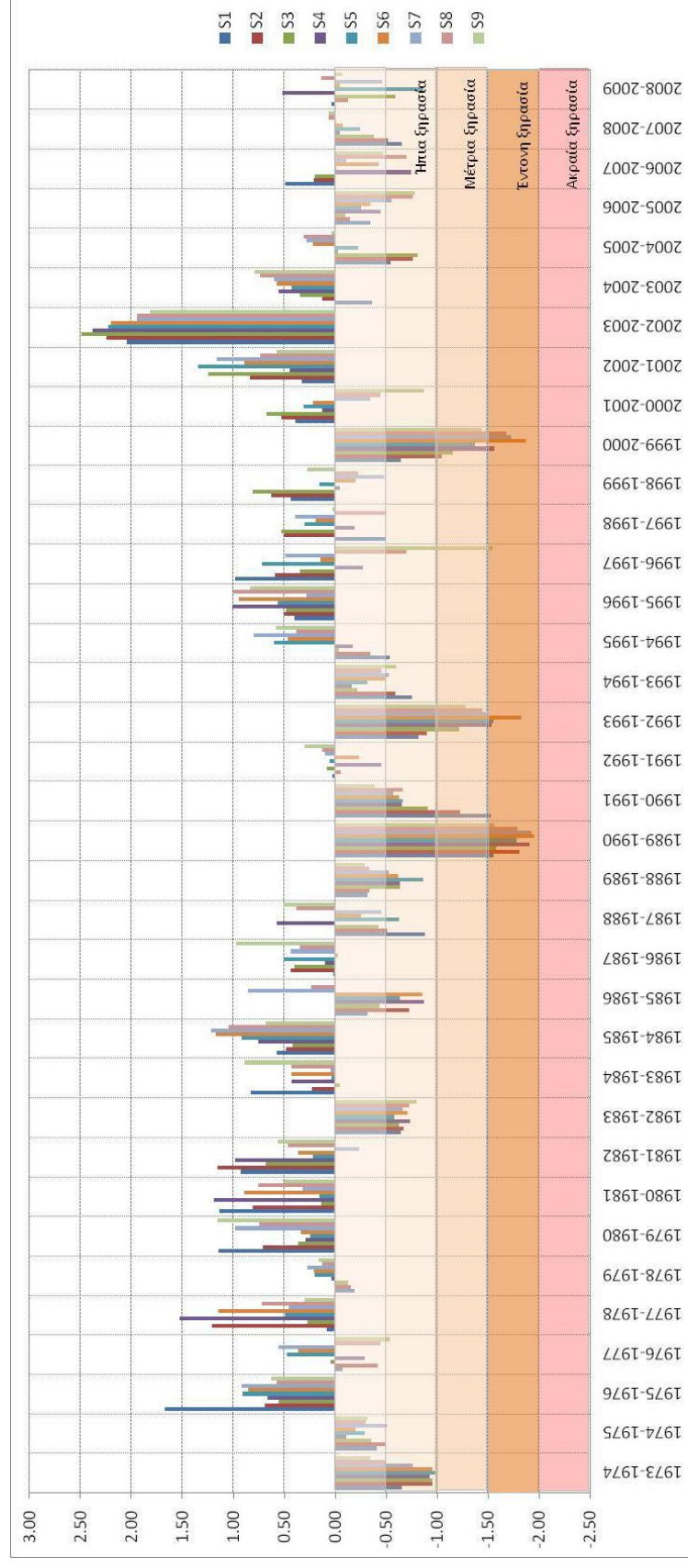
Δείκτης SPI

Η εξέταση των επεισοδίων ξηρασίας στις επιλεγμένες ομάδες λεκανών απορροής πραγματοποιήθηκε αρχικά με χρήση του δείκτη SPI. Όπως είναι γνωστό, ο SPI βασίζεται αποκλειστικά στη χρονοσειρά βροχοπτώσεων, με δυνατότητα υπολογισμού σε διάφορες χρονικές κλίμακες 9 (π.χ. 1, 3, 6, 9, 12 μήνες), προκειμένου να αποτυπωθούν διαφορετικά χαρακτηριστικά του φαινομένου, καθώς και η απόκρισή τους στα υδατικά συστήματα. Προκειμένου να διαμορφωθεί μία συνολική και αντιπροσωπευτική εικόνα των συνθηκών στην περιοχή εξετάζεται ο SPI στην 12-μηνη χρονική κλίμακα (SPI-12) και με ετήσιο βήμα προσδιορισμού. Ως περίοδος αναφοράς επιλέχθηκε το υδρολογικό έτος (Οκτώβριος – Σεπτέμβριος), ώστε να είναι σαφής η αντιστοίχιση των συνθηκών κάθε έτους με την εναλλαγή του υδρολογικού κύκλου, με έναρξη, δηλαδή, την περίοδο που παρατηρείται η αρχή της εποχής των βροχοπτώσεων (αύξηση απορροών) αλλά και της επαναφόρτισης της εδαφικής υγρασίας.

Στο Σχήμα 2.3 και Σχήμα 2.4 παρουσιάζονται οι τιμές του δείκτη, όπως έχει προσδιοριστεί χωρικά ανά ομάδα λεκανών απορροής, με τις μεθόδους IDW και Kriging, αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι, ανάλογα με την εφαρμοζόμενη μέθοδο, υπάρχουν μικρές αποκλίσεις, χωρίς όμως να διαπιστώνεται ουσιαστική διαφοροποίηση αναφορικά με τον χαρακτηρισμό του φαινομένου ως προς τις επικρατούσες συνθήκες ανά περιοχή. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το υδρολογικό έτος 1989-90 ήταν το δυσμενέστερο σχετικά με τις συνθήκες ξηρασίας, καθώς επικράτησε έντονη ξηρασία στο σύνολο της Κρήτης. Το επόμενο έτος (1990-91) επικράτησαν και πάλι συνθήκες ξηρασίας, παρόλα αυτά με διακυμάνσεις ανά περιοχή, από έντονη και μέτρια ξηρασία στις δυτικές περιοχές (S1 και S2, αντίστοιχα), ως ήπια ξηρασία στις ανατολικότερες περιοχές (S3-S8). Έτη με ιδιαίτερη ξηρασία ήταν, επίσης, το 1992-93 με έντονη ξηρασία στα κεντρικά τμήματα του νησιού, και το 1999-00 με το φαινόμενο να παρουσιάζει μεγαλύτερα ένταση στις ανατολικές περιοχές. Ενδιαφέρον παρουσιάζει, ακόμα, το έτος 1996-97 κατά το οποίο παρατηρήθηκε ήπια έως έντονη ξηρασία στα ανατολικά (περιοχές S8 και S9, αντίστοιχα), ενώ στις υπόλοιπες περιοχές επικράτησαν εν γένει κανονικές συνθήκες.

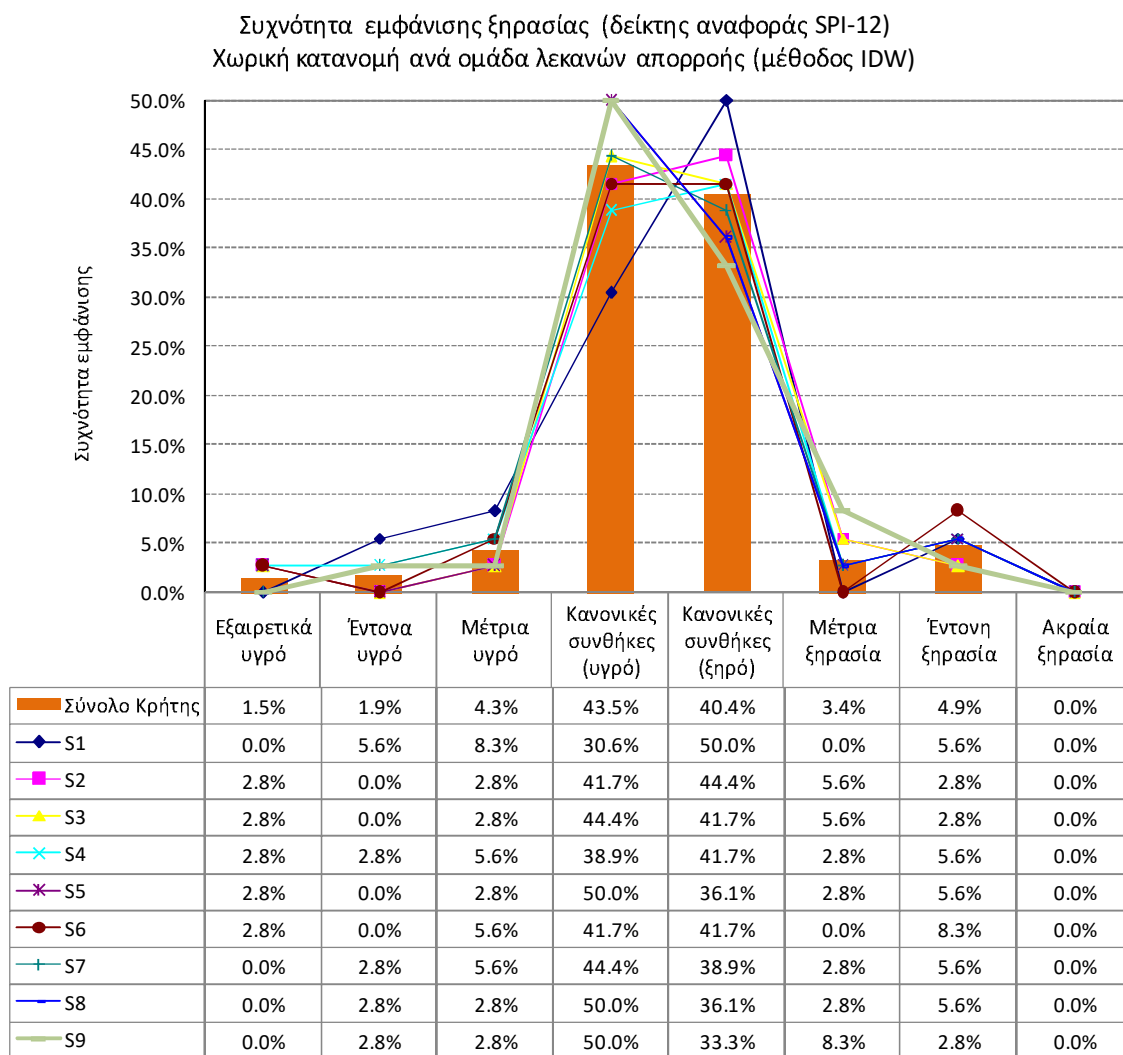


Σχήμα 2.3 Τιμές δείκτη ξηρασίας SPI-12 χωρικά προσδιορισμένου ανά ομάδα υπολεκανών απορροής (μέθοδος IDW).

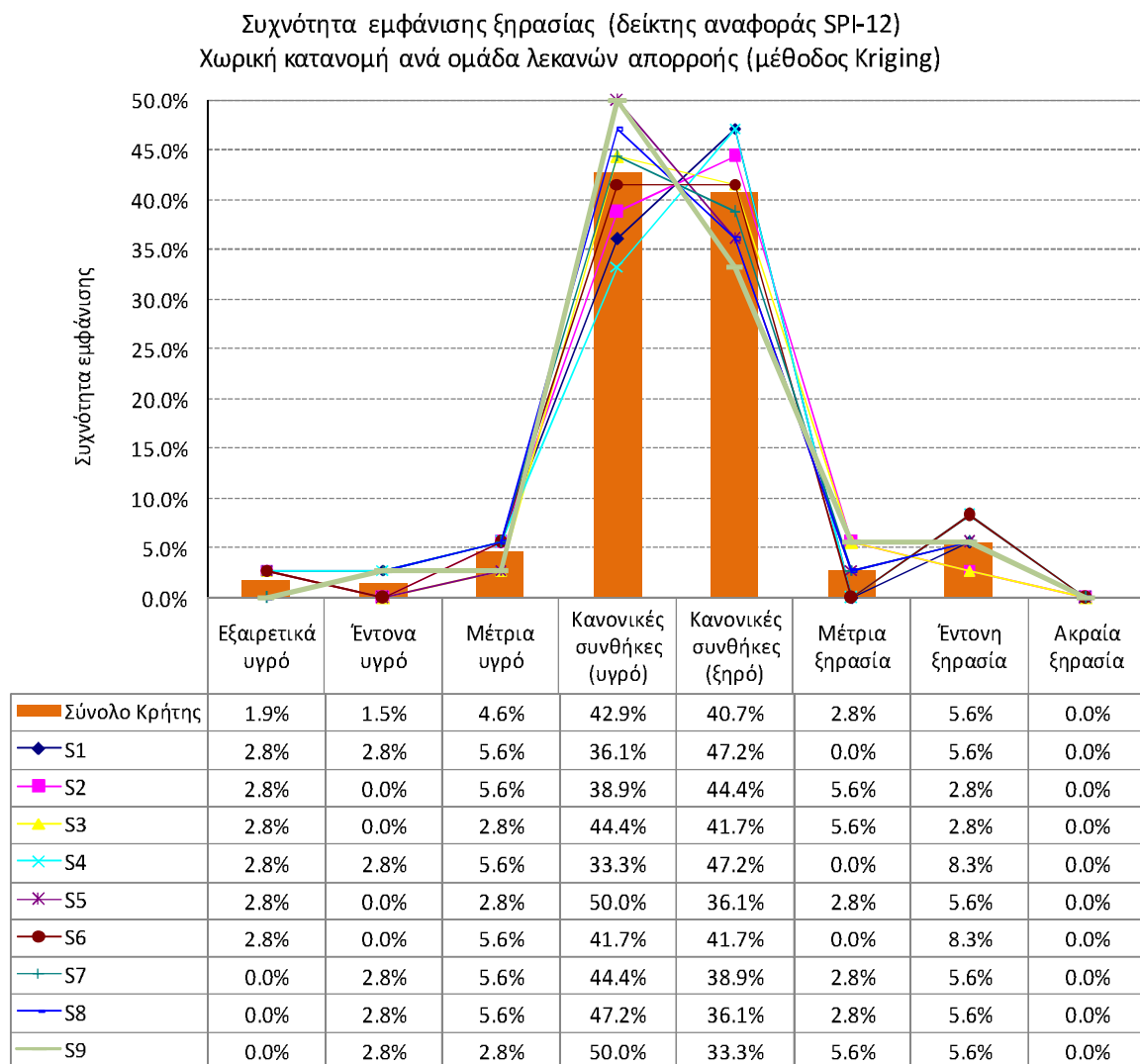


Σχήμα 2.4 Τιμές δείκτη ξηρασίας SPI-12 χωρικά προσδιορισμένου ανά ομάδα υπολεκανών απορροής (μέθοδος Kriging).

Όσον αφορά στη συχνότητα εμφάνισης ανά επίπεδο έντασης ξηρασίας, τα αποτελέσματα της χωρικής ανάλυσης ανά περιοχή παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.5 και Σχήμα 2.6, όπως προκύπτουν με τις μεθόδους IDW και Kriging, αντίστοιχα. Στη χωρική ενότητα των επιλεγμένων ομάδων υπολεκανών διαπιστώνεται ότι δεν παρατηρήθηκαν επεισόδια ξηρασίας ακραίας έντασης κατά την περίοδο διερεύνησης. Έντονα επεισόδια ξηρασίας παρουσιάζονται συχνότερα στις κεντρικές περιοχές (S4, S6) και πιο σπάνια στις δυτικές περιοχές (S2, S3).

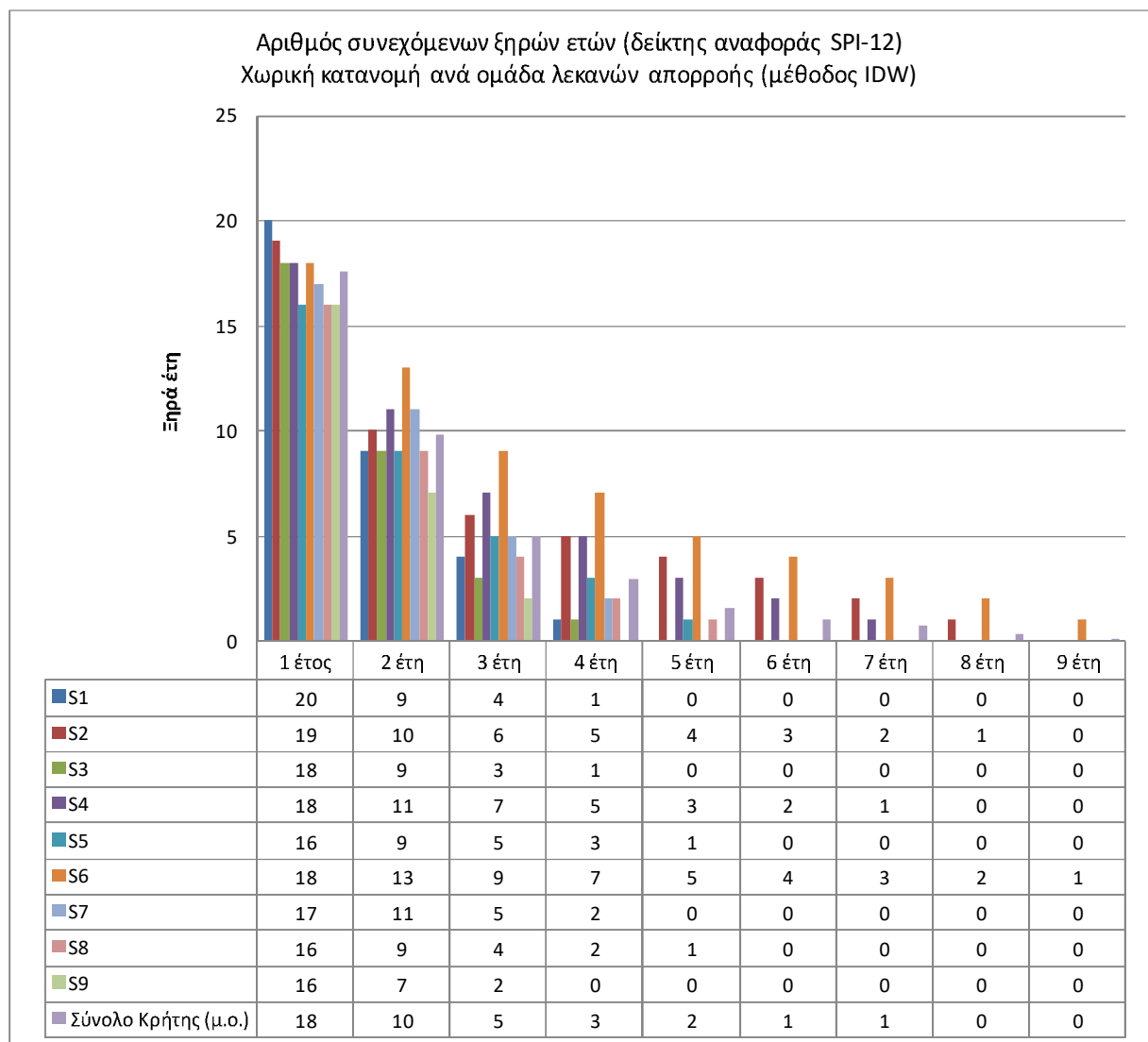


Σχήμα 2.5 Συχνότητα εμφάνισης επιπέδων έντασης ξηρασίας ανά περιοχή (μέθοδος IDW), βάσει του δείκτη ξηρασίας SPI-12.

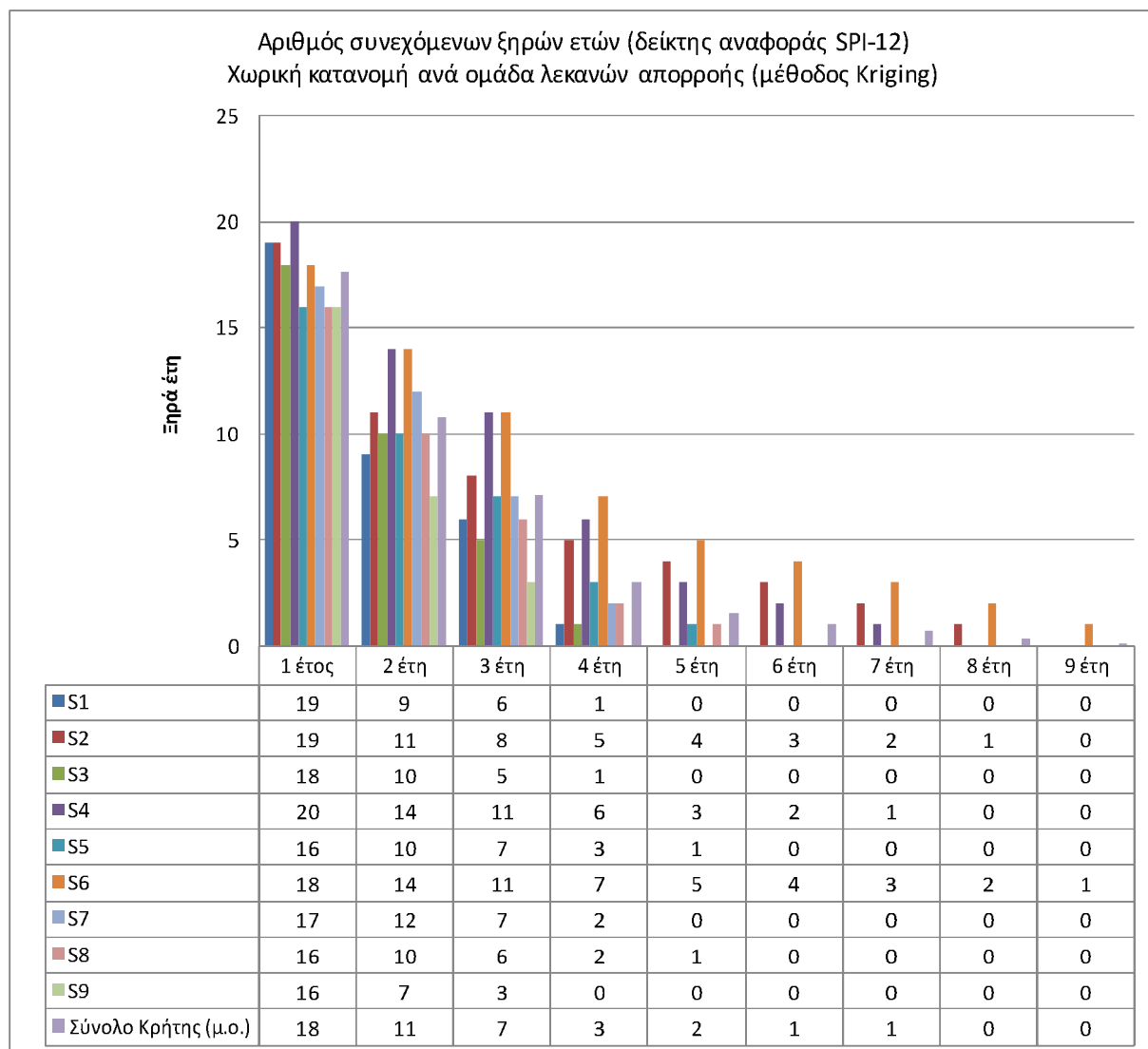


Σχήμα 2.6 Συχνότητα εμφάνισης επιπέδων έντασης ξηρασίας ανά περιοχή (μέθοδος Kriging), βάσει του δείκτη ξηρασίας SPI-12.

Στο Σχήμα 2.7 και Σχήμα 2.8 παρουσιάζεται ο αριθμός των συνεχόμενων ξηρών ετών ($SPI-12 < 0$) ανά εξεταζόμενη περιοχή, σύμφωνα με τη χωρική ανάλυση με τις μεθόδους IDW και Kriging, αντίστοιχα. Η εξέταση του αριθμού συνεχόμενων ξηρών ετών παρουσιάζει ενδιαφέρον σχετικά με την καταπόνηση διαφόρων συστημάτων (π.χ. καλλιέργειες) και των πηγών υδροδότησης λόγω της παρατεταμένα μειωμένης τροφοδότησης μέσω της βροχόπτωσης, σε σχέση με το αναμενόμενο. Δύο συνεχόμενα ξηρά έτη παρατηρούνται κατά μέσο όρο σε 10 φορές κατά την εξεταζόμενη περίοδο, ενώ για τα τρία συνεχόμενα έτη ο αριθμός μειώνεται στο μισό (5 έτη). Οι περιοχές με σχετικά μεγαλύτερο αριθμό συνεχόμενων ξηρών ετών (>3) είναι οι S2, S4 και S6, ενώ παρατηρούνται έως και 9 συνεχόμενα ξηρά έτη (S6).

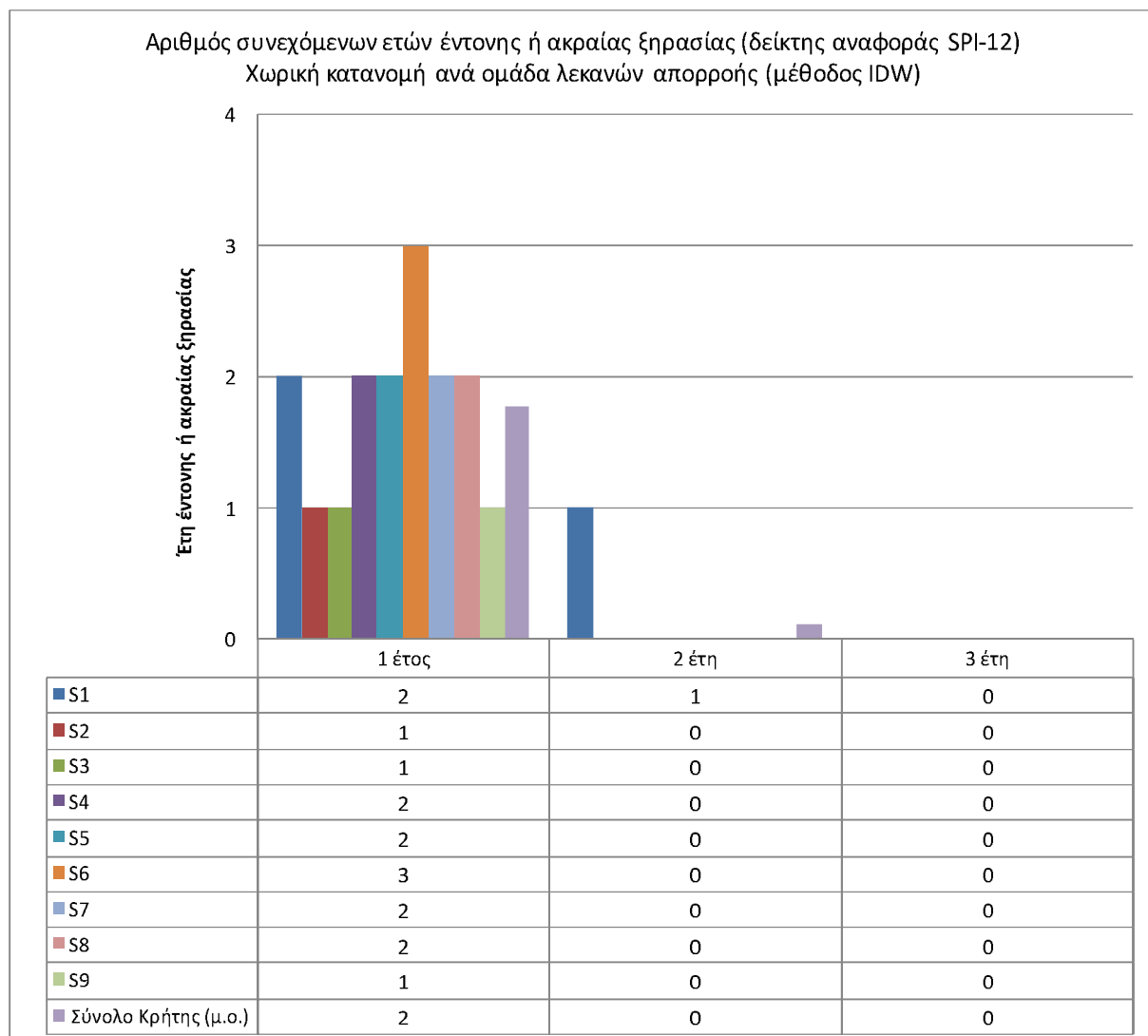


Σχήμα 2.7 Αριθμός συνεχόμενων ξηρών ετών ανά περιοχή (μέθοδος IDW), βάσει του δείκτη ξηρασίας SPI-12.

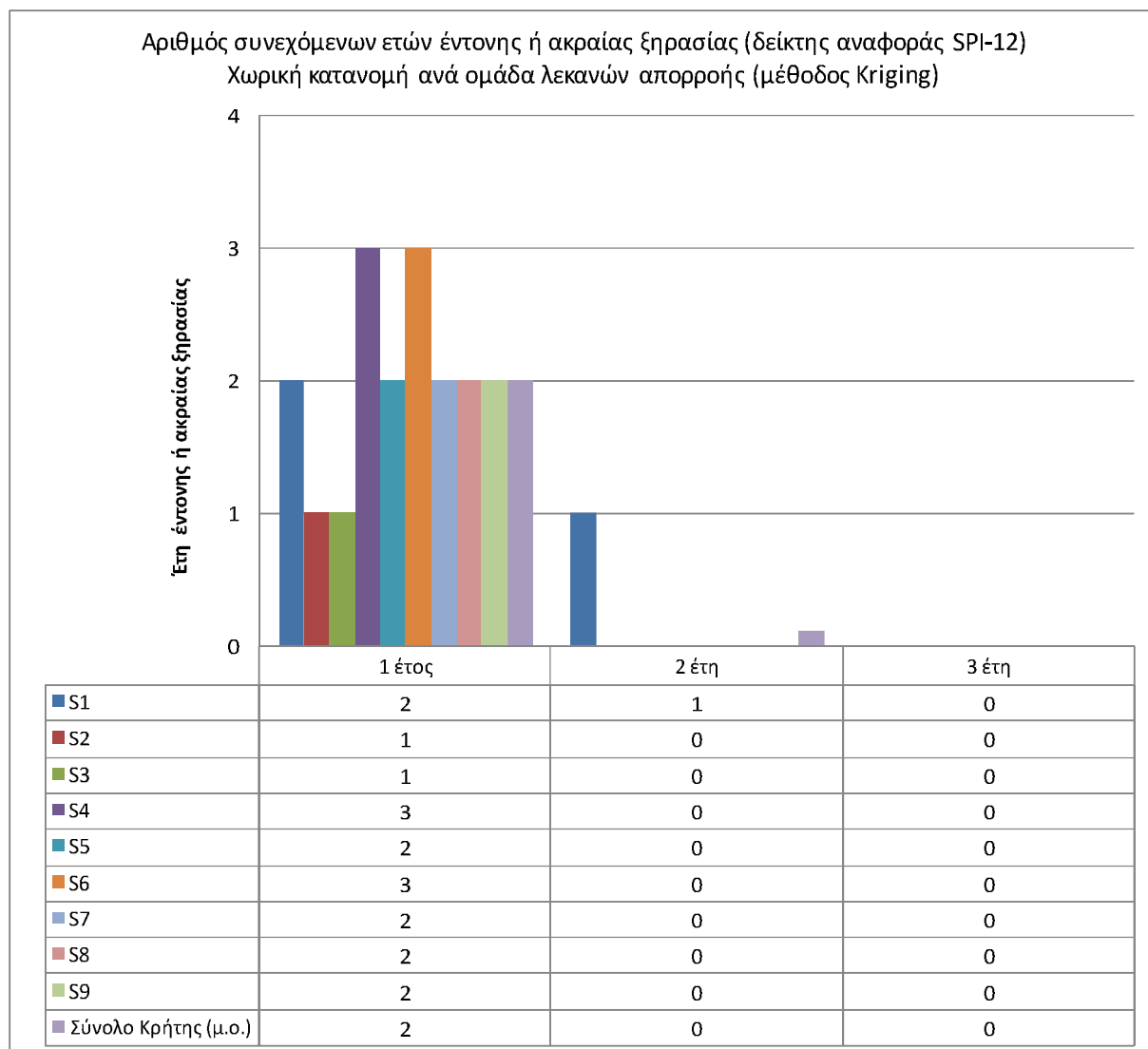


Σχήμα 2.8 Αριθμός συνεχόμενων ξηρών ετών ανά περιοχή (μέθοδος Kriging), βάσει του δείκτη ξηρασίας SPI-12.

Τα συνεχόμενα έτη με έντονη ή ακραία ξηρασία παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.9 και Σχήμα 2.10 (μέθοδοι IDW και Kriging, αντίστοιχα). Διαπιστώνεται ότι τα περισσότερα επεισόδια (3) παρατηρούνται στην περιοχή S6 και τα λιγότερα (1) στις περιοχές S2, S3 και S9. Έντονη ξηρασία για περισσότερα από ένα έτη (2) διαπιστώθηκε μόνο στην περιοχή S1.



Σχήμα 2.9 Αριθμός συνεχόμενων ετών έντονης ή ακραίας ξηρασίας ανά περιοχή (μέθοδος IDW), βάσει του δείκτη ξηρασίας SPI-12.



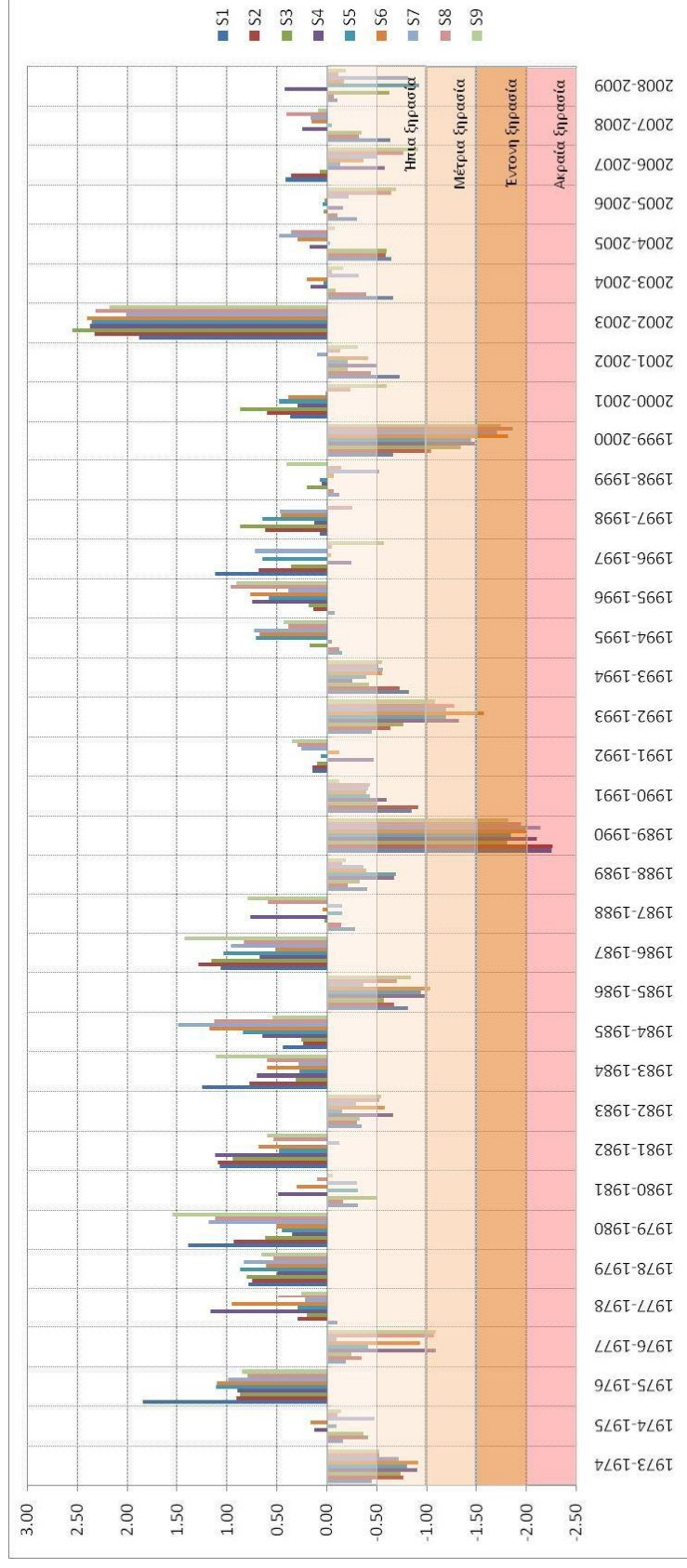
Σχήμα 2.10 Αριθμός συνεχόμενων ετών έντονης ή ακραίας ξηρασίας ανά περιοχή (μέθοδος Kriging), βάσει του δείκτη ξηρασίας SPI-12.

Δείκτης aSPI

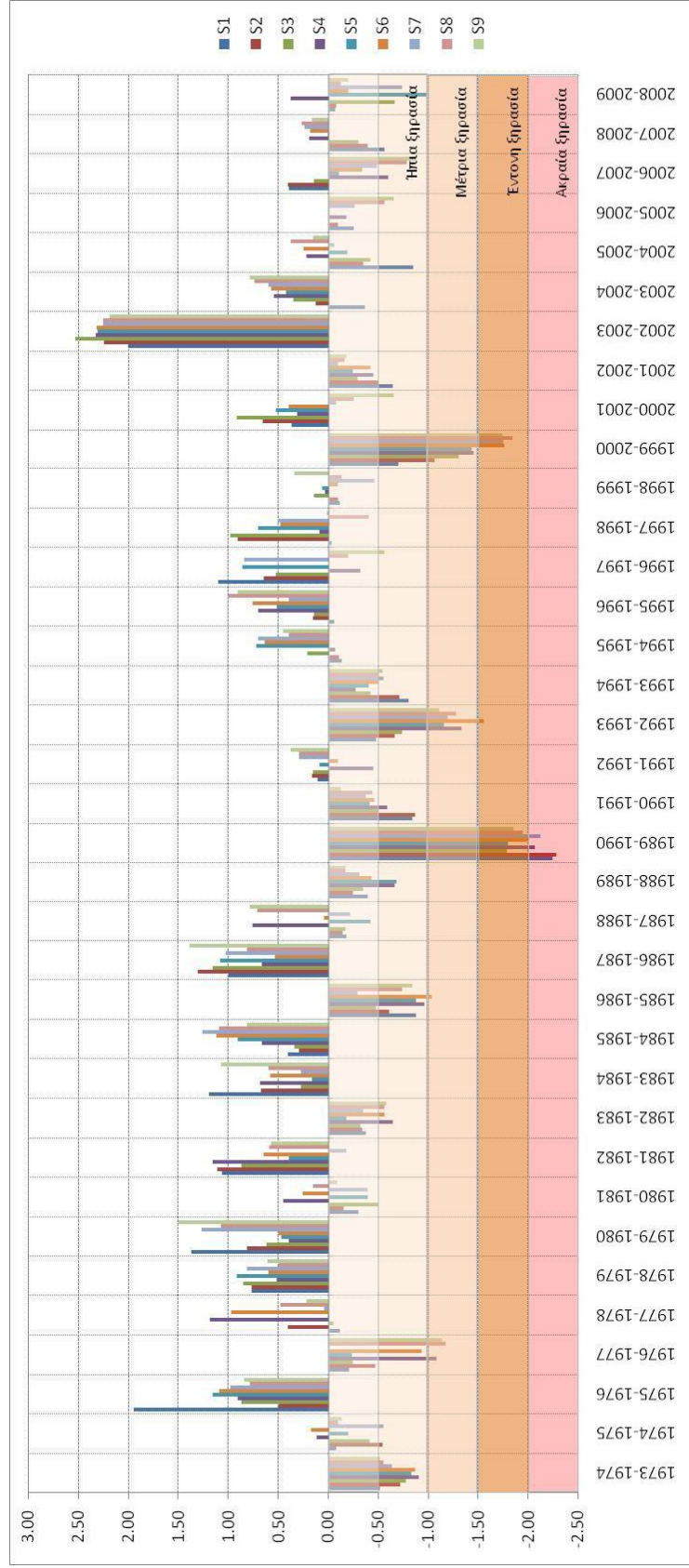
Προκειμένου να εξεταστούν χωρικά τα επεισόδια με έμφαση στη γεωργική ξηρασία, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης aSPI. Καθώς ο δείκτης αξιοποιεί την ενεργό βροχόπτωση για τον προσδιορισμό των επιπέδων ξηρασίας, επιτυγχάνεται ακριβέστερος προσδιορισμός των δυνητικών επιπτώσεων στην αγροτική παραγωγή, καθώς λαμβάνεται υπόψη το τμήμα της συνολικής βροχόπτωσης που έχει ουσιαστική επίδραση στις διαδικασίες ανάπτυξης των φυτών. Για την αξιολόγηση του φαινομένου, το σύνηθες βήμα υπολογισμού για τον aSPI είναι το ετήσιο (Tigkas et al. 2019). Η χρονική κλίμακα που επιλέχθηκε είναι το

πρώτο 9-μηνο του υδρολογικού έτους (Οκτώβριος – Ιούνιος)(aSPI-9), παρέχοντας μία ενδεικτική εικόνα των συνθηκών που επικρατούν κατά την ανάπτυξη καλλιεργειών όπως τα χειμερινά σιτηρά.

Τα επεισόδια ξηρασίας ανά έτος και ανά περιοχή, όπως προκύπτουν βάσει του aSPI-9 με τις μεθόδους IDW και Kriging παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.11 και Σχήμα 2.12. Αντίστοιχα με τα αποτελέσματα βάσει του SPI-12, δεν διαπιστώνονται ουσιαστικές μεταβολές ανάλογα με την εφαρμοζόμενη μέθοδο χωρικής ανάλυσης, ως προς την κατηγοριοποίηση των συνθηκών. Σχετικά με τα έτη ξηρασίας, όπως αναμενόταν, υπάρχει γενικά συμφωνία με τα αποτελέσματα του SPI-12. Παρόλα αυτά, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις όσον αφορά στο επίπεδο έντασης του φαινομένου ανά περιοχή. Συγκεκριμένα, κατά το έτος 1989-90, σε τέσσερις περιοχές (S1, S2, S4 και S7) σημειώνεται ακραία ξηρασία, ενώ στις υπόλοιπες καταγράφεται έντονο επίπεδο του φαινομένου. Αντίθετα, κατά το επόμενο έτος είναι ξηρό, χωρίς όμως ιδιαίτερη ένταση, με την ξηρασία να φτάνει έως ήπια ένταση. Άλλα έτη κατά τα οποία η γεωργική ξηρασία έχει μέτρια έως έντονη ένταση σε περιοχές του νησιού είναι τα 1976-77, 1985-86, 1992-93 και 1999-00.

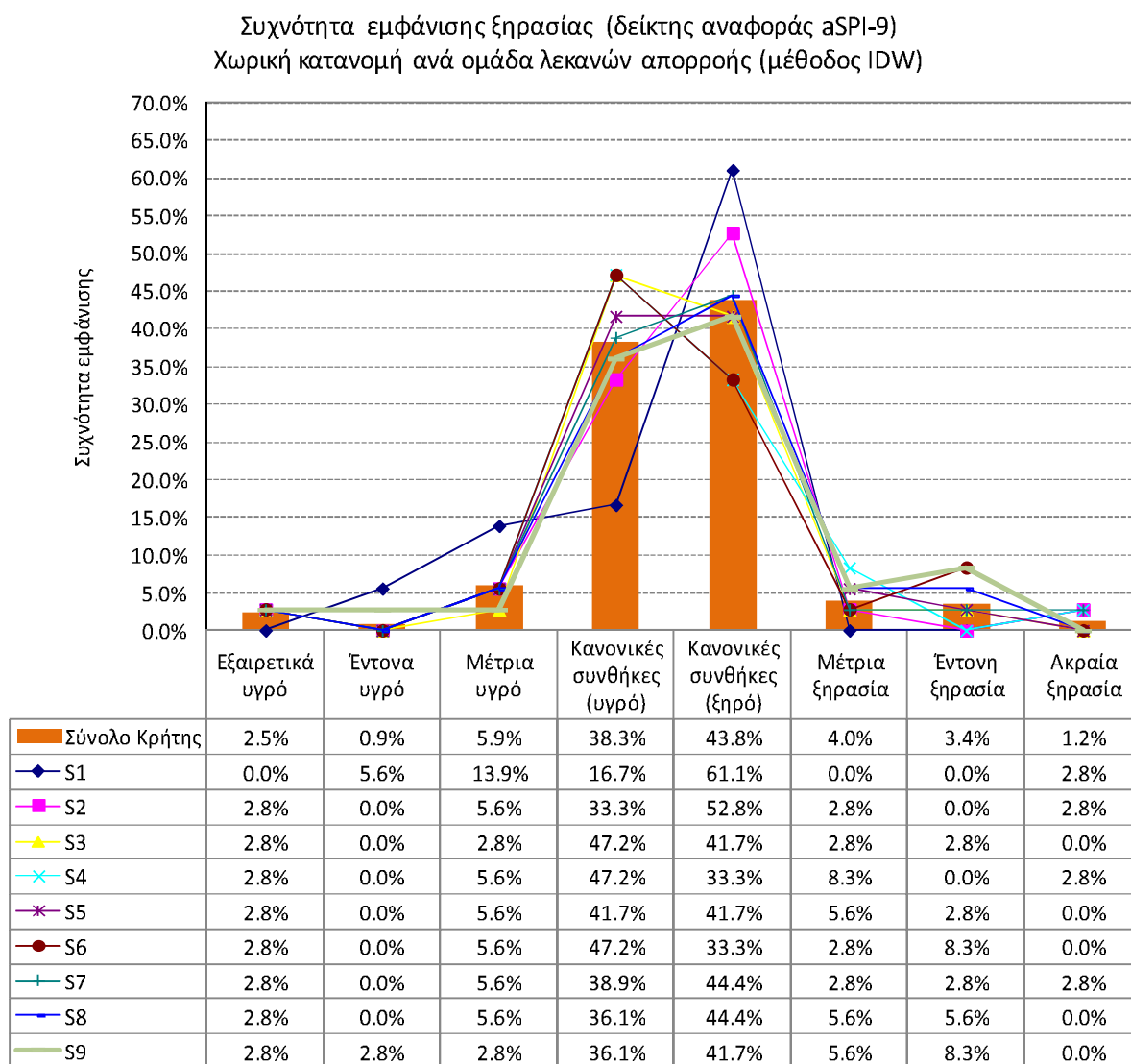


Σχήμα 2.11 Τιμές δείκτη ξηρασίας aSPI-9 χωρικά προσδιορισμένου ανά ομάδα λεκανών απορροής (μέθοδος IDW).



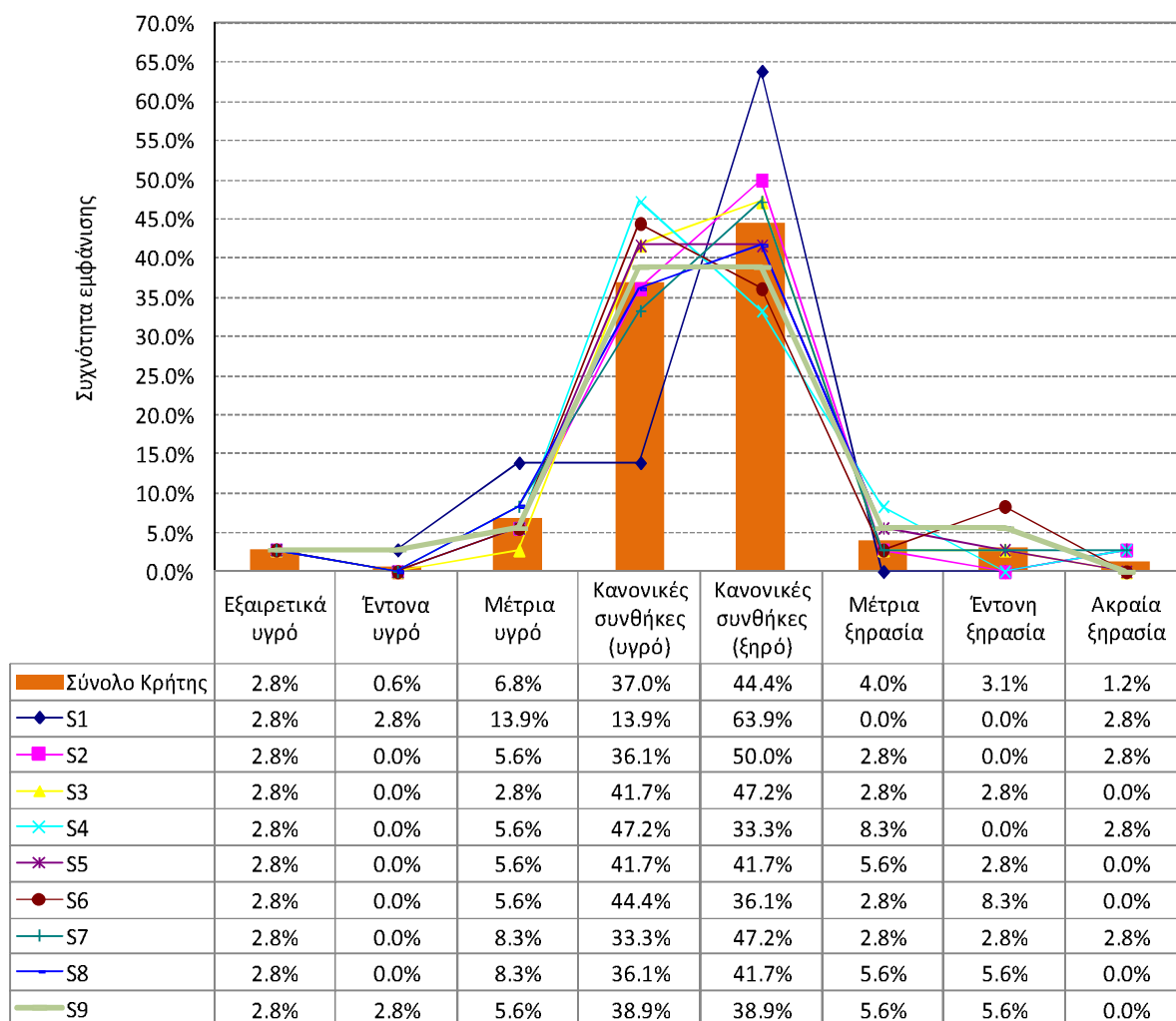
Σχήμα 2.12 Τιμές δείκτη ξηρασίας aSPI-9 χωρικά προσδιορισμένου ανά ομάδα λεκανών απορροής (μέθοδος Kriging).

Η συχνότητα εμφάνισης των επεισοδίων ξηρασίας ανά κατηγορία έντασης εμφανίζονται στο Σχήμα 2.13 και Σχήμα 2.14. Επεισόδια ήπιας ξηρασίας παρουσιάστηκαν με μεγαλύτερη συχνότητα στις δυτικές περιοχές, ενώ επεισόδια μέτριας και έντονης ξηρασίας ήταν συχνότερα στις κεντρικές και ανατολικές περιοχές. Ακραία ξηρασία έχει καταγραφεί για ένα έτος (2.8%) σε τέσσερις περιοχές.



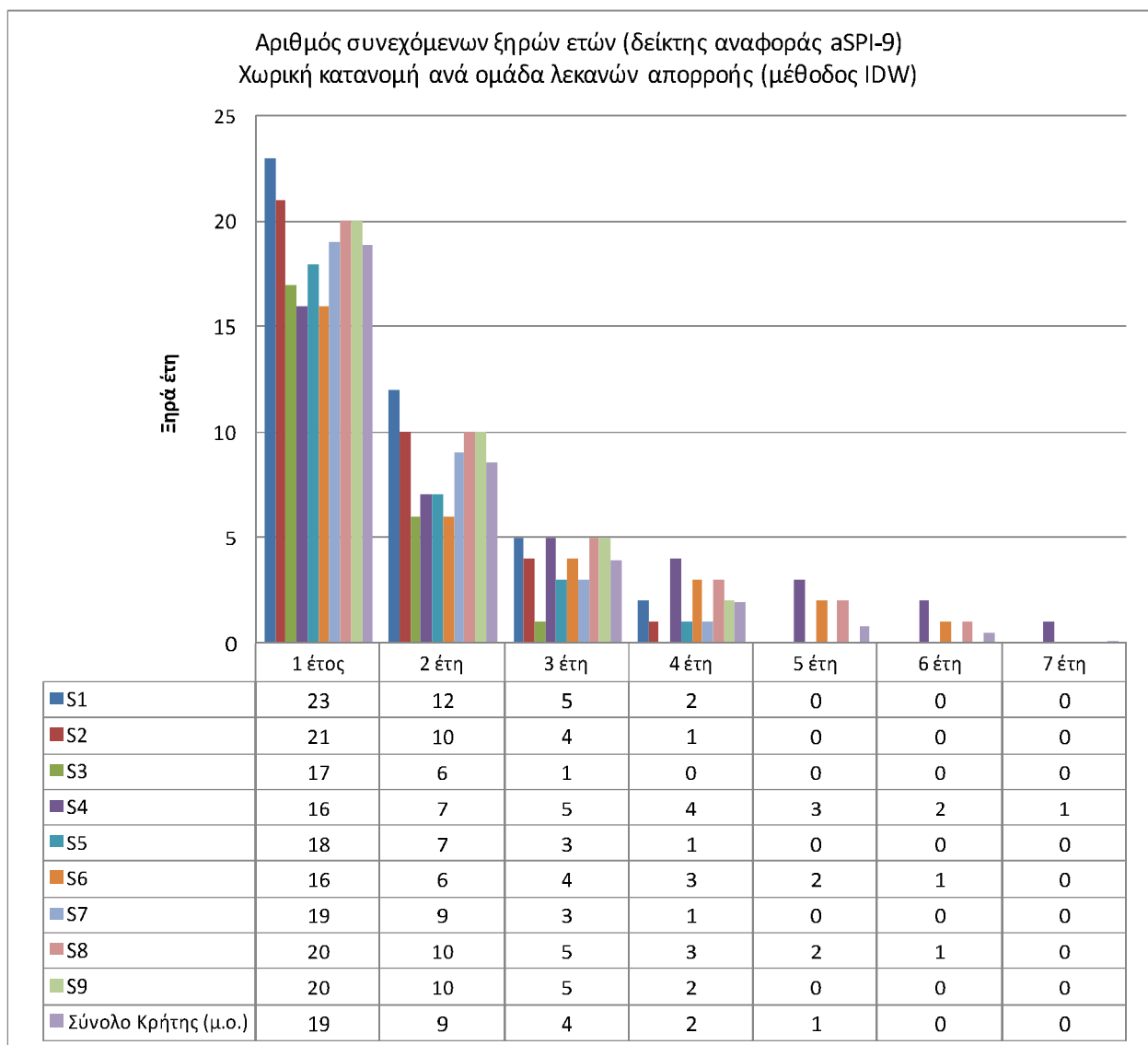
Σχήμα 2.13 Συχνότητα εμφάνισης επιπέδων έντασης ξηρασίας ανά περιοχή (μέθοδος IDW), βάσει του δείκτη ξηρασίας aSPI-9.

Συχνότητα εμφάνισης ξηρασίας (δείκτης αναφοράς aSPI-9)
Χωρική κατανομή ανά ομάδα λεκανών απορροής (μέθοδος Kriging)

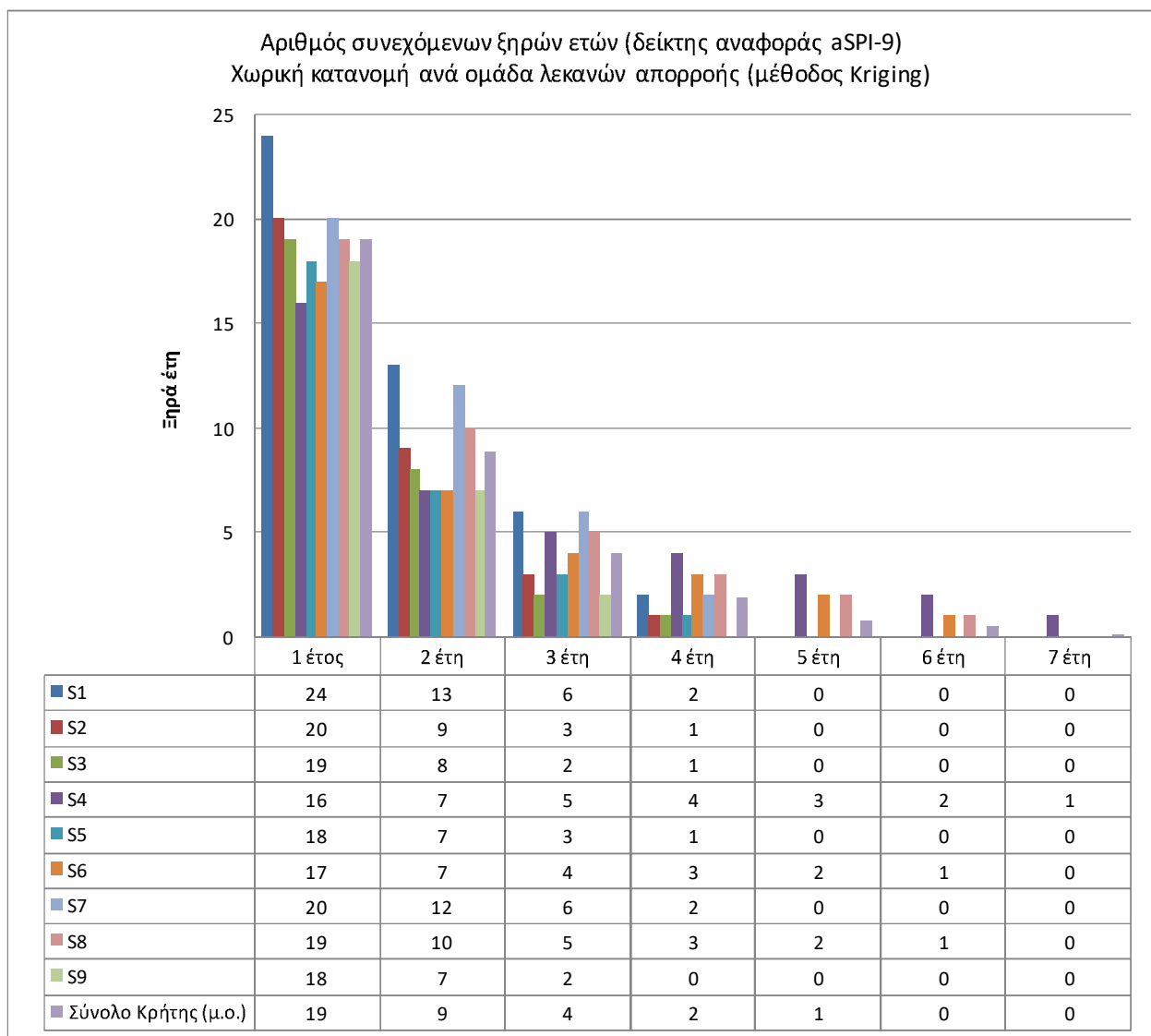


Σχήμα 2.14 Συχνότητα εμφάνισης επιπέδων έντασης ξηρασίας ανά περιοχή (μέθοδος Kriging), βάσει του δείκτη ξηρασίας aSPI-9.

Τα συνεχόμενα ξηρά έτη ($aSPI-9 < 0$) παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.15 και Σχήμα 2.16, βάσει των μεθόδων IDW και Kriging, αντίστοιχα, δίνοντας μία εικόνα της αθροιστικής επιβάρυνσης στην αγροτική παραγωγή. Η μέση εμφάνιση δύο συνεχόμενων ξηρών ετών στο σύνολο της Κρήτης για το υπό εξέταση διάστημα ήταν 9 φορές, ενώ τρία και τέσσερα συνεχόμενα ξηρά έτη παρατηρήθηκαν 4 και 2 φορές κατά μέσο όρο, αντίστοιχα. Ειδικότερα για τις περιοχές S6 και S8 παρατηρήθηκαν μέχρι και 6 συνεχόμενα ξηρά έτη, ενώ στην περιοχή S4 έχουν καταγραφεί 7 συνεχόμενα ξηρά έτη.

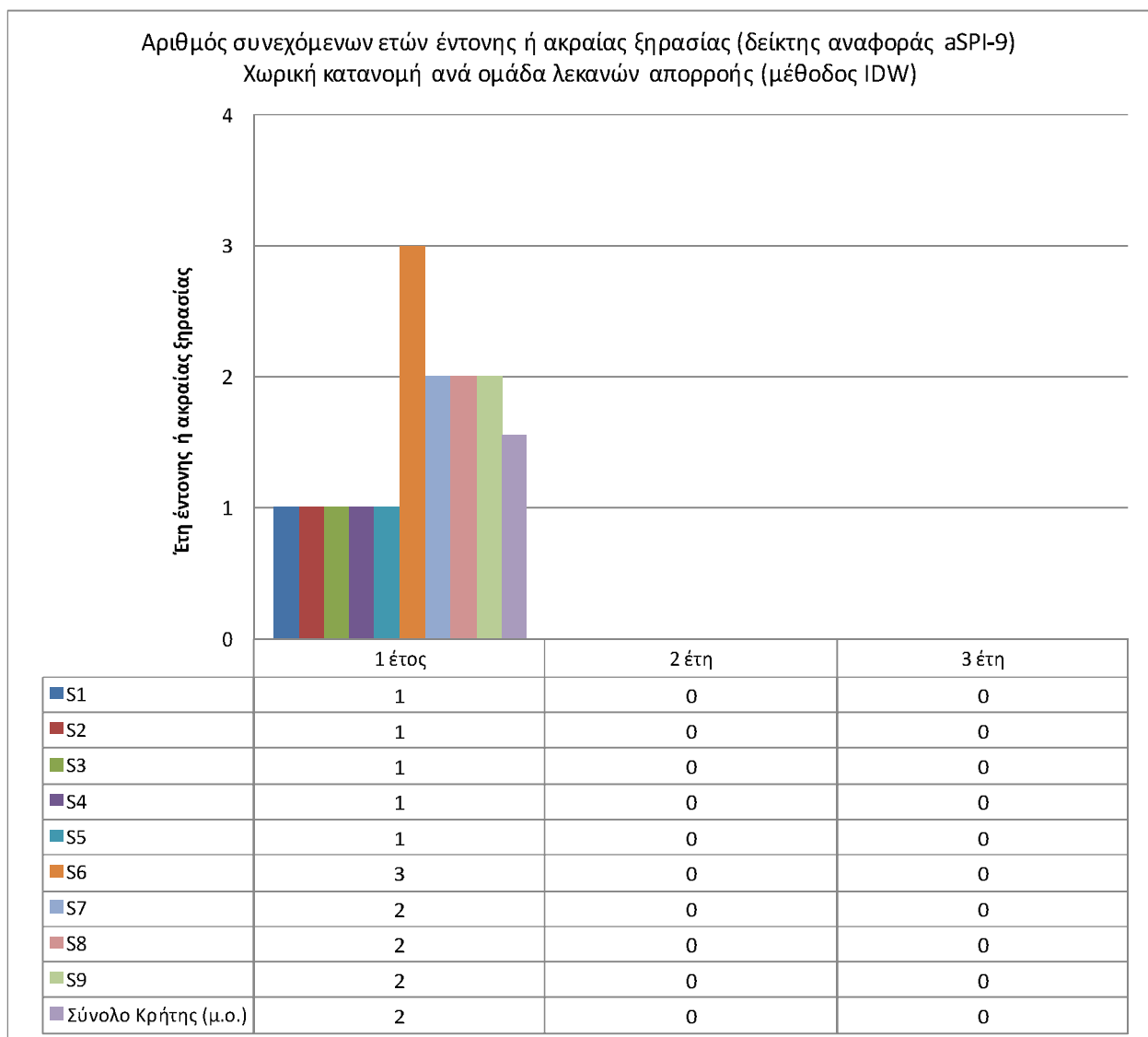


Σχήμα 2.15 Αριθμός συνεχόμενων ξηρών ετών ανά περιοχή (μέθοδος IDW), βάσει του δείκτη ξηρασίας aSPI-9.

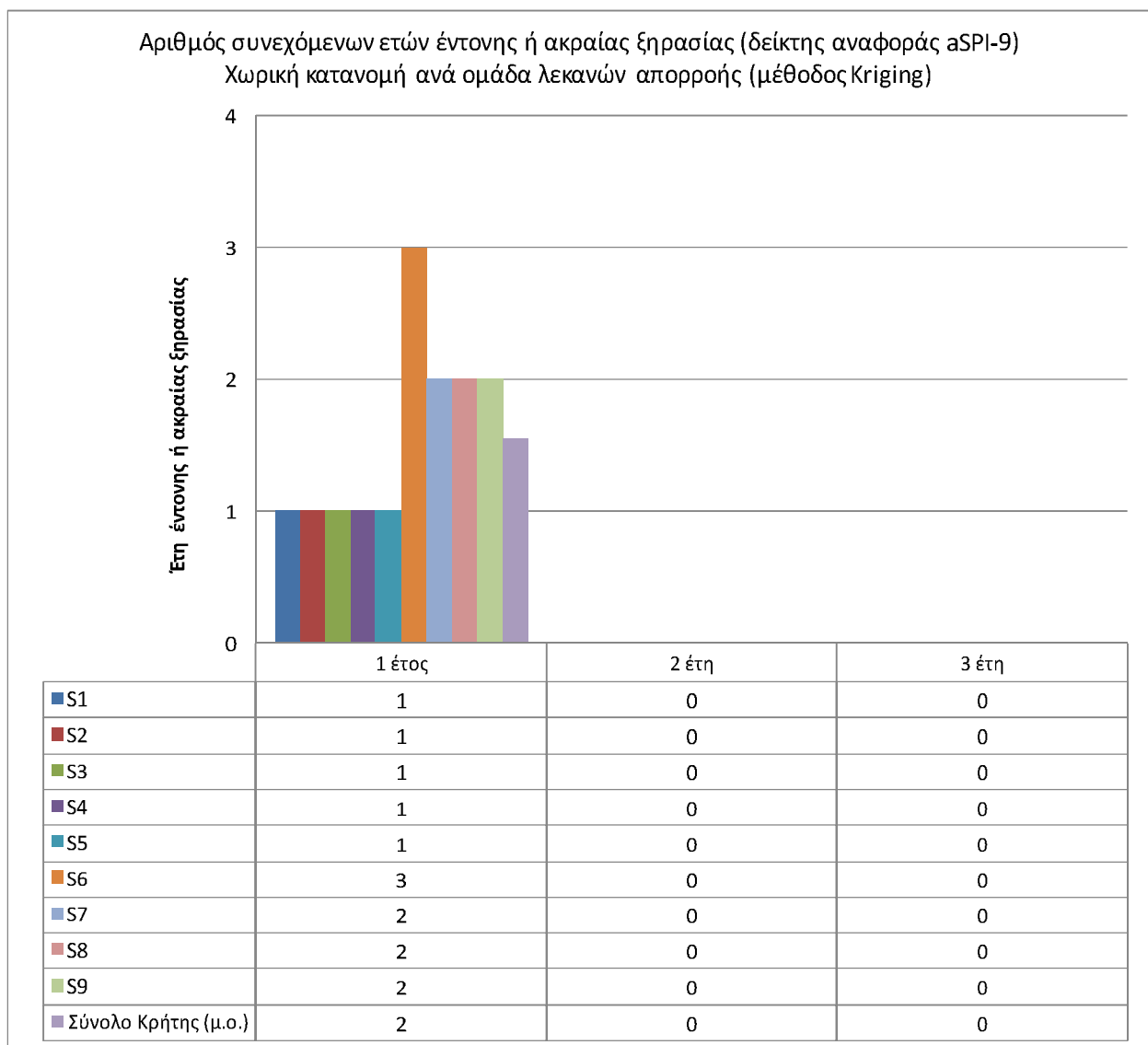


Σχήμα 2.16 Αριθμός συνεχόμενων ξηρών ετών ανά περιοχή (μέθοδος Kriging), βάσει του δείκτη ξηρασίας aSPI-9.

Όσον αφορά στα έτη έντονης ή ακραίας ξηρασίας (Σχήμα 2.17 και Σχήμα 2.18), δεν καταγράφονται επεισόδια για περισσότερο από ένα συνεχόμενα έτη. Τα περισσότερα επεισόδια παρατηρούνται στις κεντρικές και ανατολικές περιοχές του νησιού (S6, S7, S8 και S9).



Σχήμα 2.17 Αριθμός συνεχόμενων ετών έντονης ή ακραίας ξηρασίας ανά περιοχή (μέθοδος IDW), βάσει του δείκτη ξηρασίας aSPI-9.



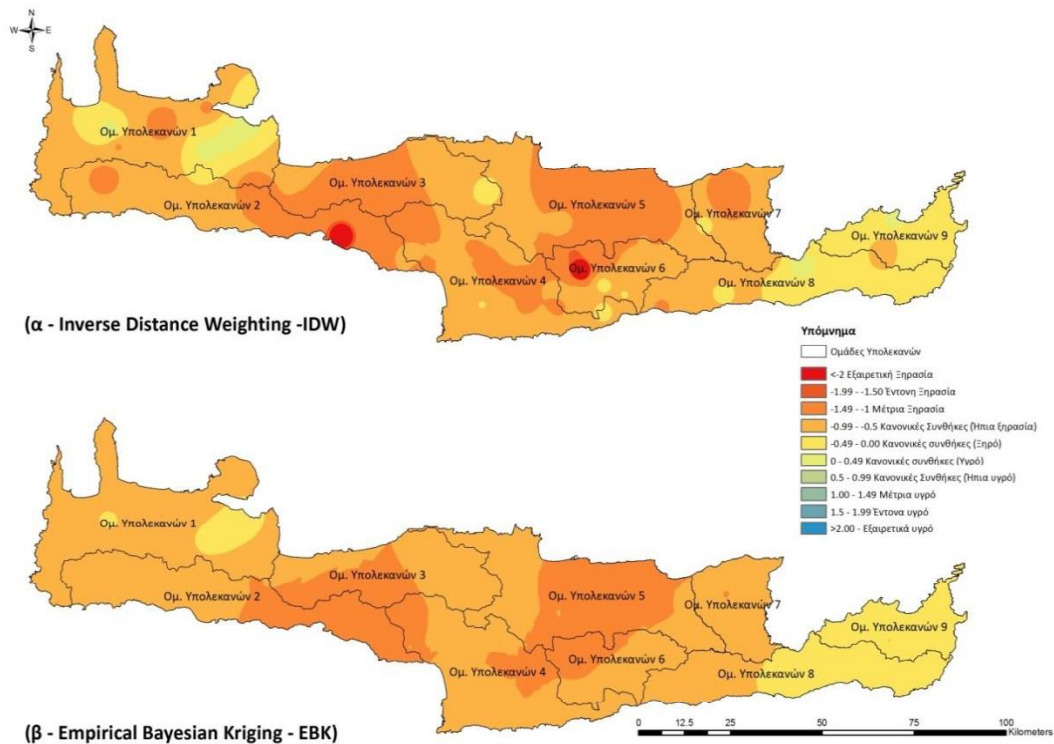
Σχήμα 2.18 Αριθμός συνεχόμενων ετών έντονης ή ακραίας ξηρασίας ανά περιοχή (μέθοδος Kriging), βάσει του δείκτη ξηρασίας aSPI-9.

2.3. Χάρτες ξηρασίας

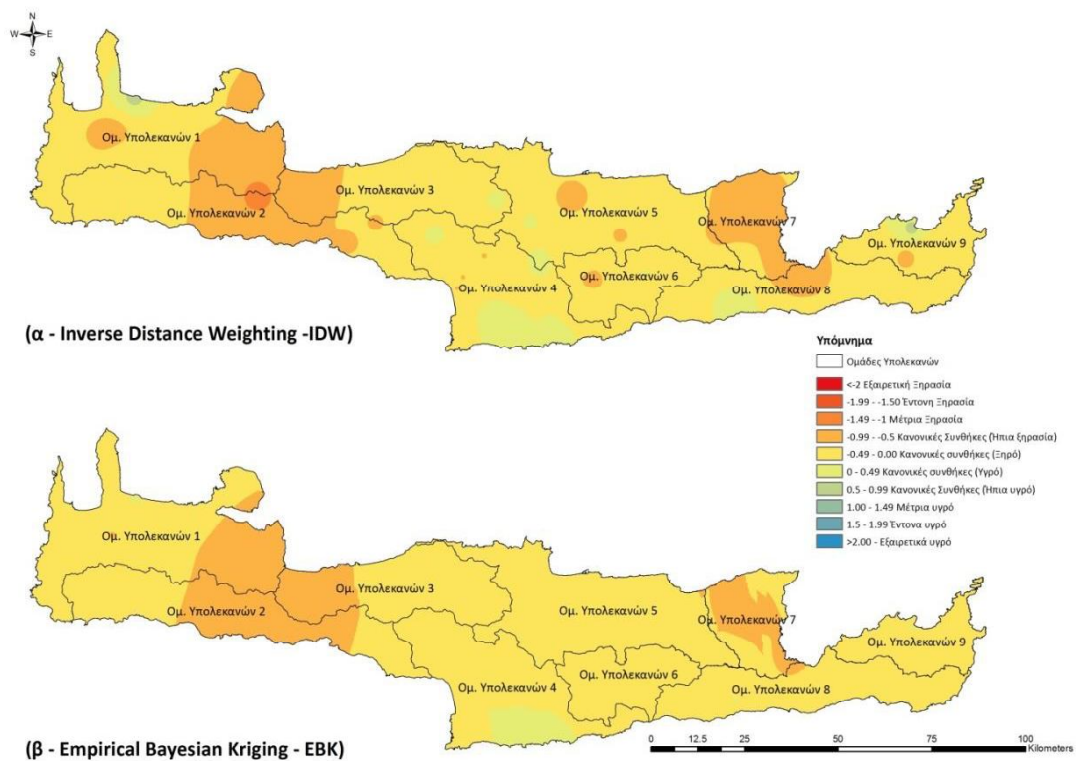
Όπως προαναφέρθηκε, η χωρική απεικόνιση της ξηρασίας με χρήση των δεικτών ξηρασίας παρέχει μία σαφή εικόνα της χωρικής και χρονικής εξάπλωσης του φαινομένου, ανάλογα και με την επιλεγμένη χρονική κλίματα υπολογισμού.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι χάρτες με τη χωρική και χρονική εξέλιξη του φαινομένου βάσει των προαναφερθέντων δεικτών (SPI-12, aSPI-9), όπως προκύπτει από την ανάλυση με τις μεθόδους IDW και Kriging.

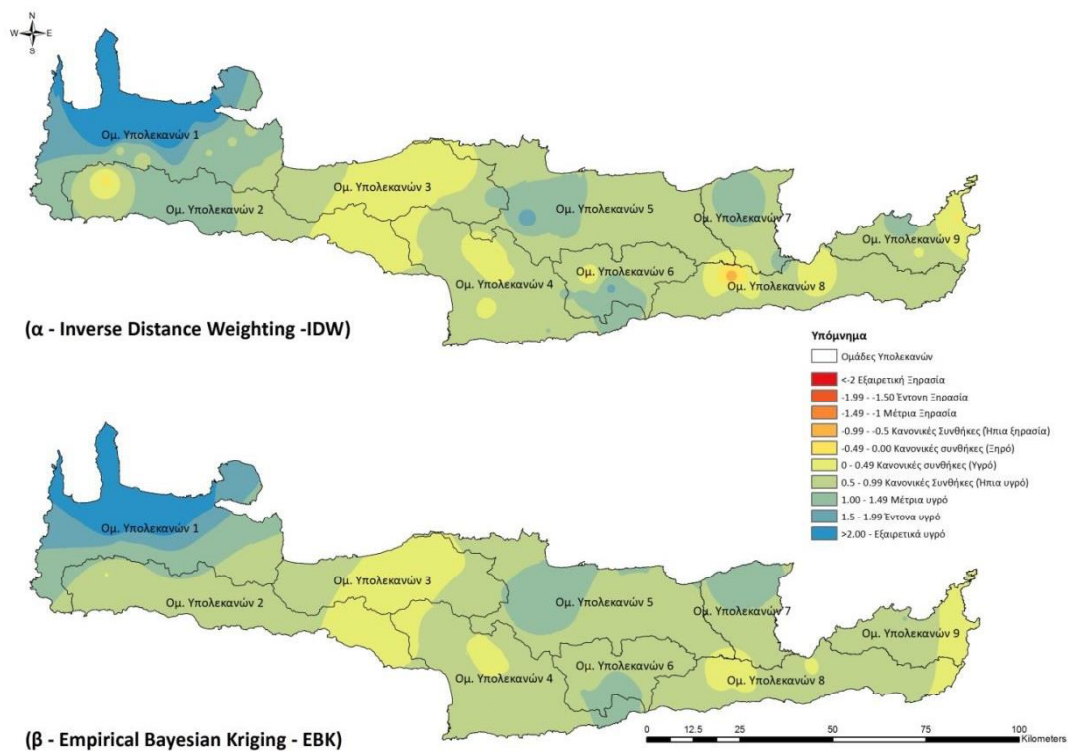
Σημειώνεται ότι οι επιλεγέντες δείκτες στηρίζονται σε ευρέως διαθέσιμα δεδομένα μηνιαίων βροχοπτώσεων σε αντίθεση με άλλους δείκτες (όπως ο RDI) που απαιτούν δεδομένα για τον υπολογισμό και της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (όπως η θερμοκρασία κλπ).



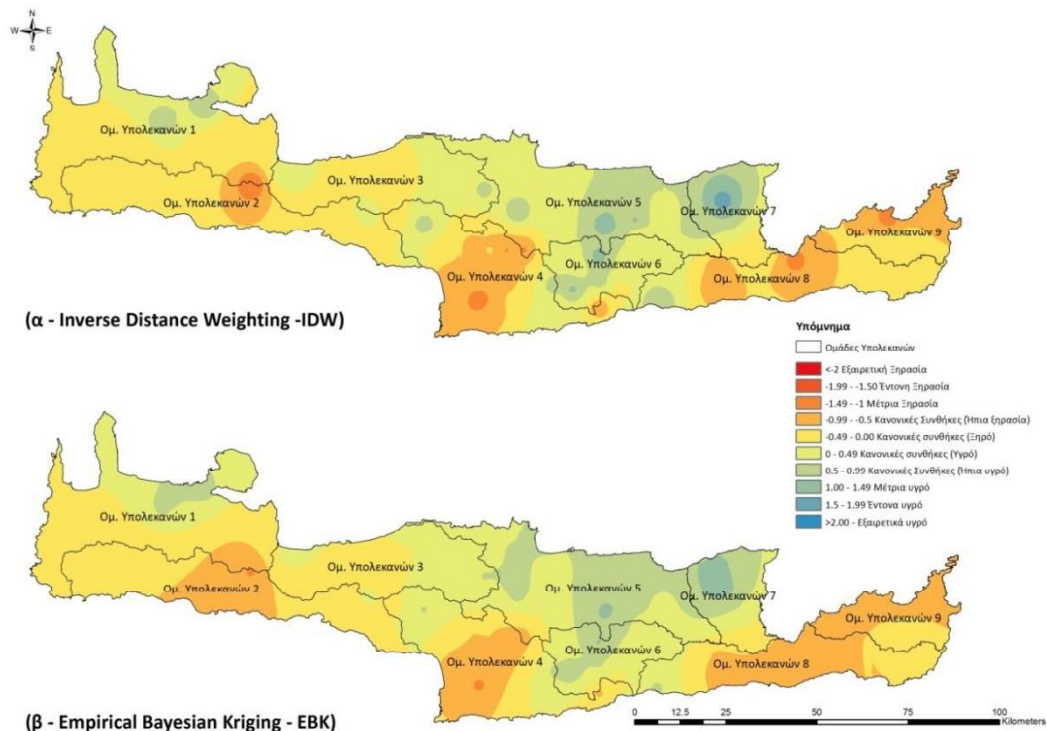
Σχήμα 2.19 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Empirical Bayesian Kriging για το υδρολογικό έτος 1973-1974



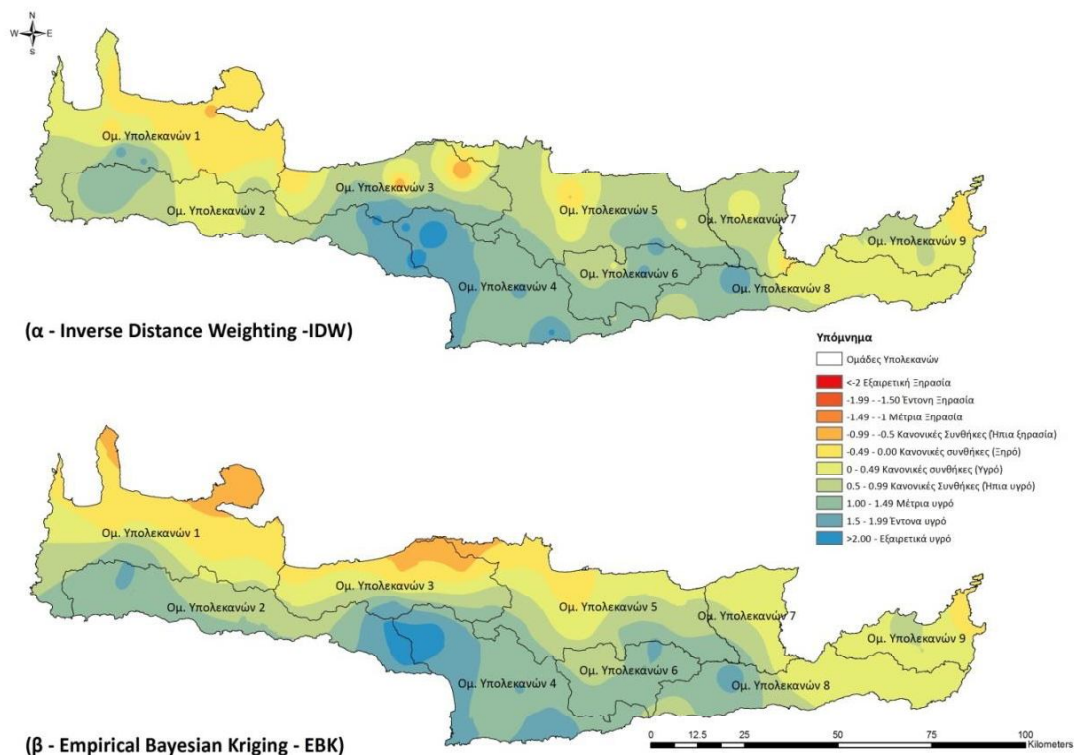
Σχήμα 2.20 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1974-1975



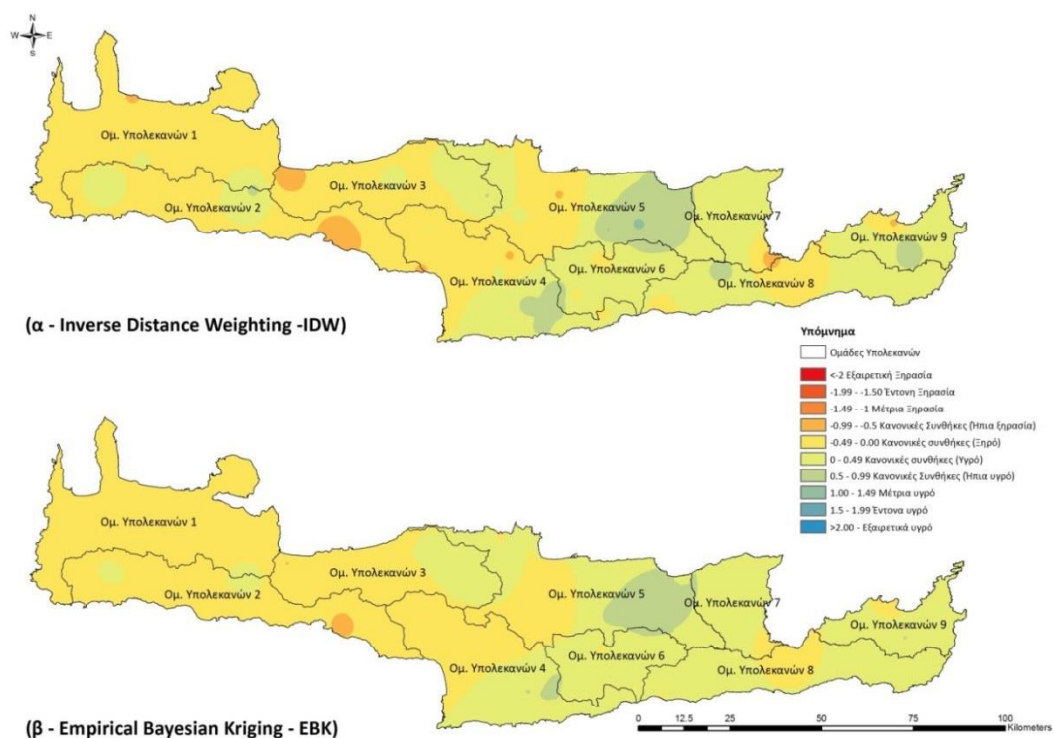
Σχήμα 2.21 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1975-1976



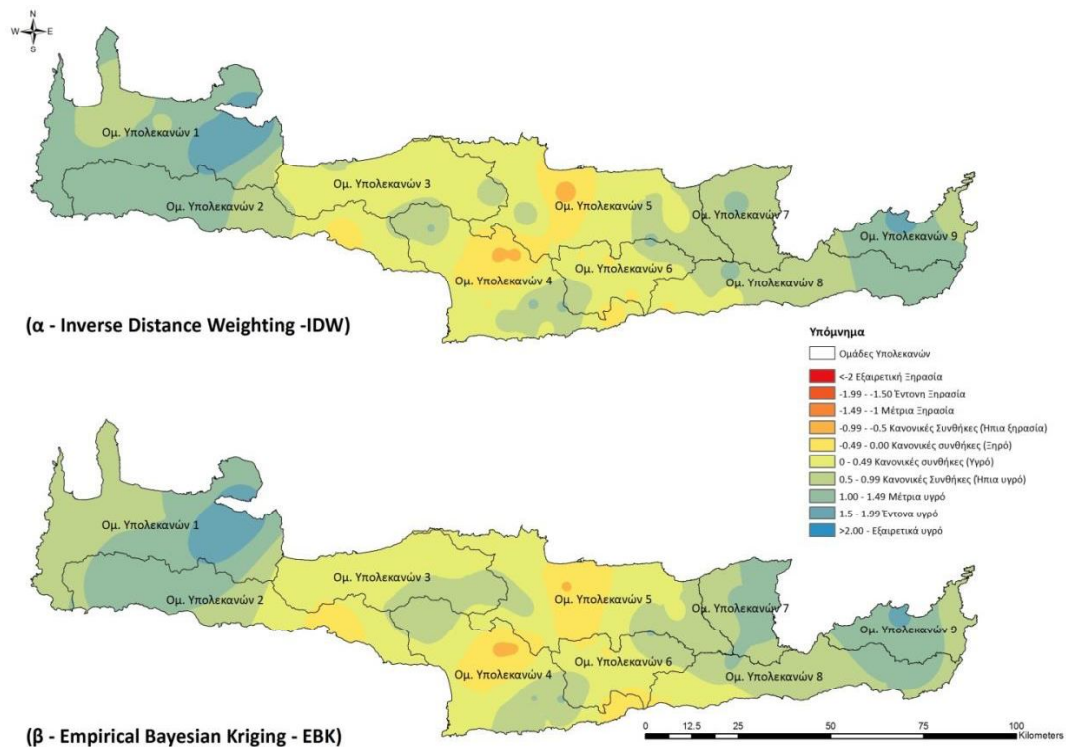
Σχήμα 2.22 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1976-1977



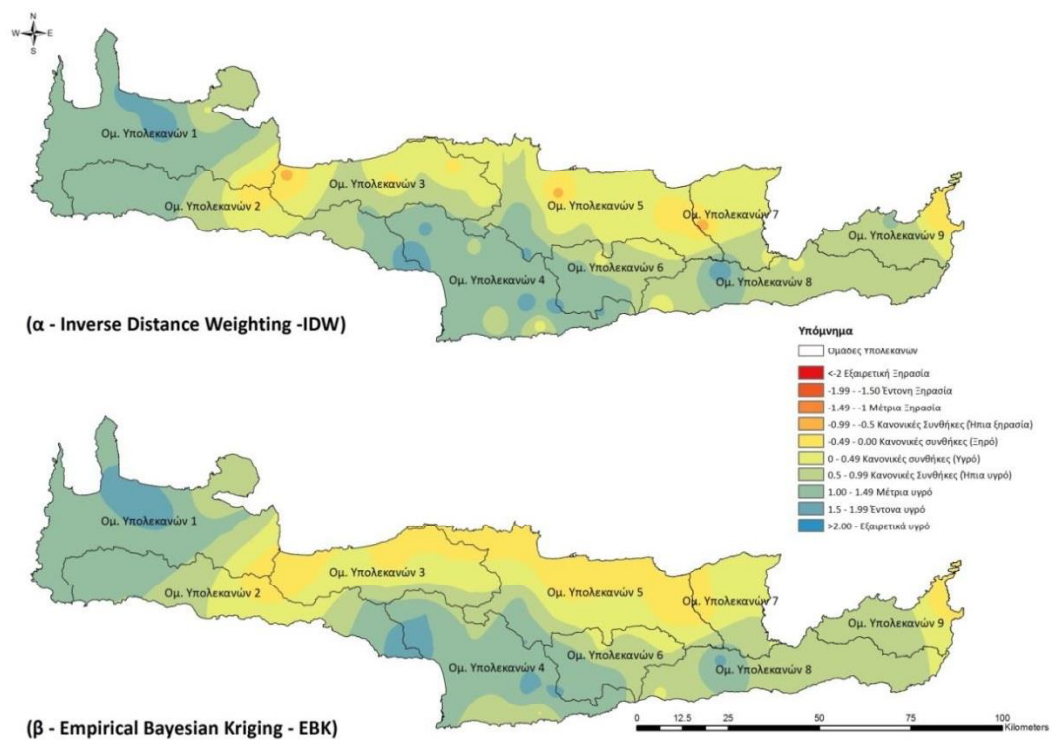
Σχήμα 2.23 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1977-1978



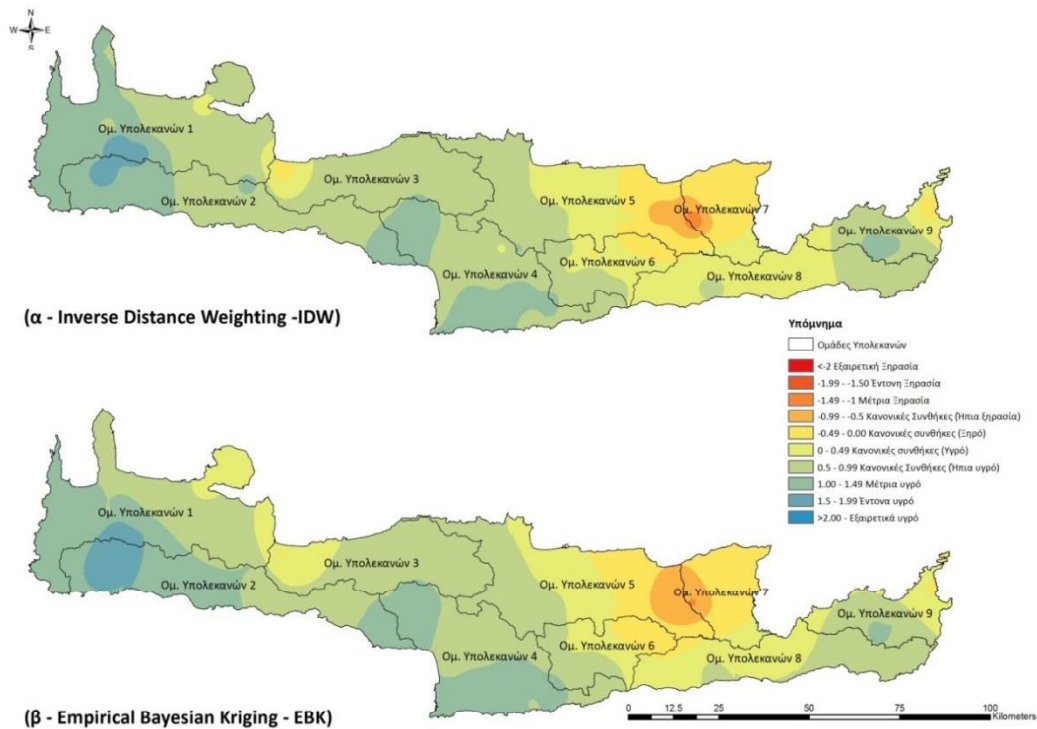
Σχήμα 2.24 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1978-1979



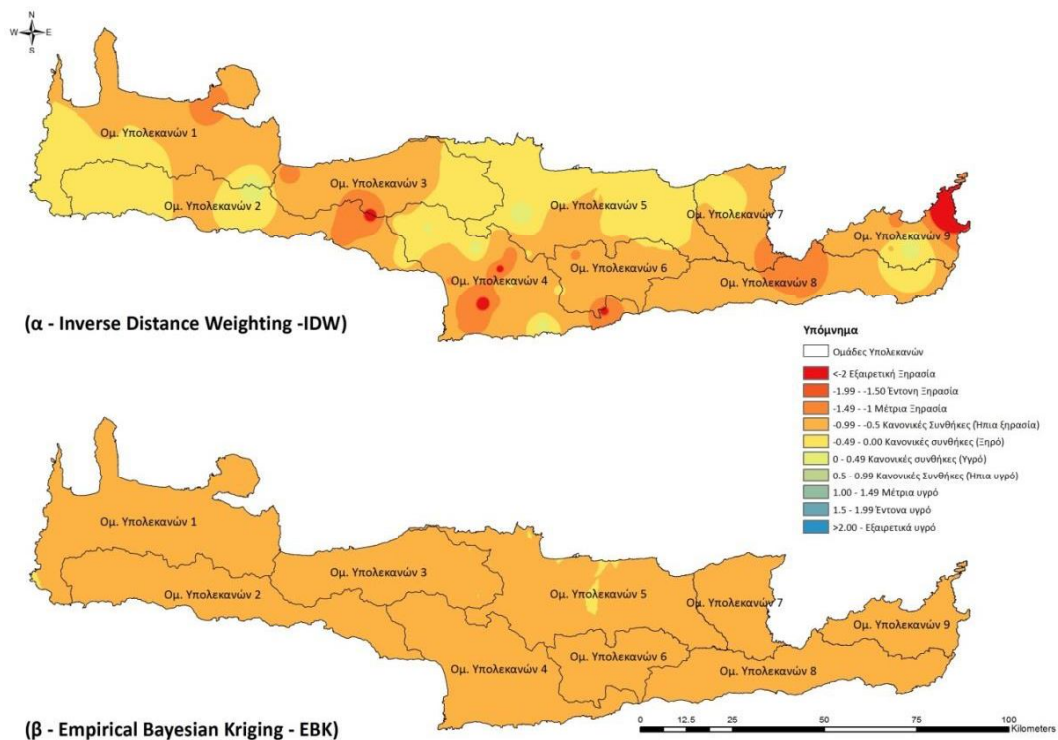
Σχήμα 2.25 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1979-1980



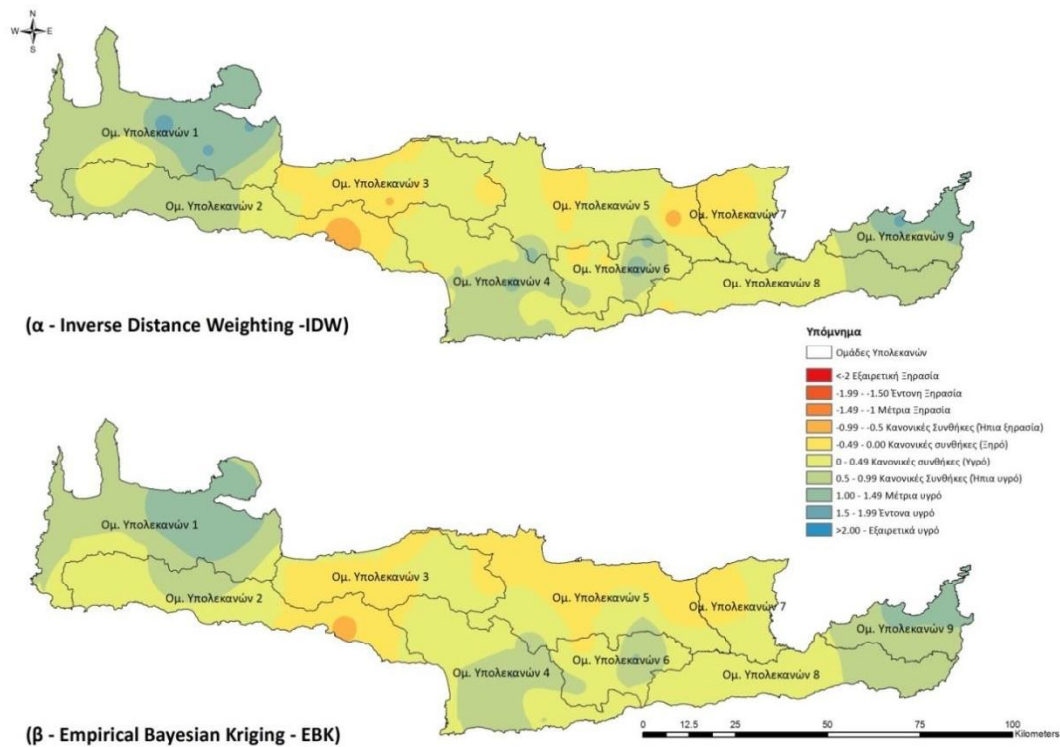
Σχήμα 2.26 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1980-1981



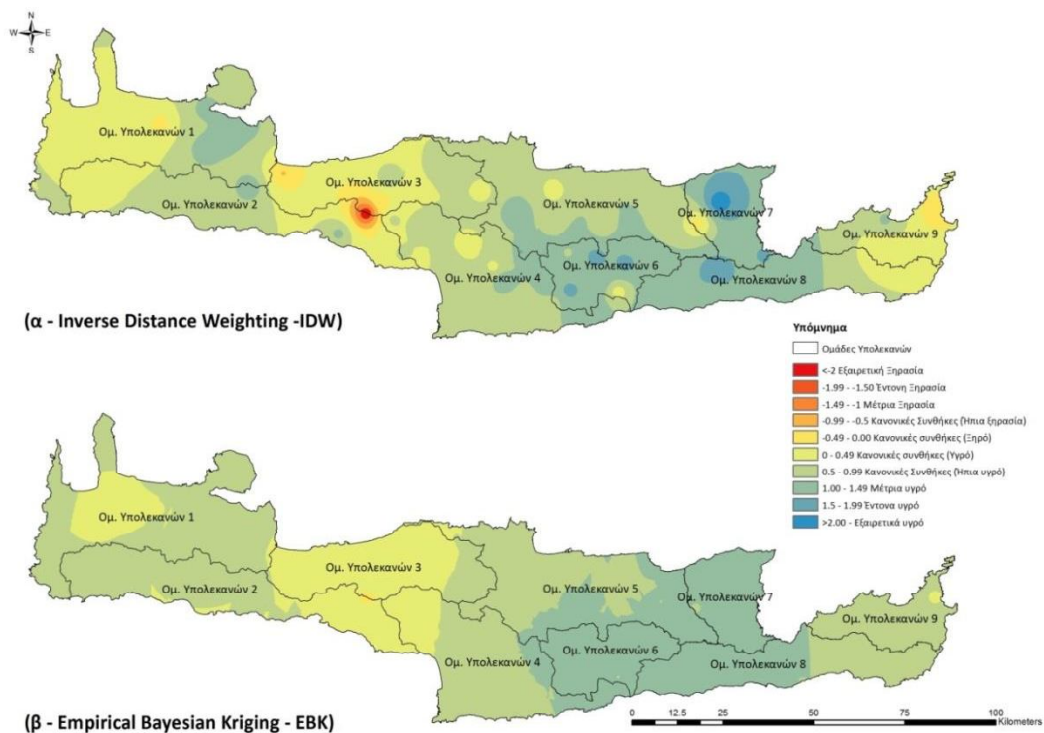
Σχήμα 2.27 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1981-1982



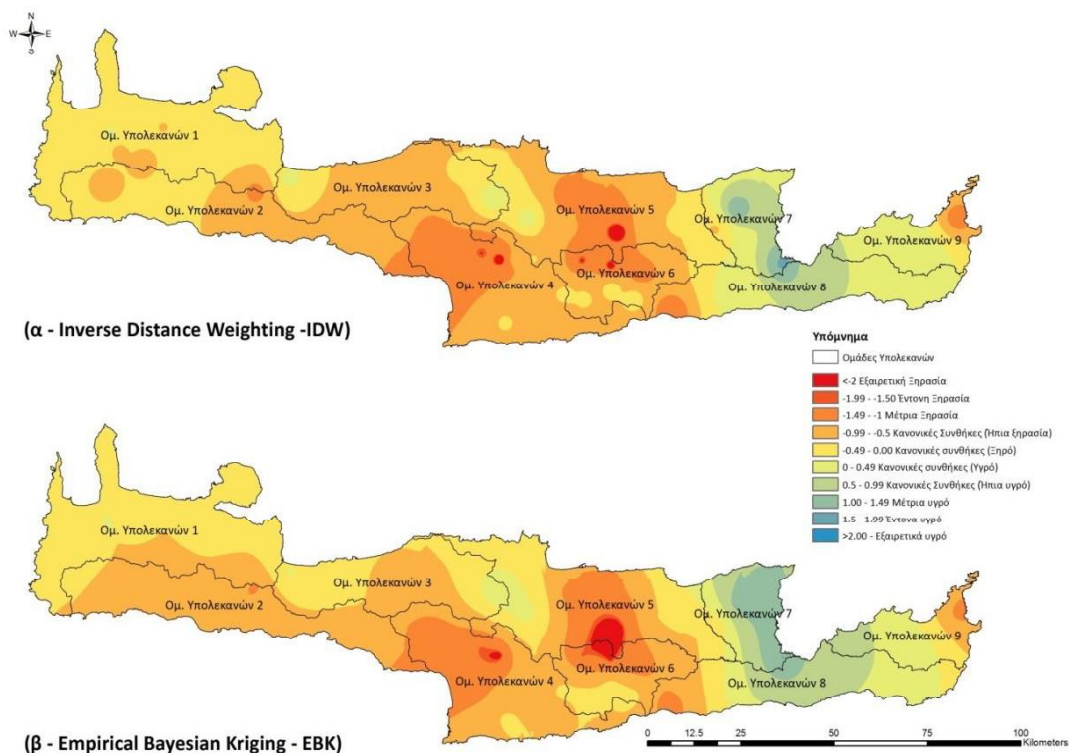
Σχήμα 2.28 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1982-1983



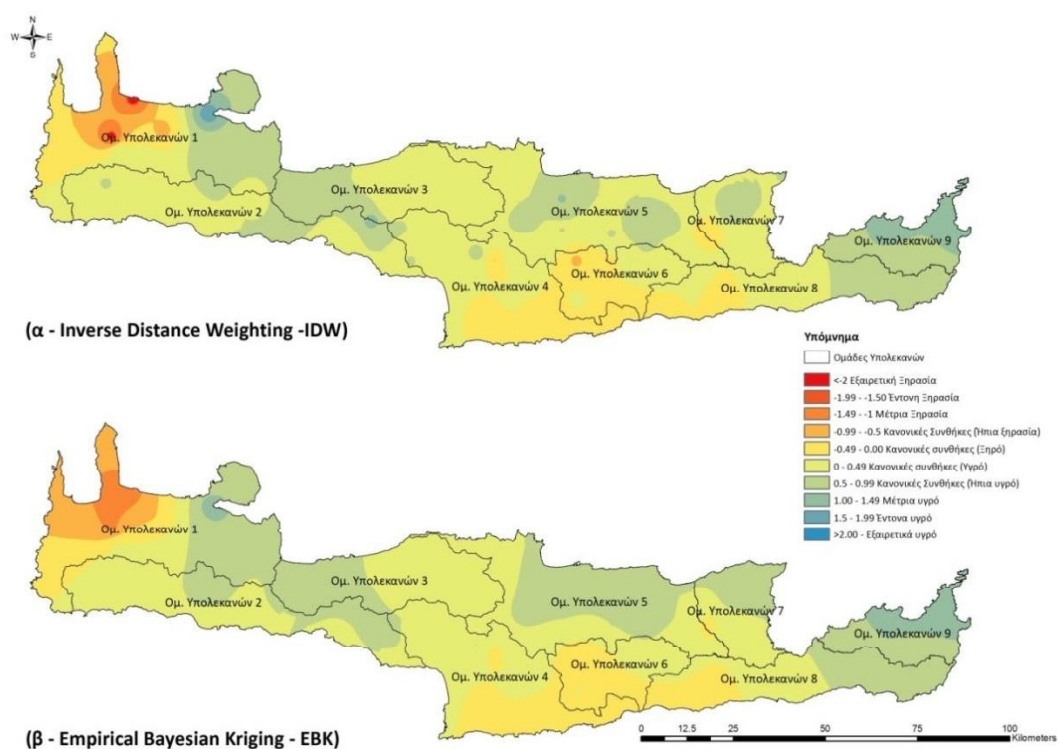
Σχήμα 2.29 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1983-1984



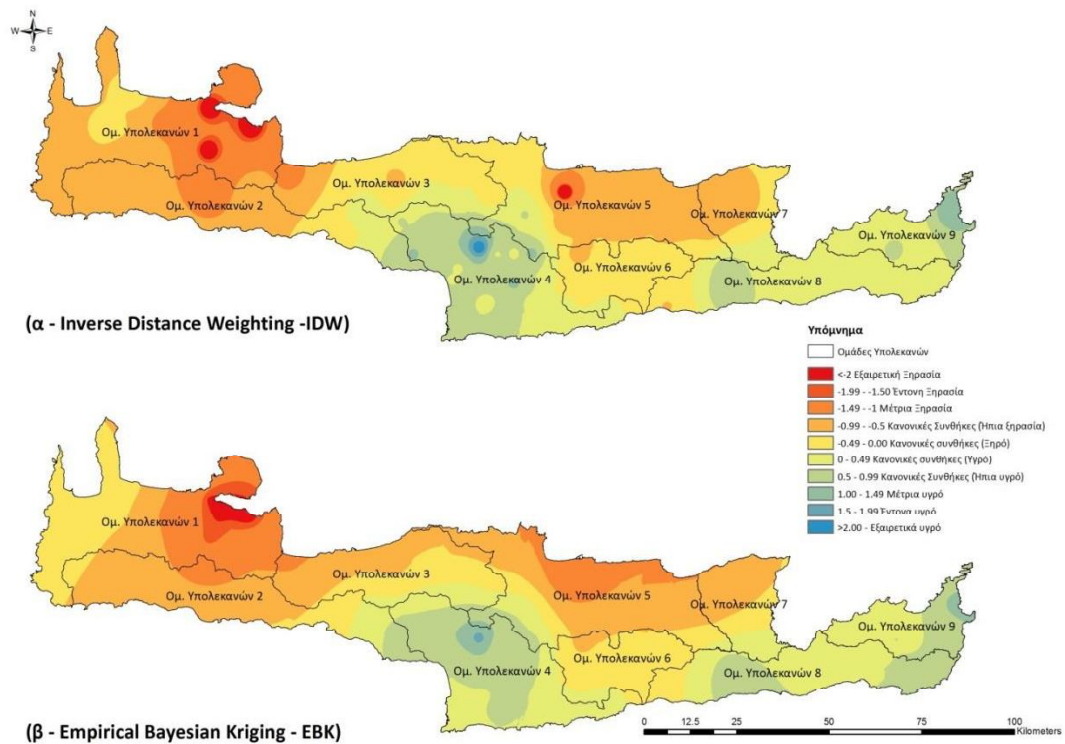
Σχήμα 2.30 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1984-1985



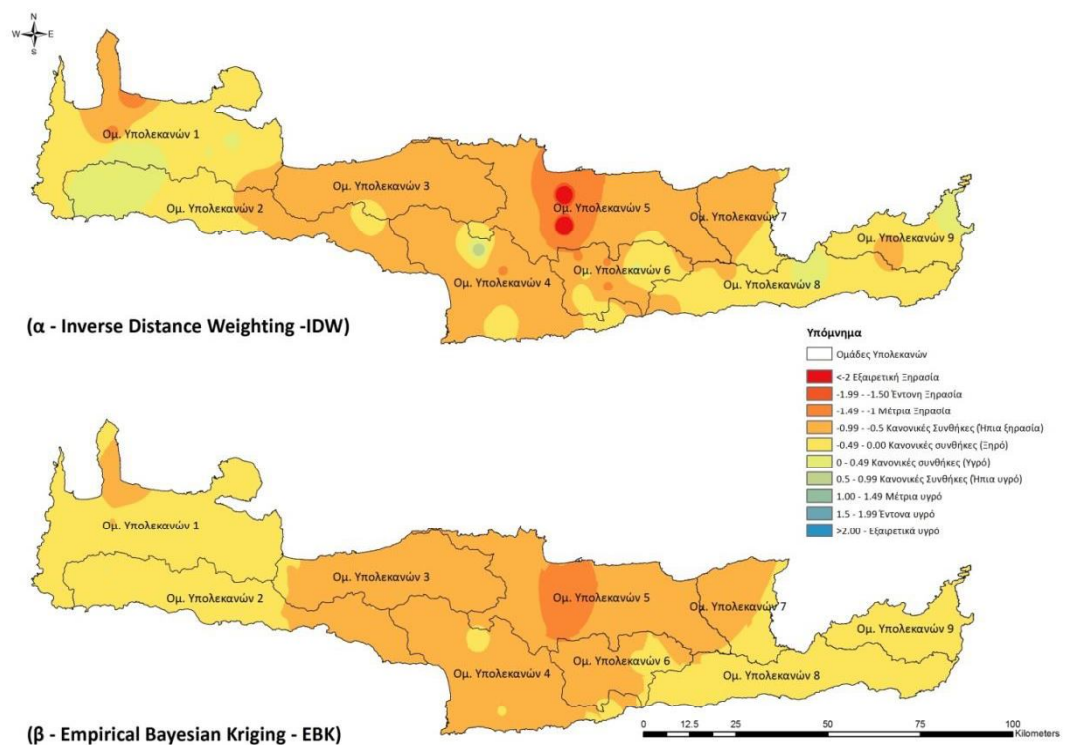
Σχήμα 2.31 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1985-1986



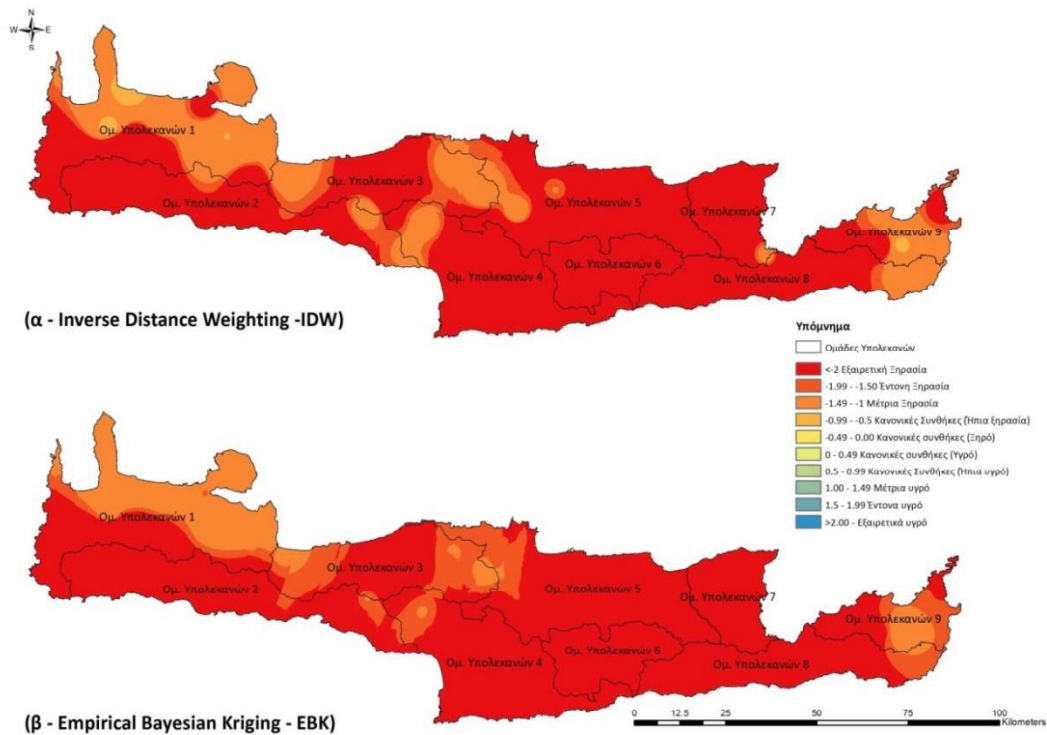
Σχήμα 2.32 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1986-1987



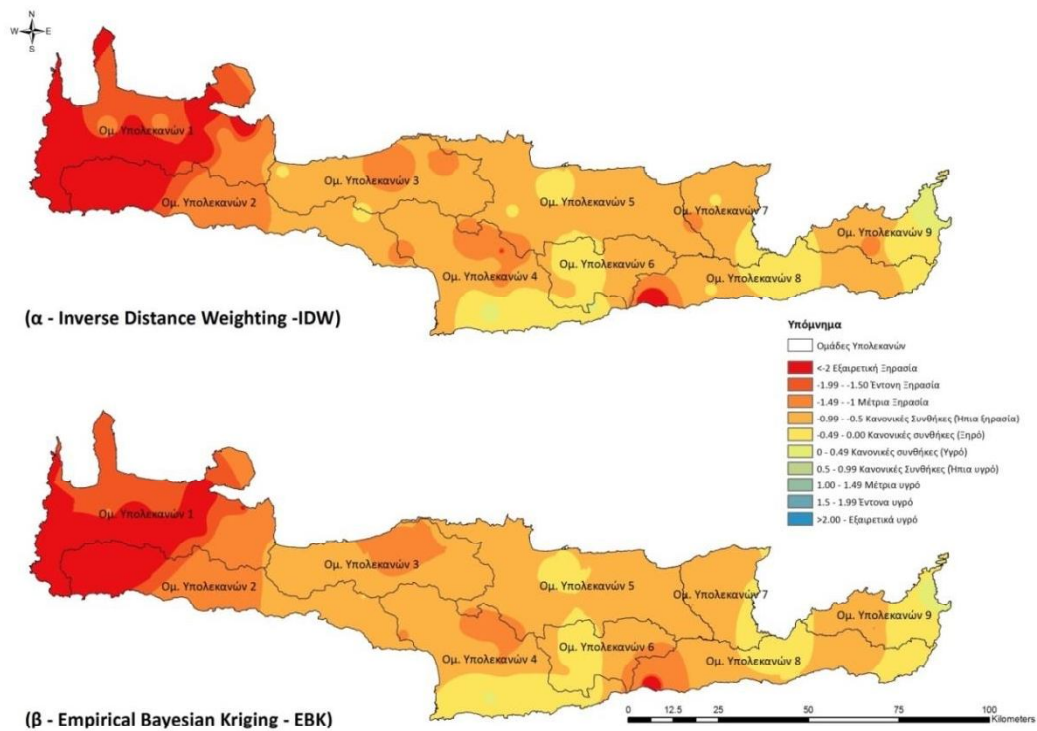
Σχήμα 2.33 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1987-1988



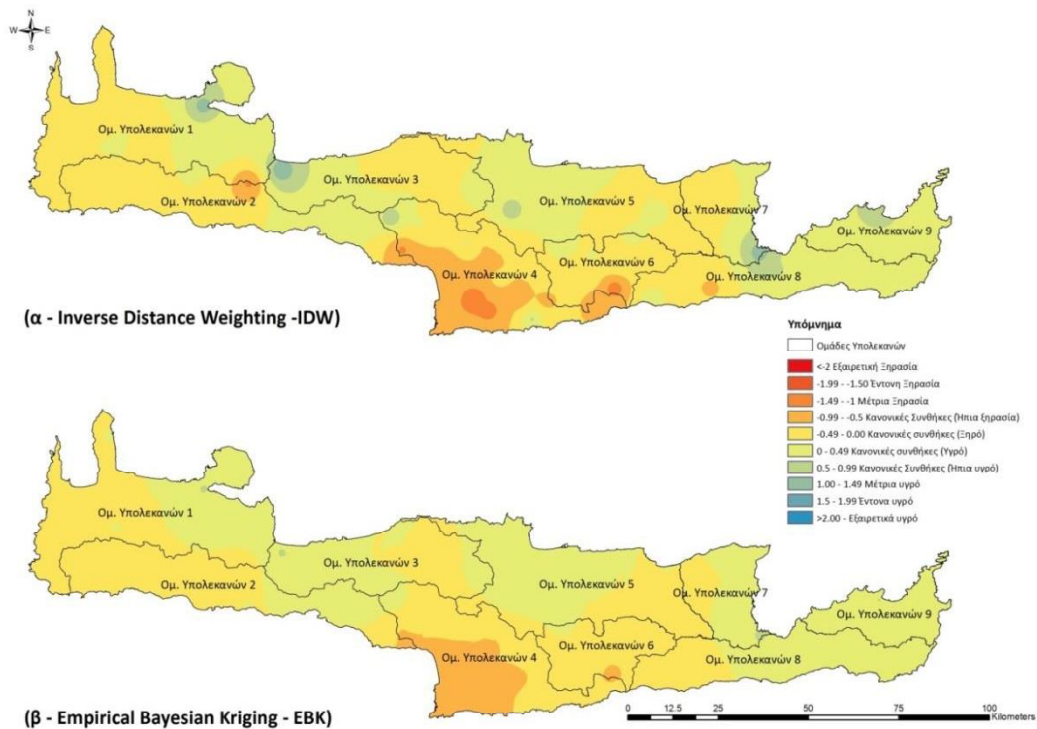
Σχήμα 2.34 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1988-1989



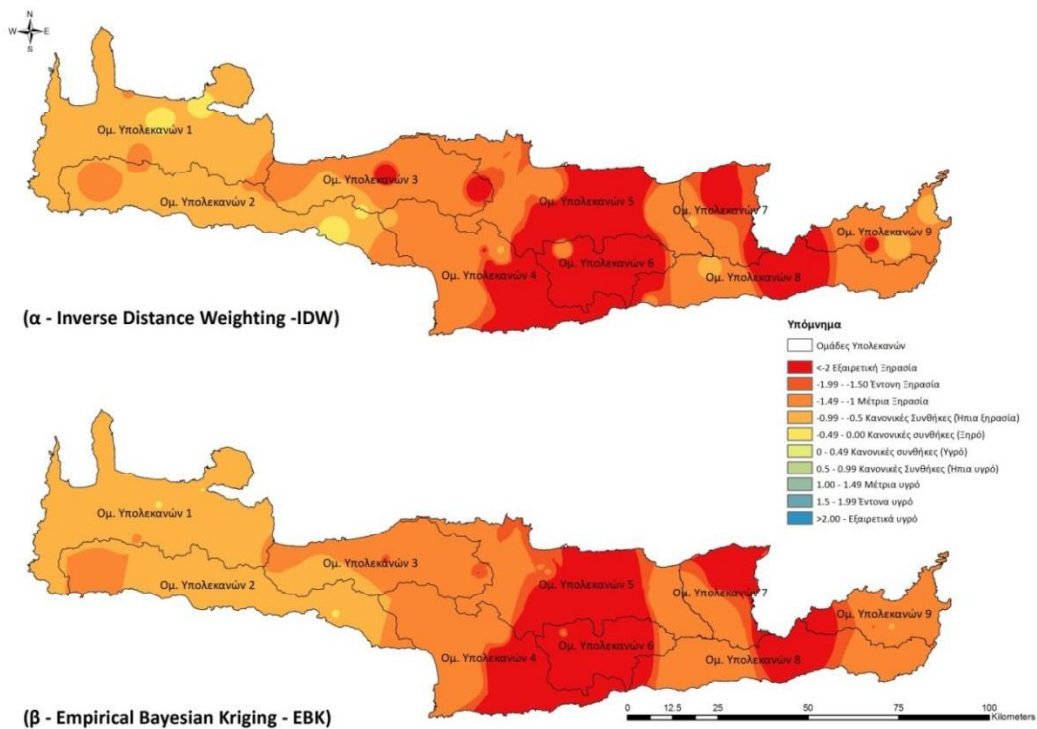
Σχήμα 2.35 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1989-1990



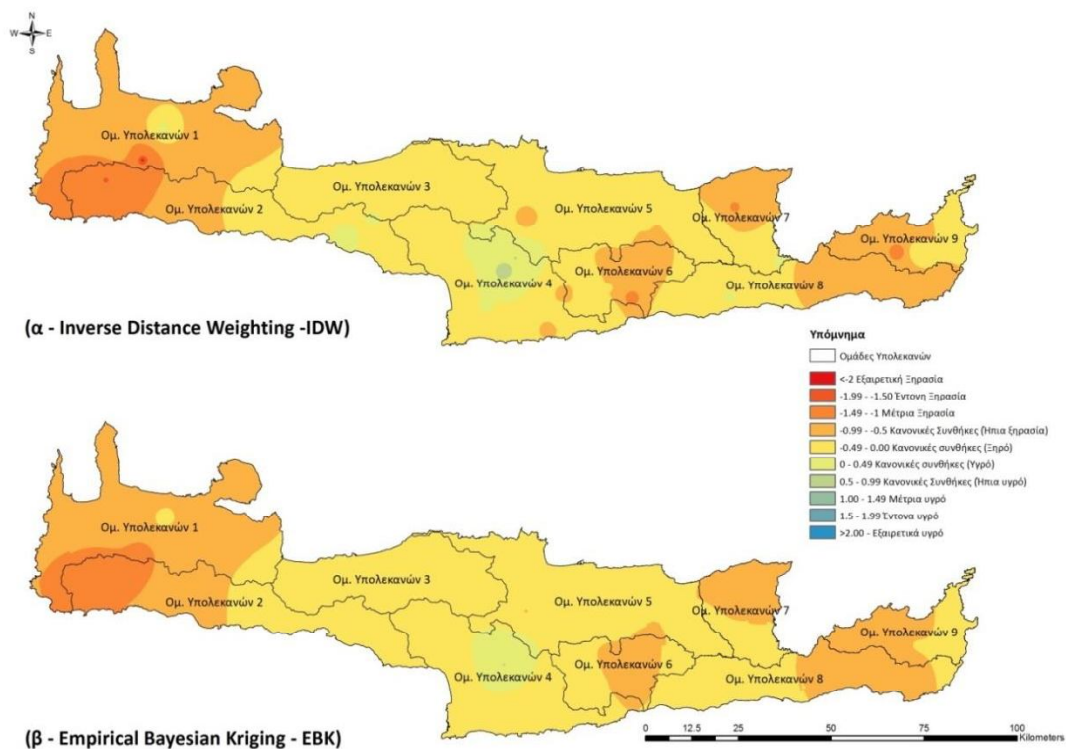
Σχήμα 2.36 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1990-1991



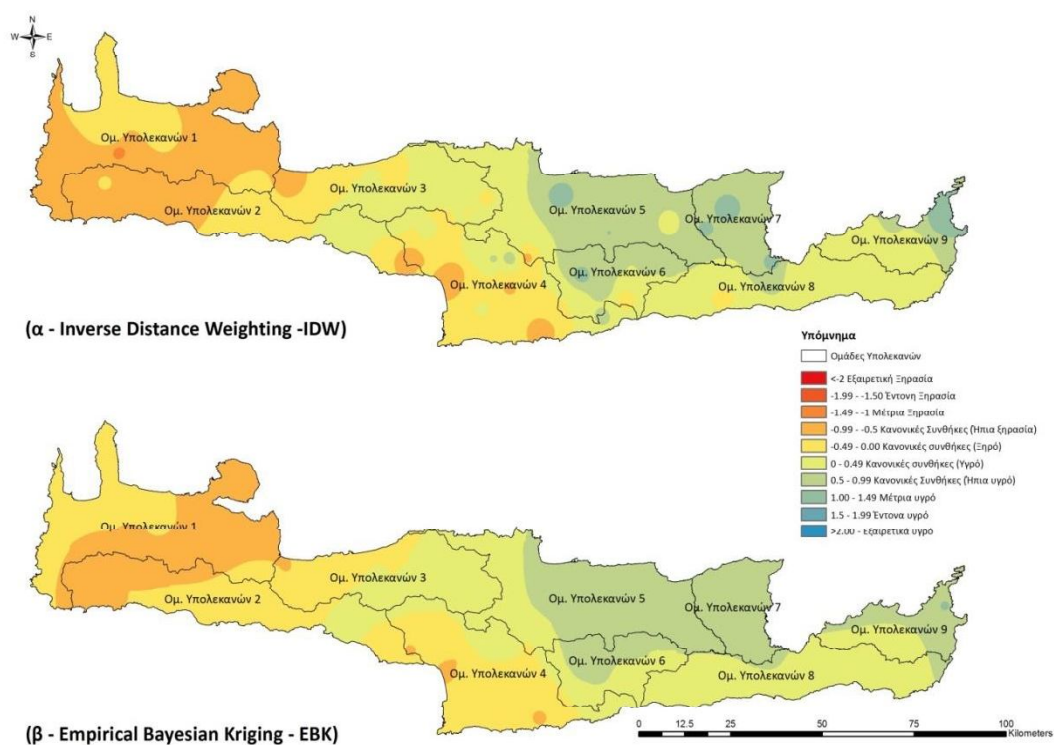
Σχήμα 2.37 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1991-1992



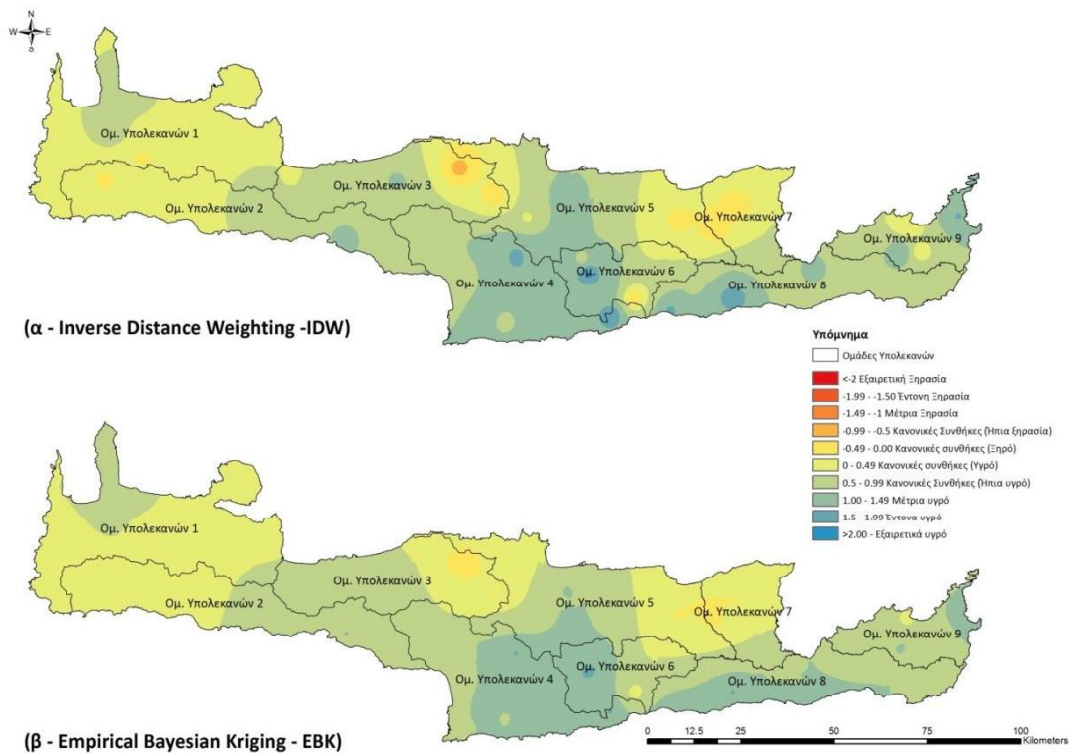
Σχήμα 2.38 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1992-1993



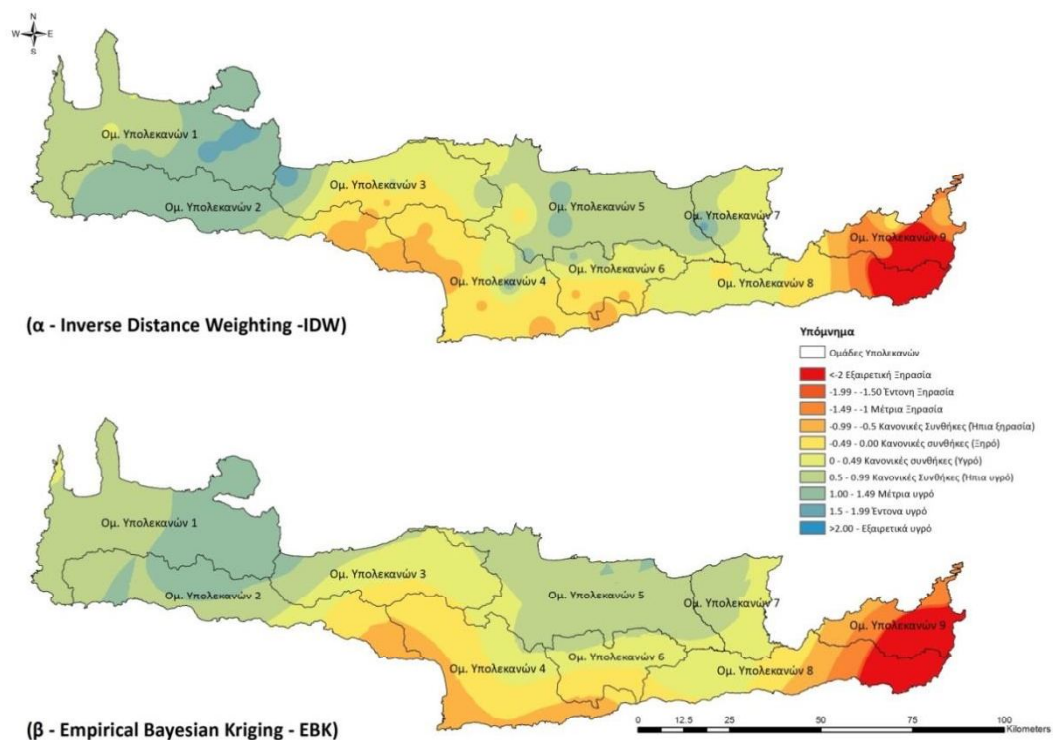
Σχήμα 2.39 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1993-1994



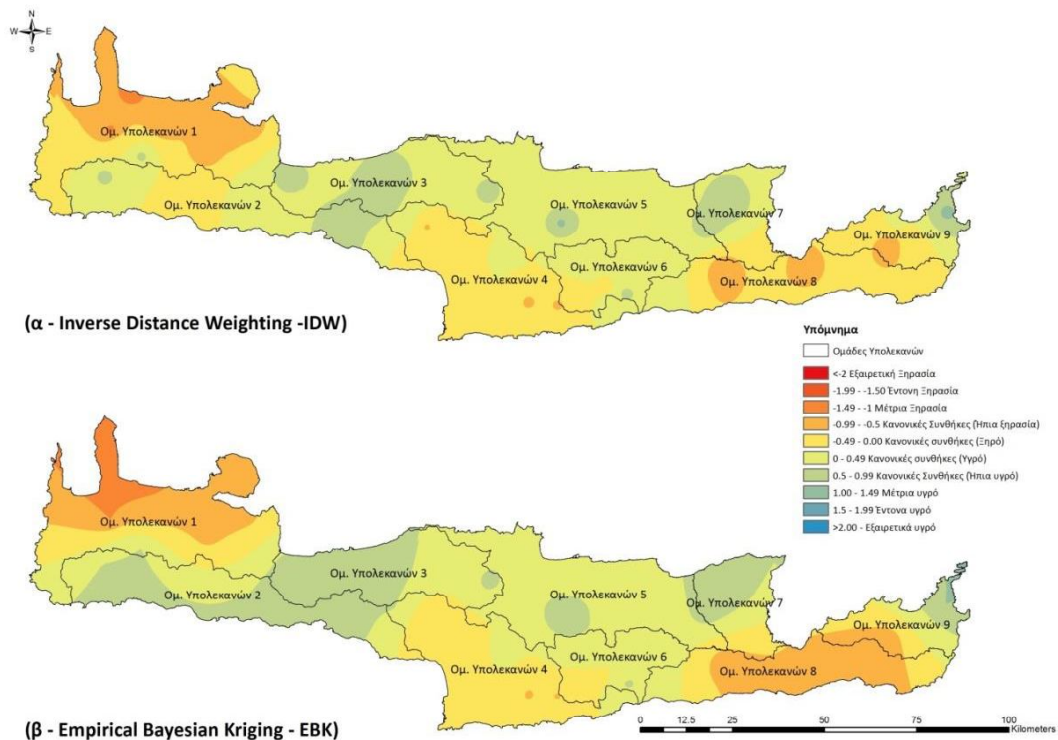
Σχήμα 2.40 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI(12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1994-1995



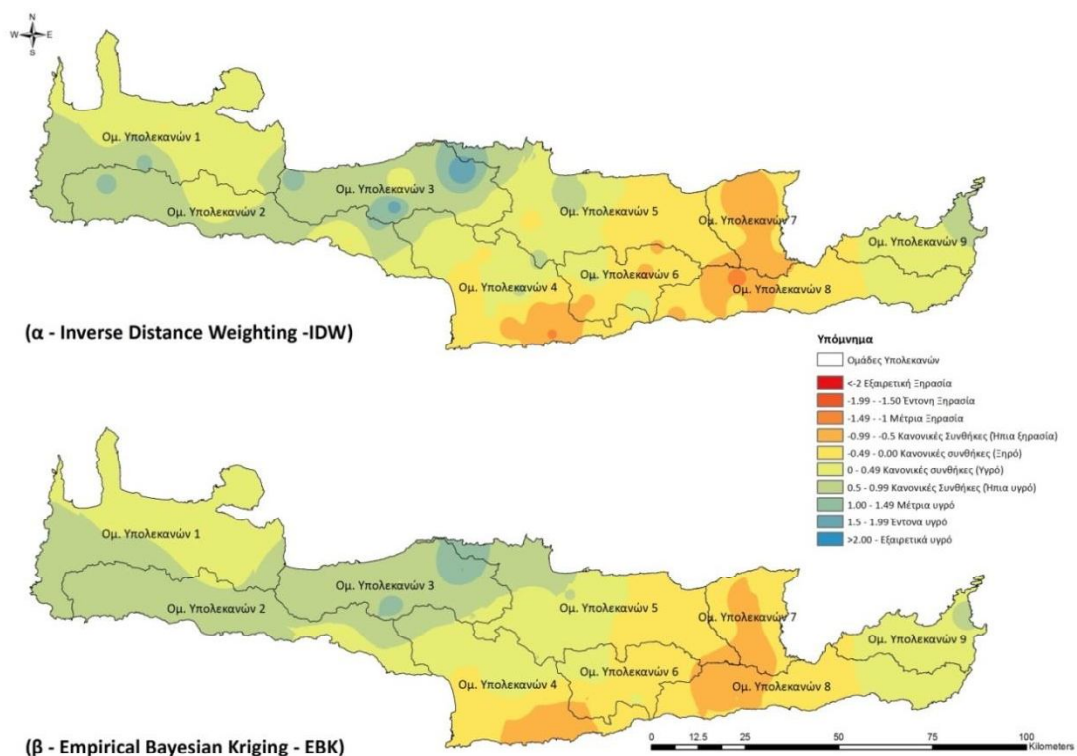
Σχήμα 2.41 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1995-1996



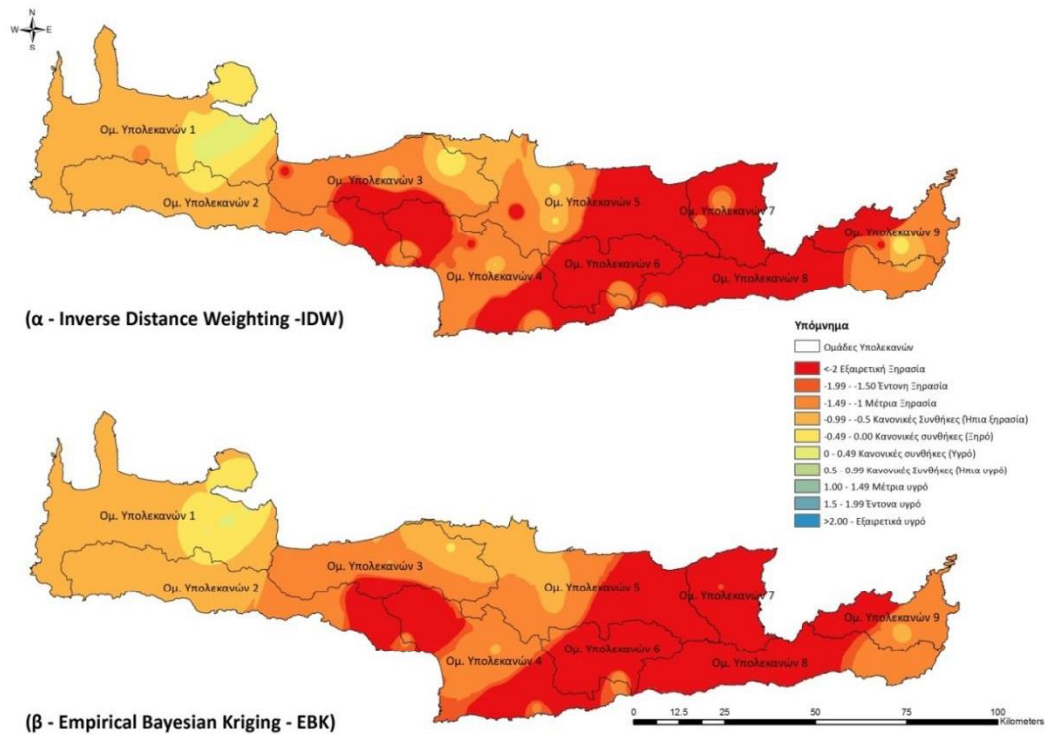
Σχήμα 2.42 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1996-1997



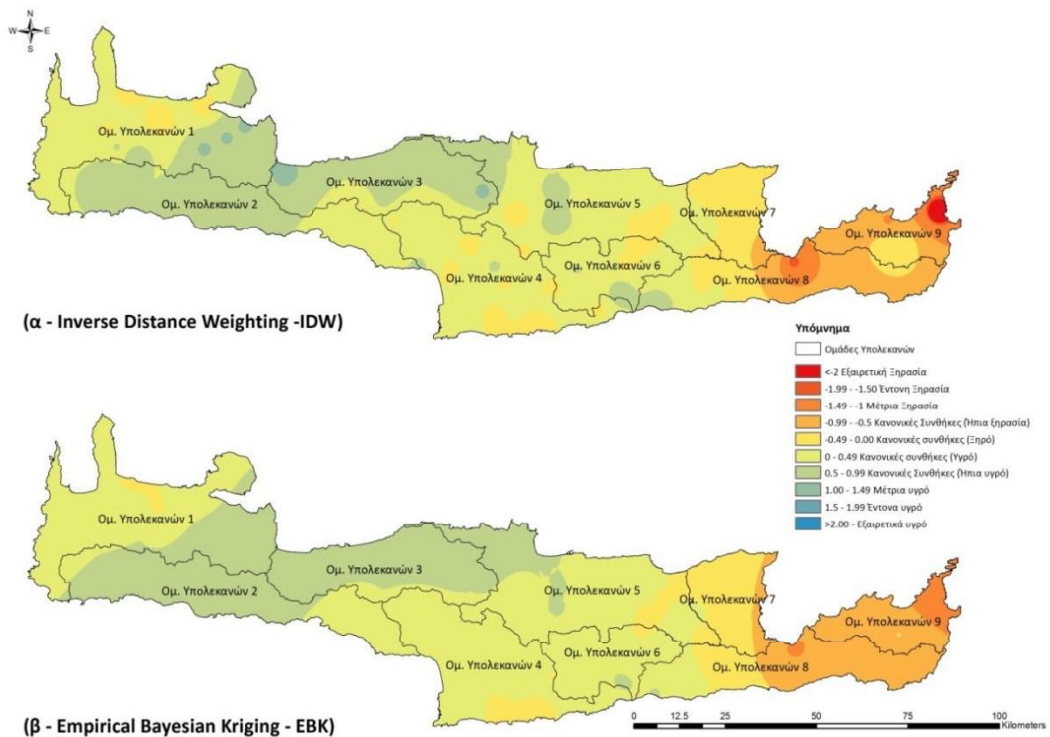
Σχήμα 2.43 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1997-1998



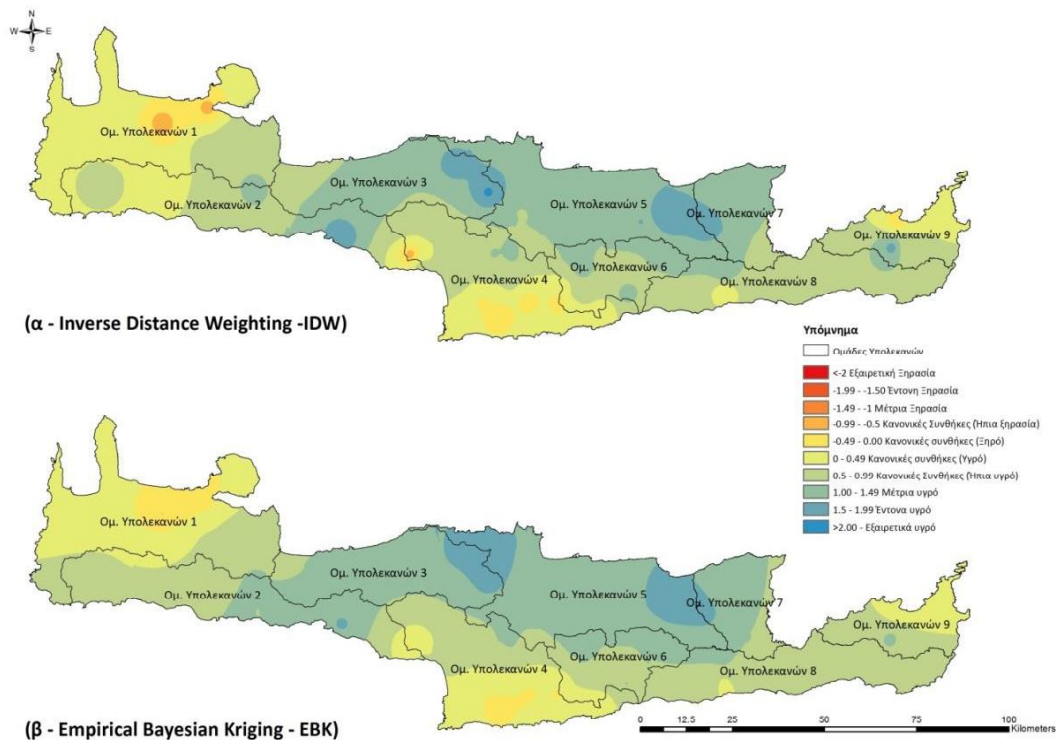
Σχήμα 2.44 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1998-1999



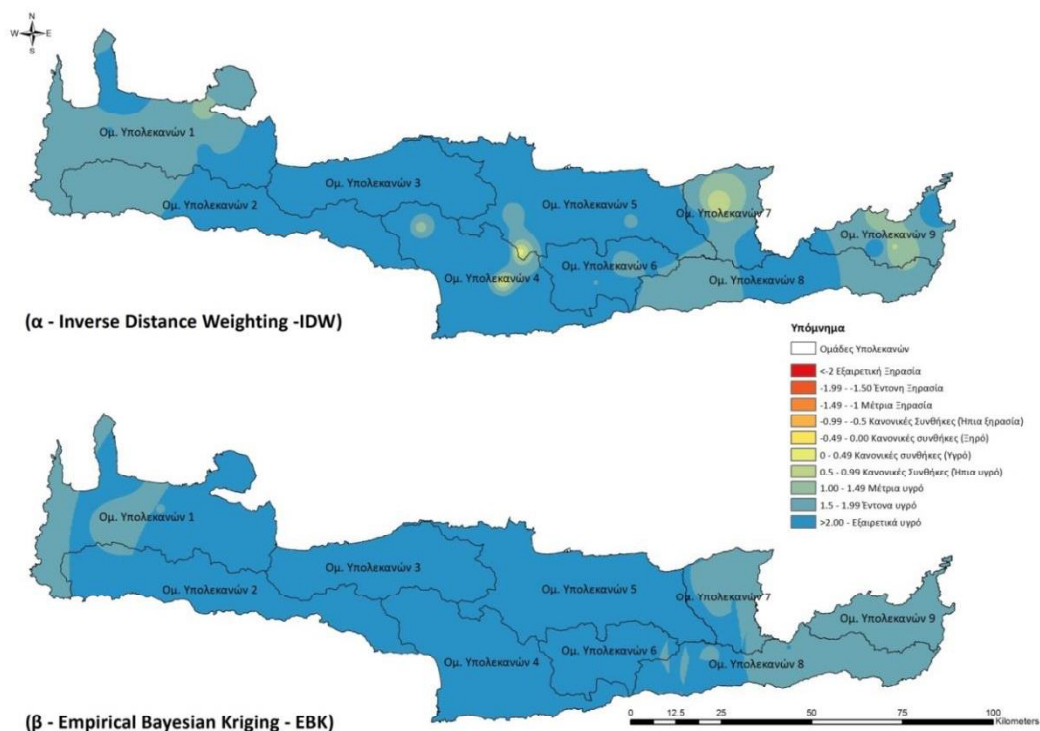
Σχήμα 2.45 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1999-2000



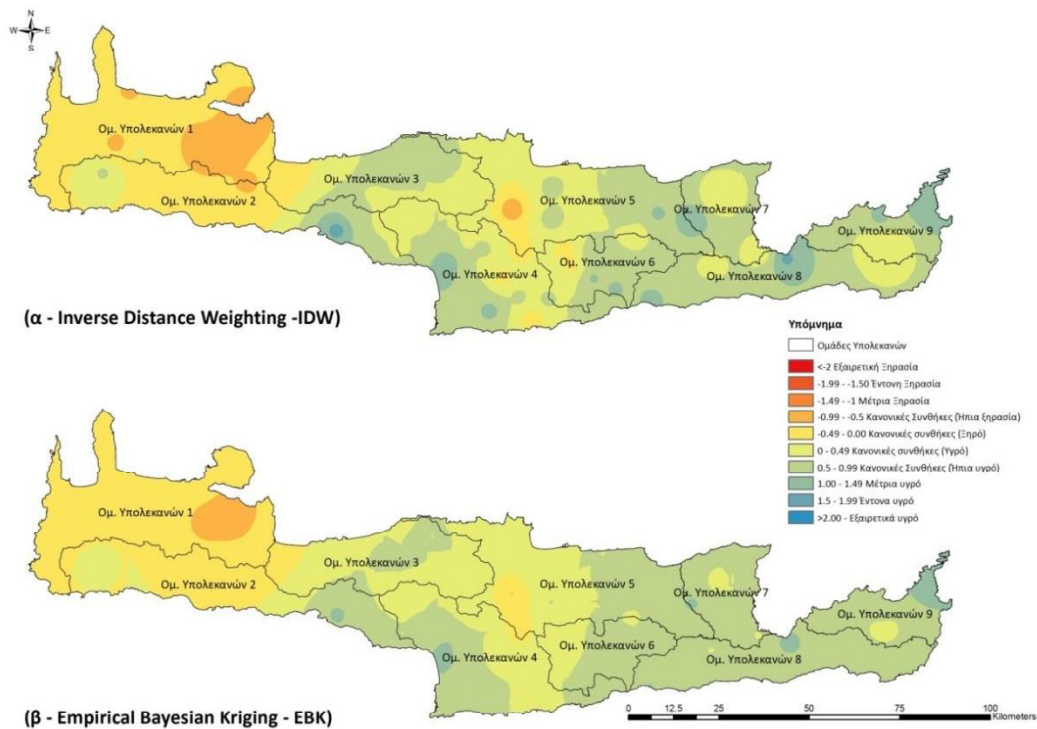
Σχήμα 2.46 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2000-2001



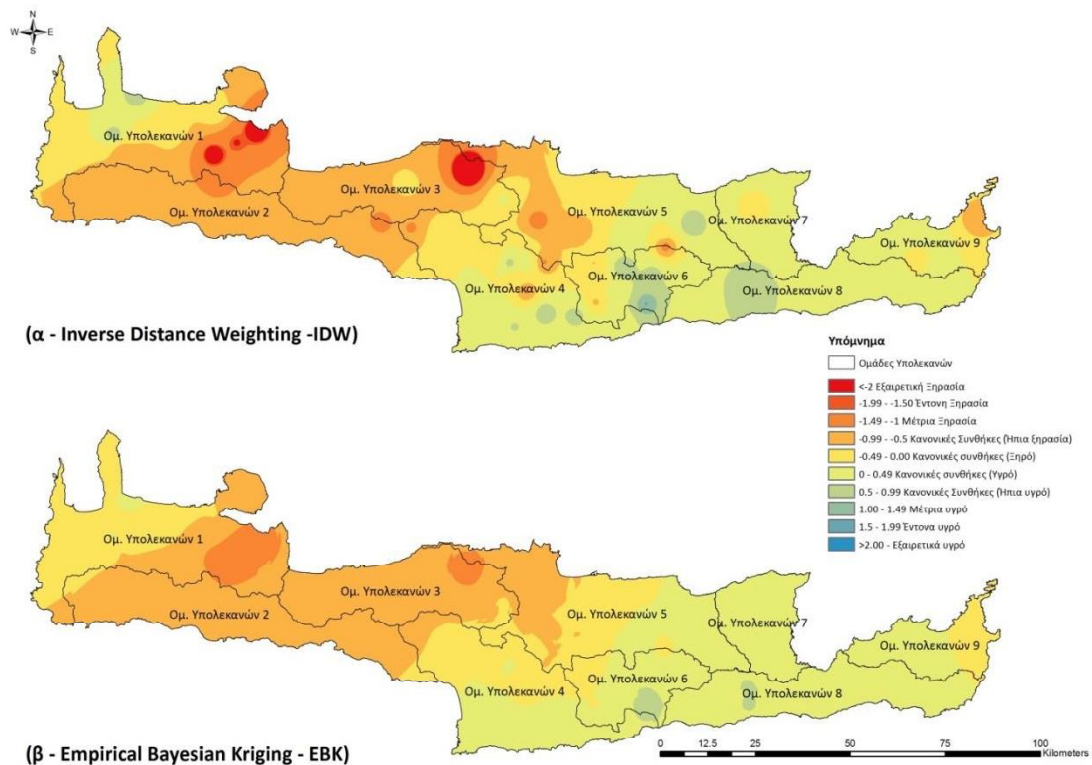
Σχήμα 2.47 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2001-2002



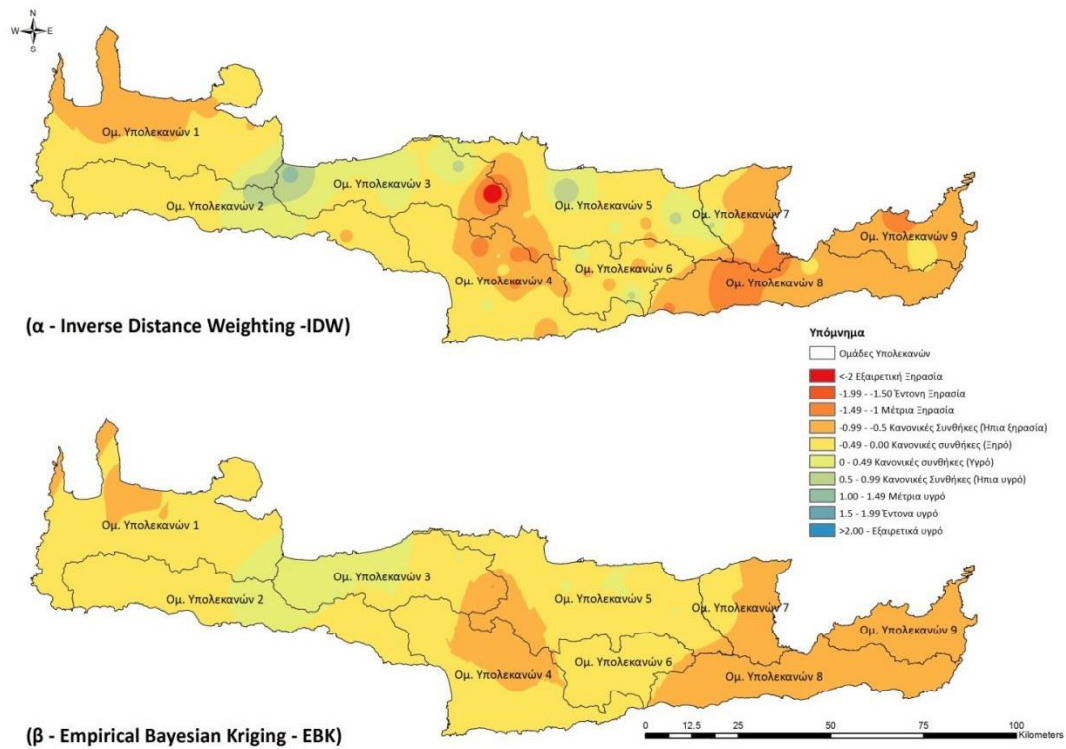
Σχήμα 2.48 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2002-2003



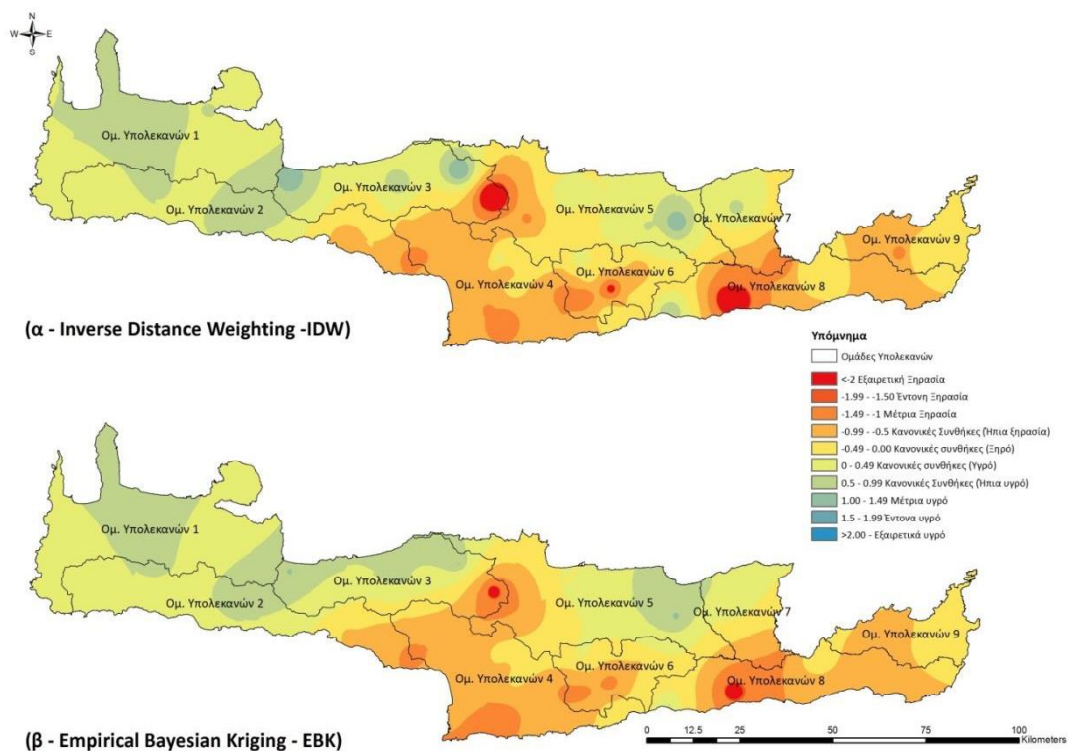
Σχήμα 2.49 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2003-2004



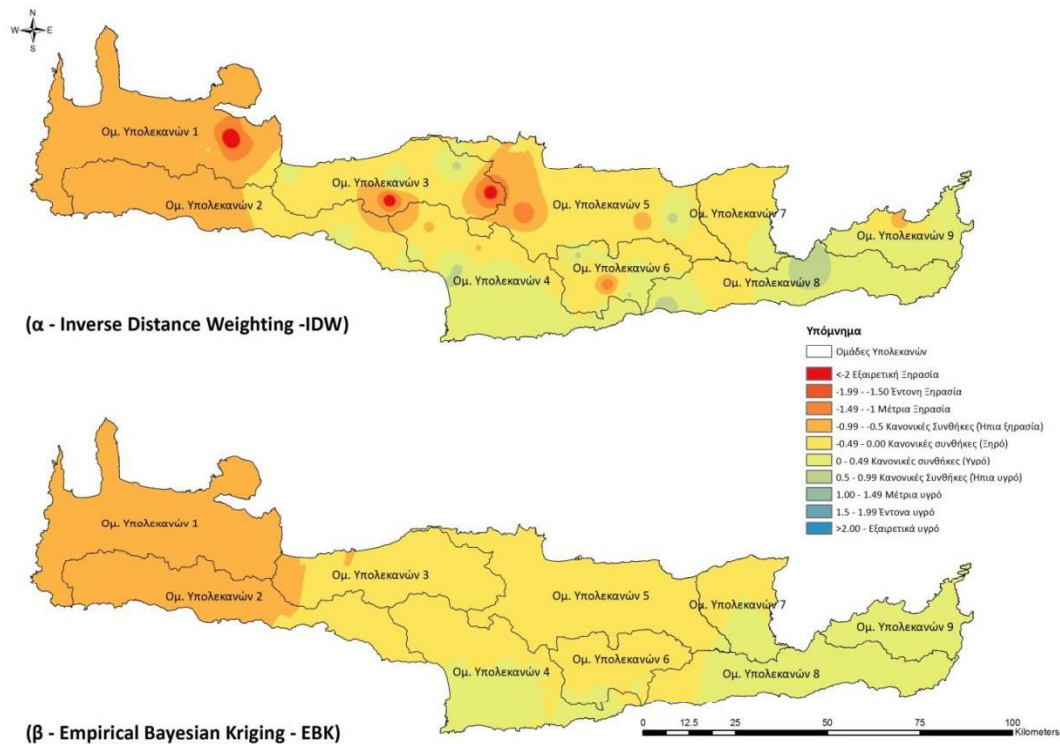
Σχήμα 2.50 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2004-2005



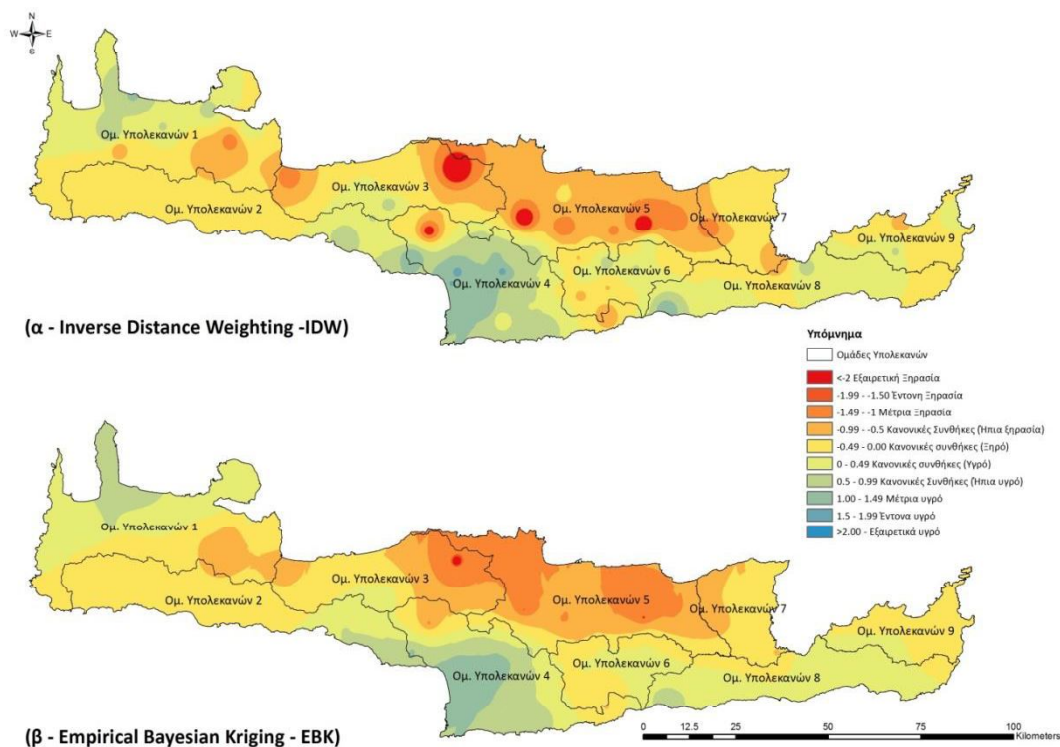
Σχήμα 2.51 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2005-2006



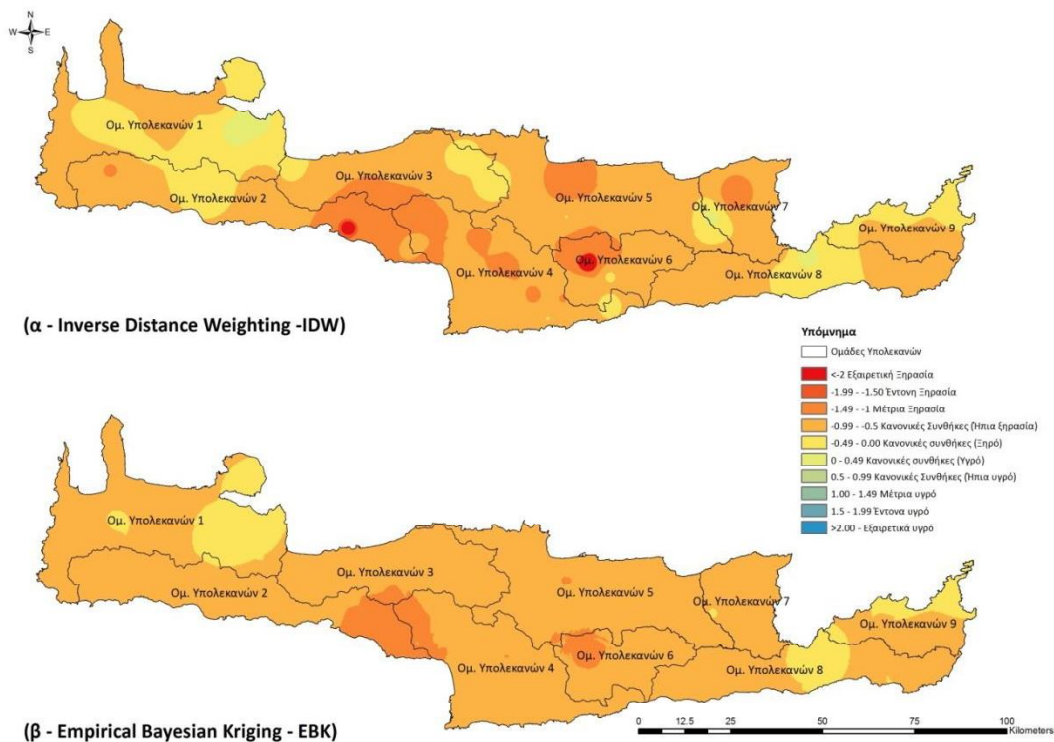
Σχήμα 2.52 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2006-2007



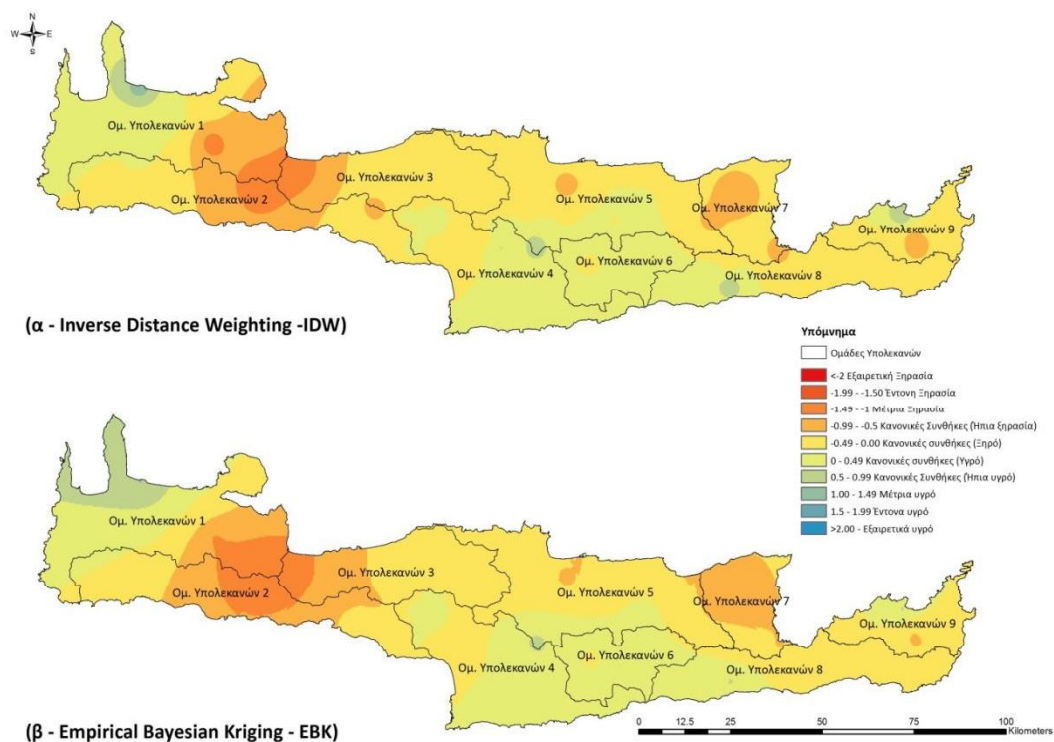
Σχήμα 2.53 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2007-2008



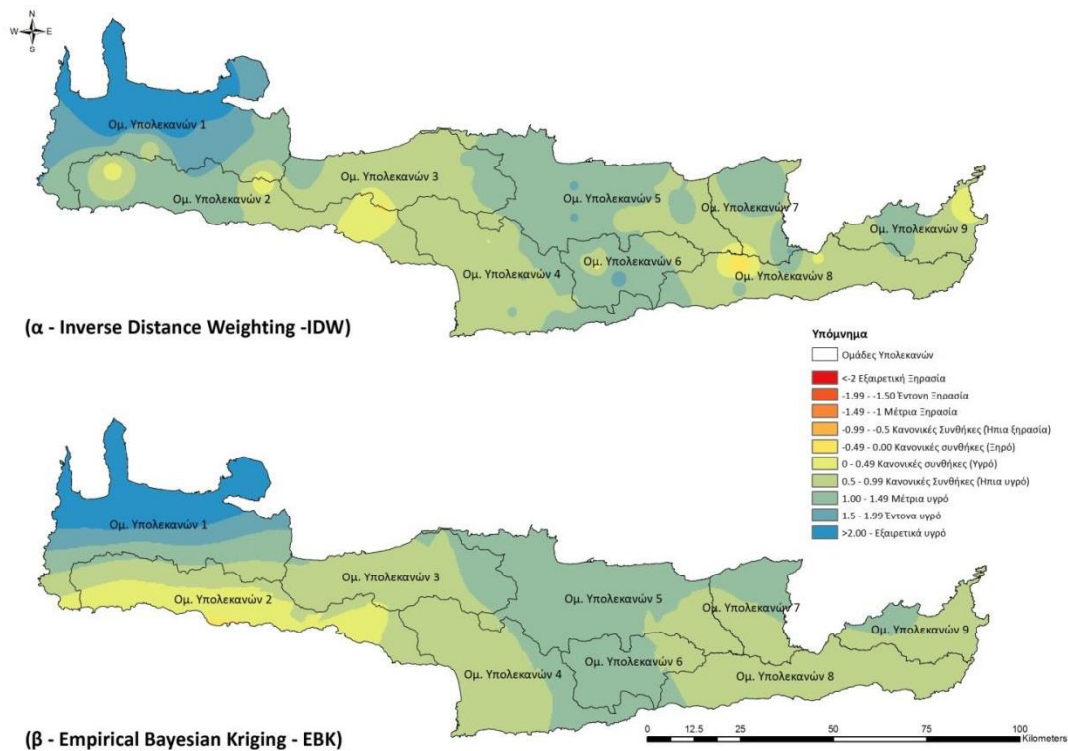
Σχήμα 2.54 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας SPI (12 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2008-2009



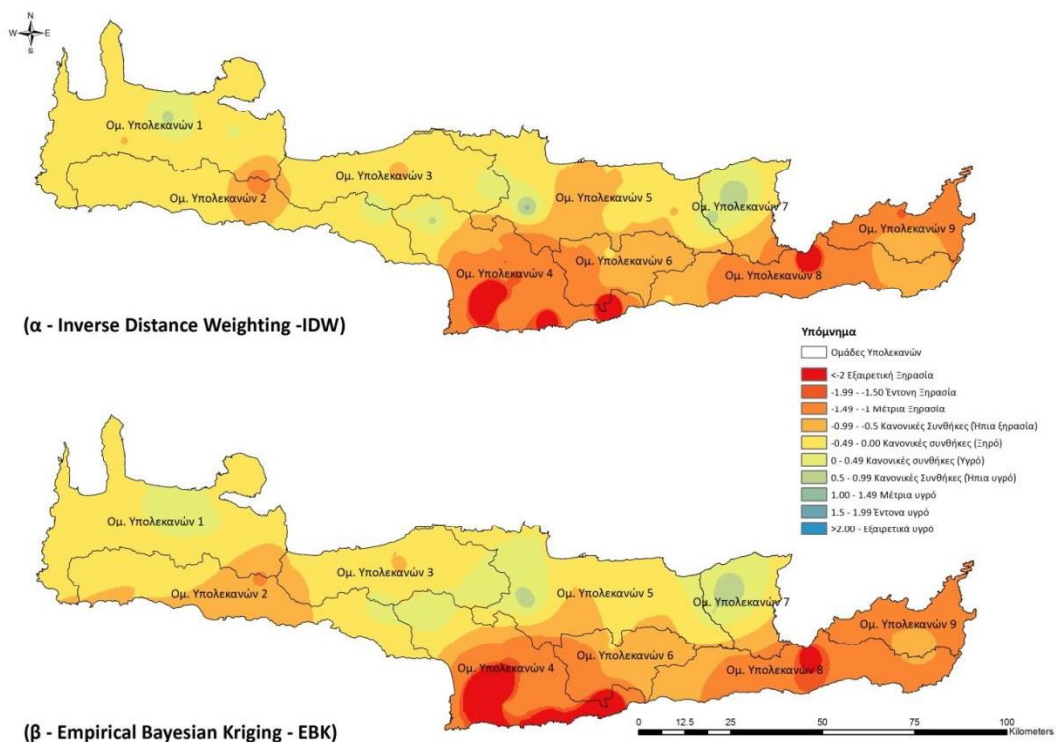
Σχήμα 2.55 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Empirical Bayesian Kriging για το υδρολογικό έτος 1973-1974



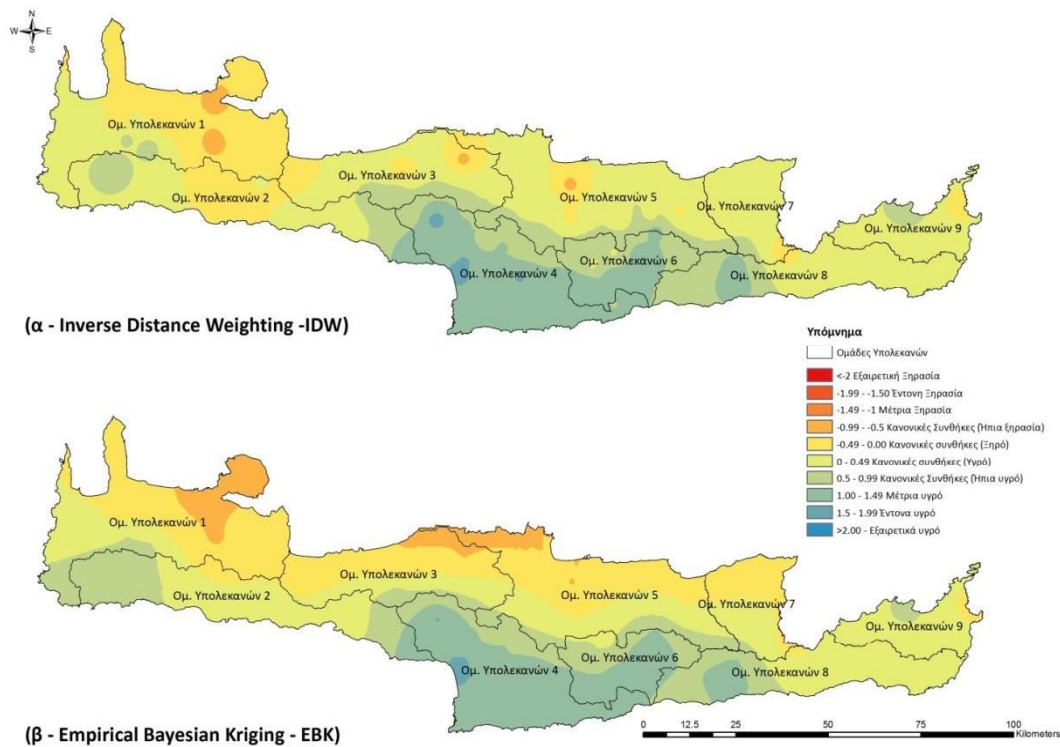
Σχήμα 2.56 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1974-1975



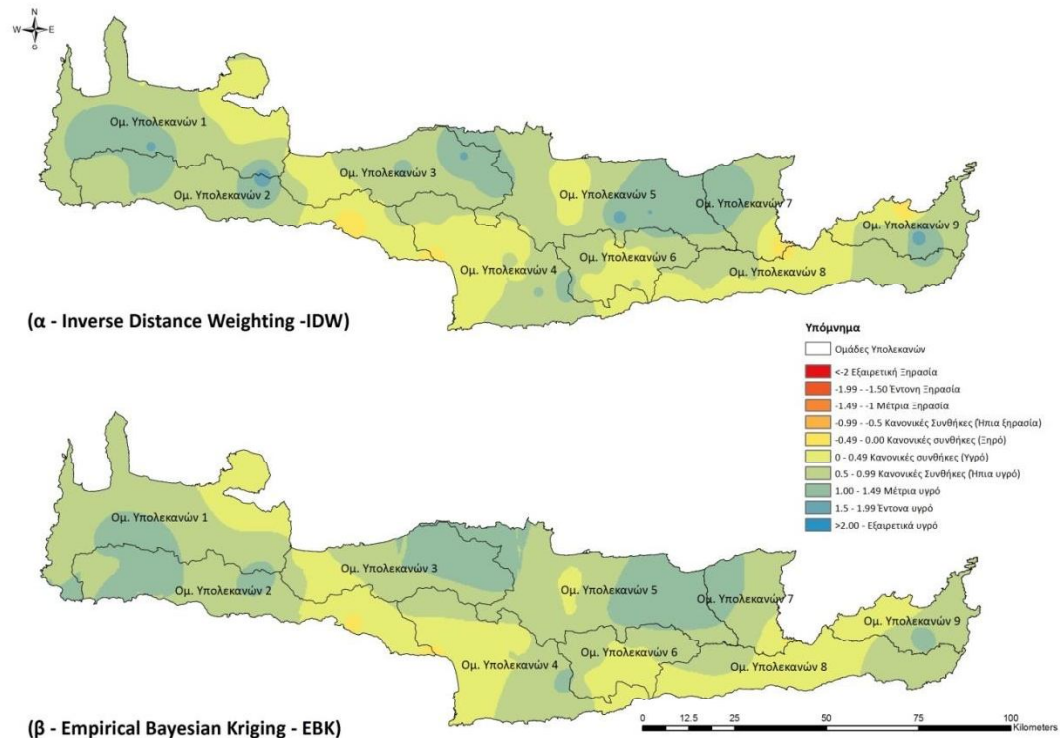
Σχήμα 2.57 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1975-1976



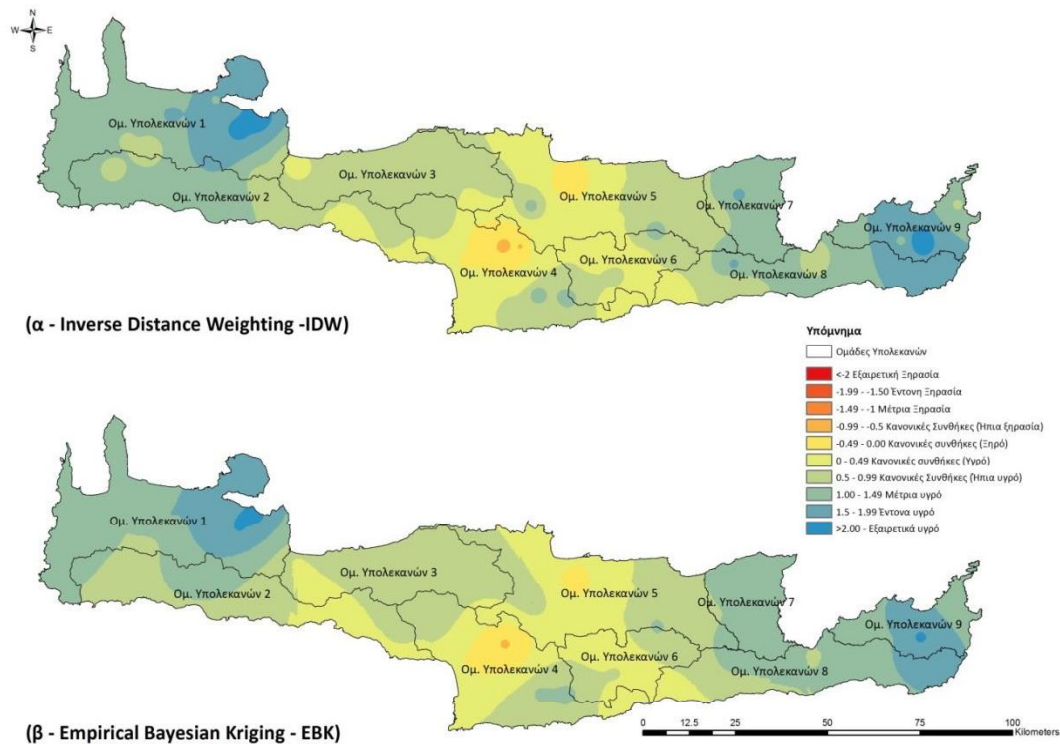
Σχήμα 2.58 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1976-1977



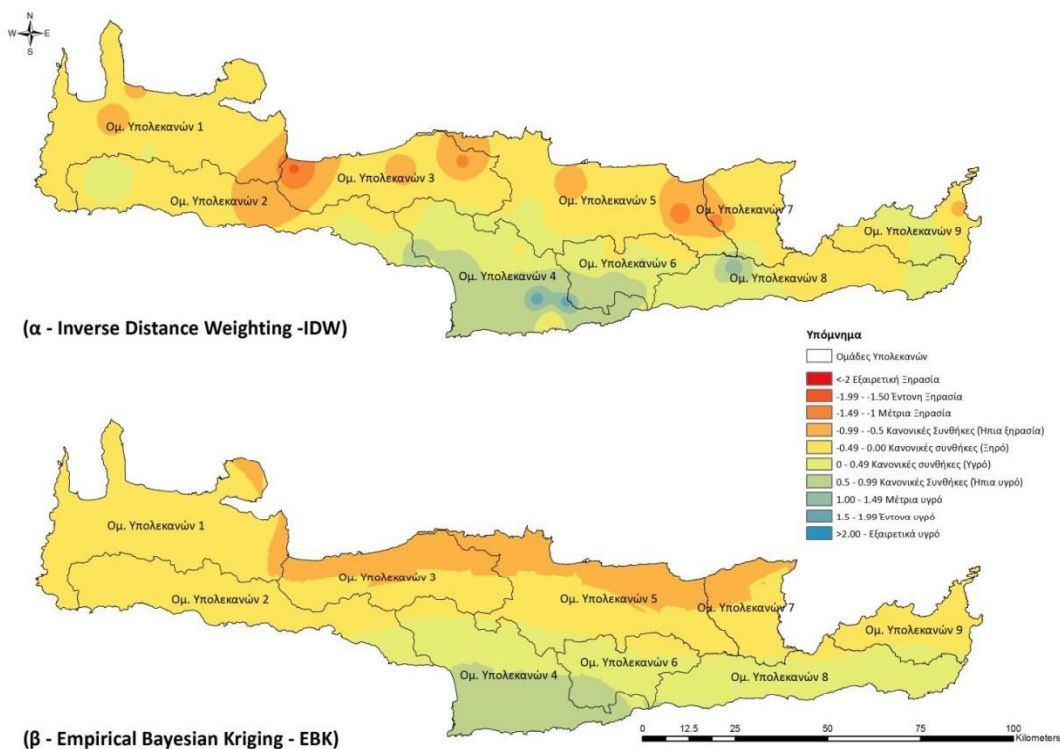
Σχήμα 2.59 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1977-1978



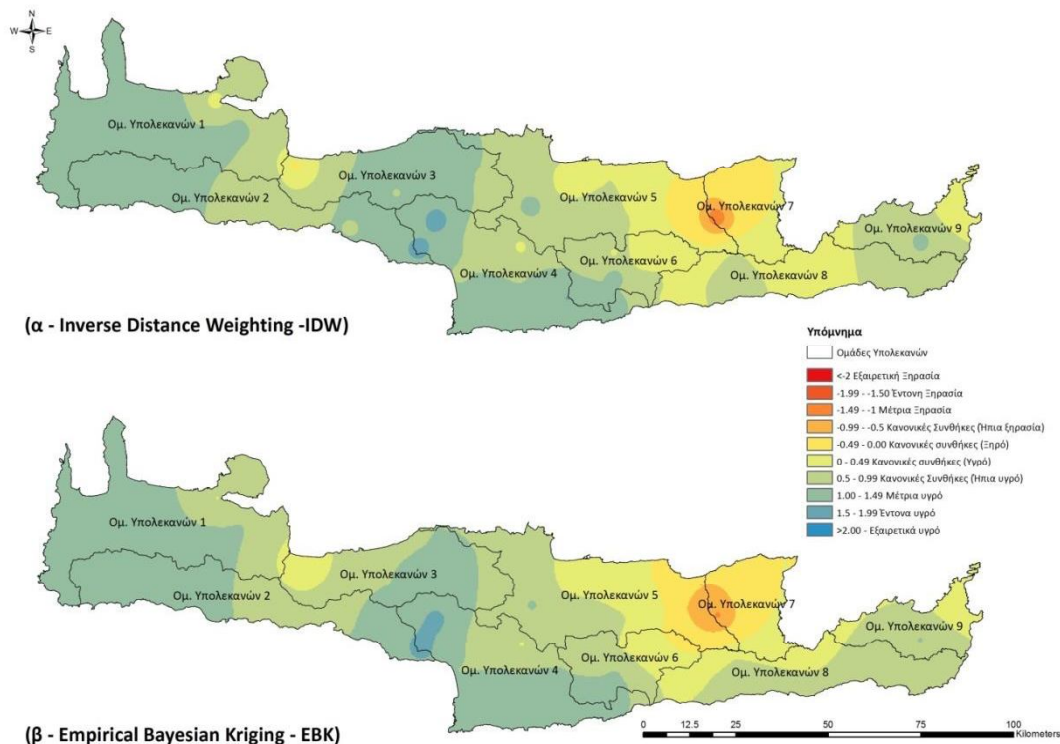
Σχήμα 2.60 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1978-1979



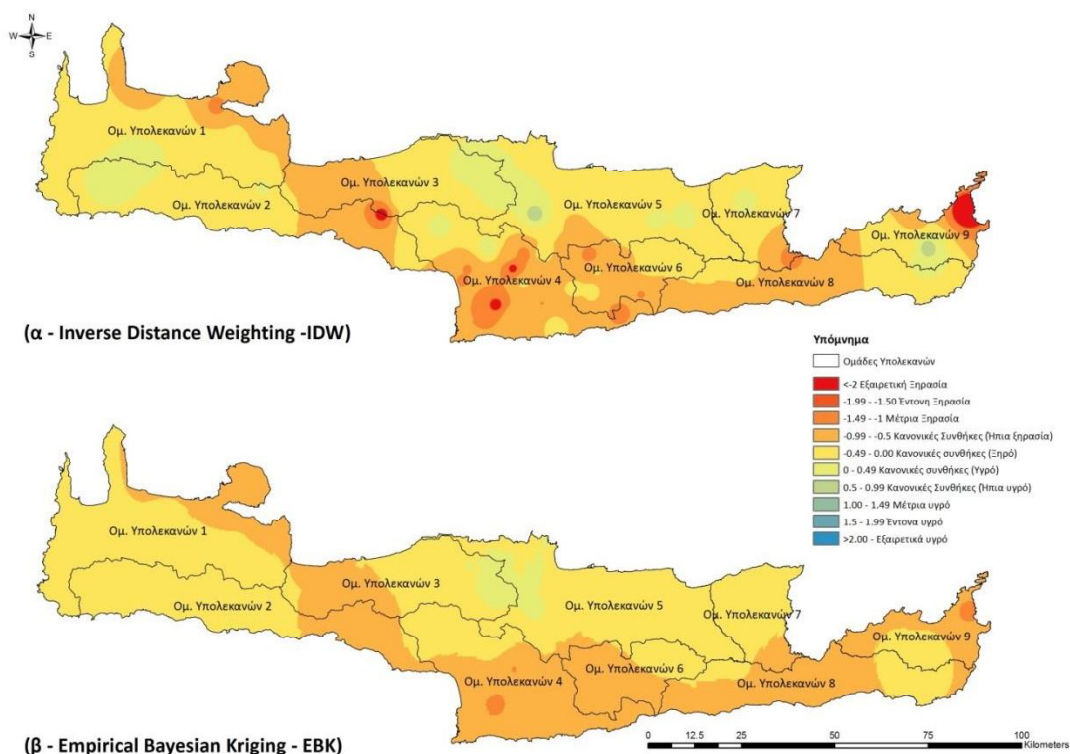
Σχήμα 2.61 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1979-1980



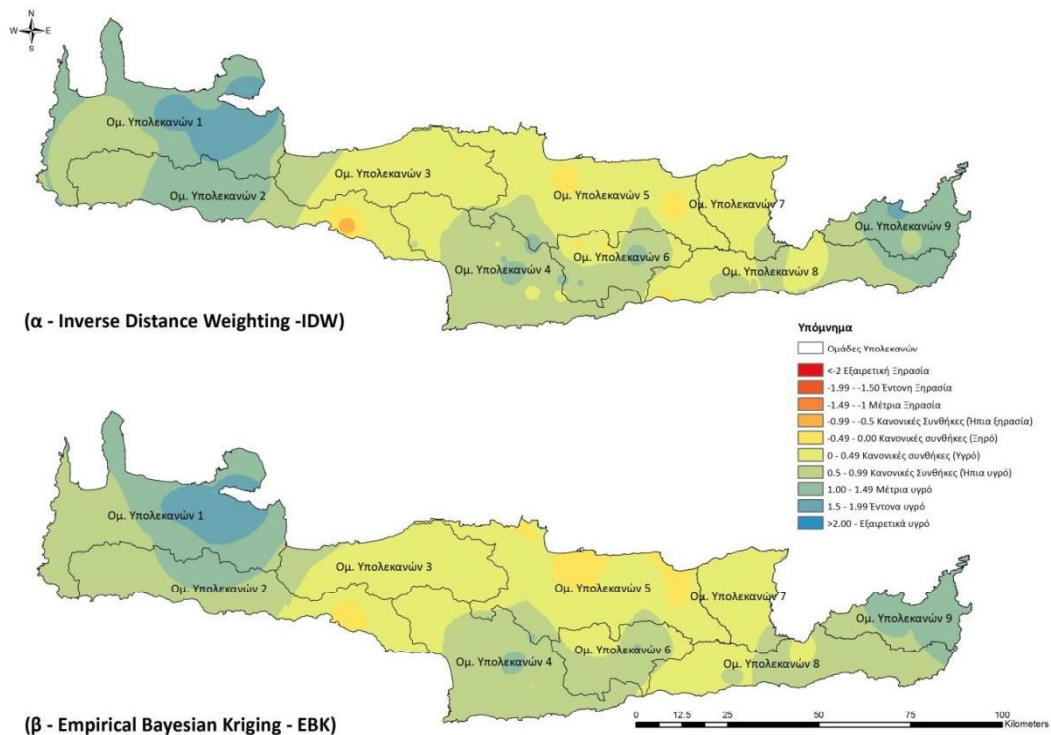
Σχήμα 2.62 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1980-1981



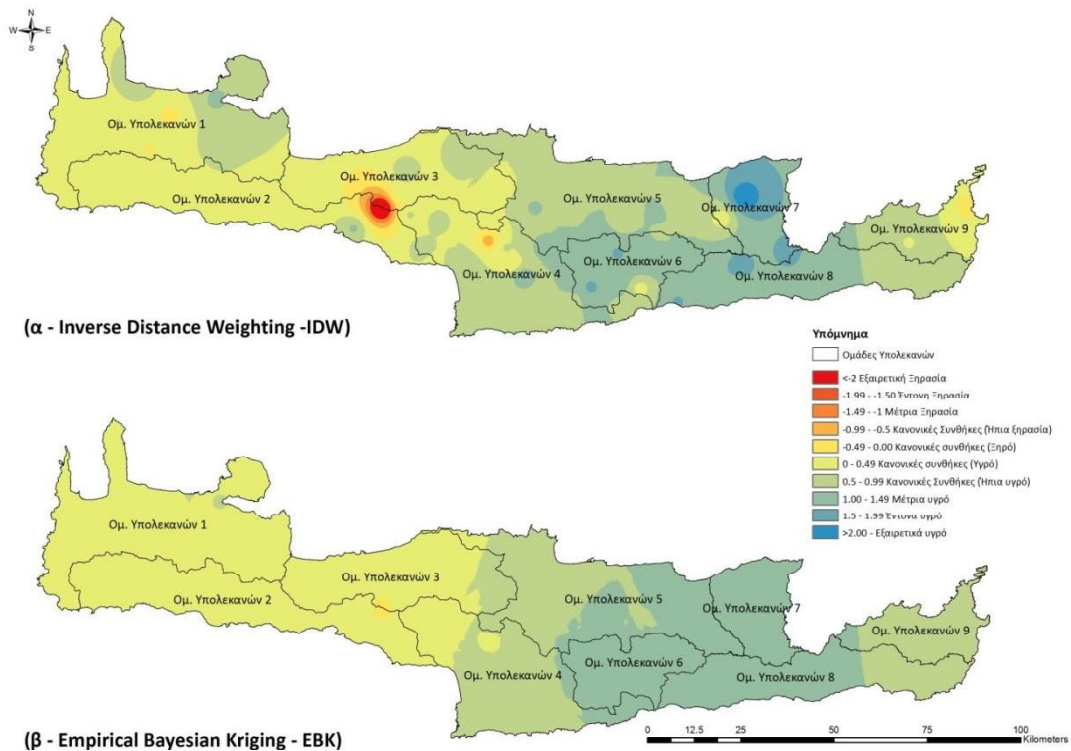
Σχήμα 2.63 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1981-1982



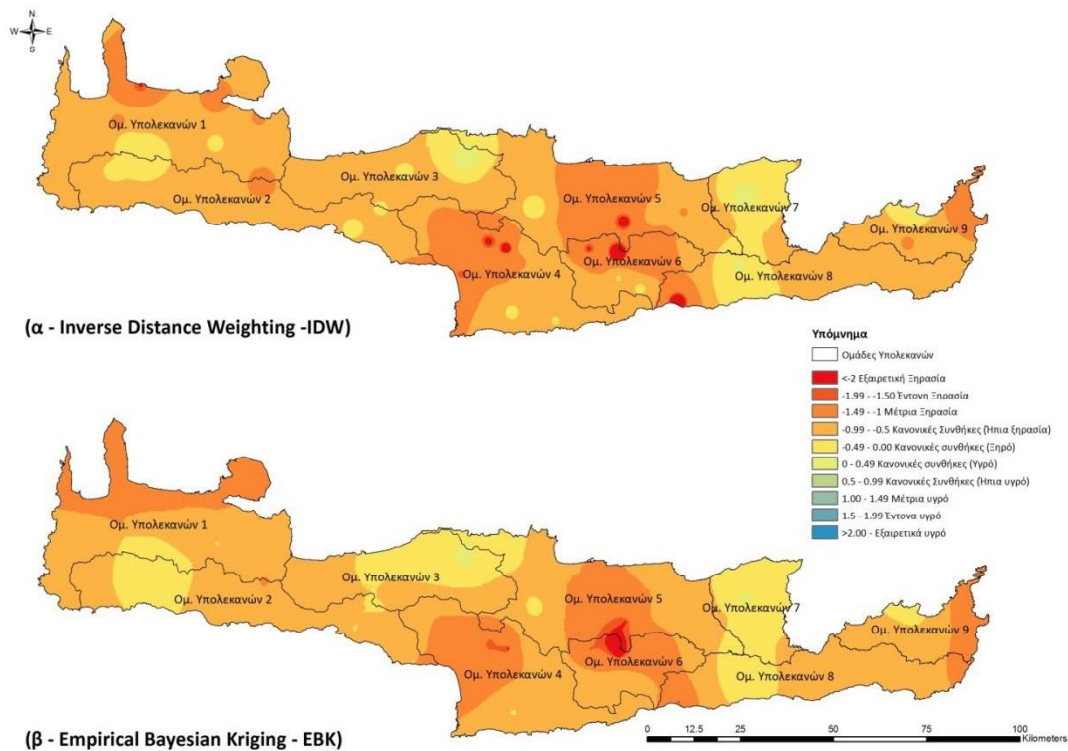
Σχήμα 2.64 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1982-1983



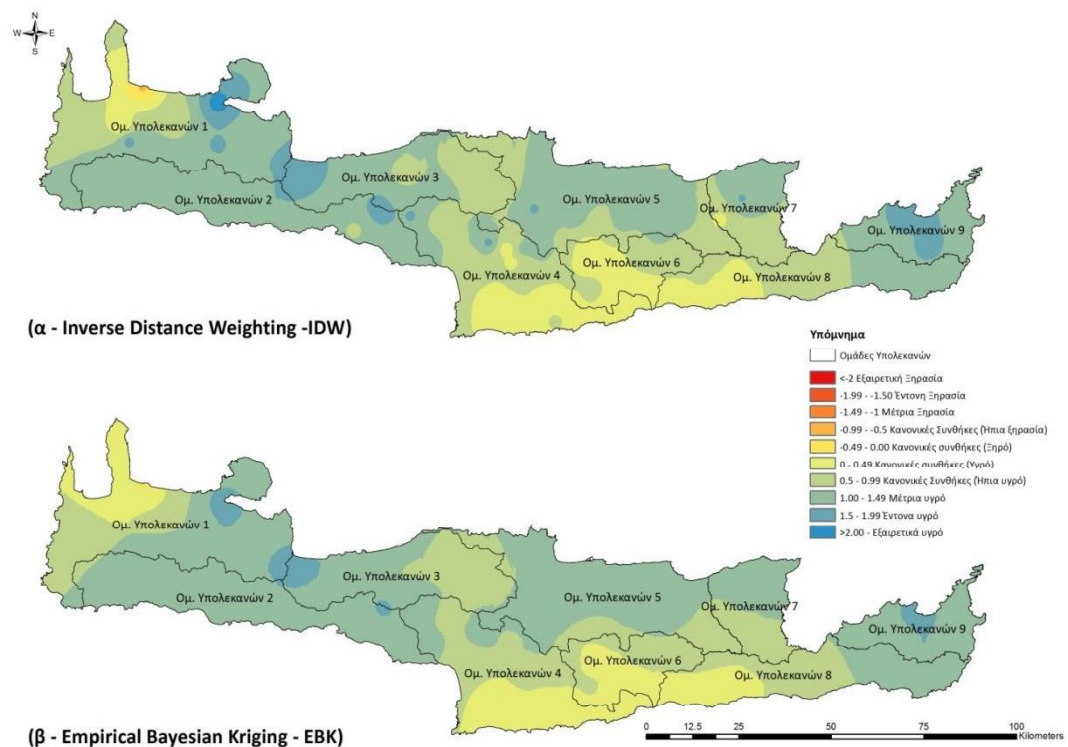
Σχήμα 2.65 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1983-1984



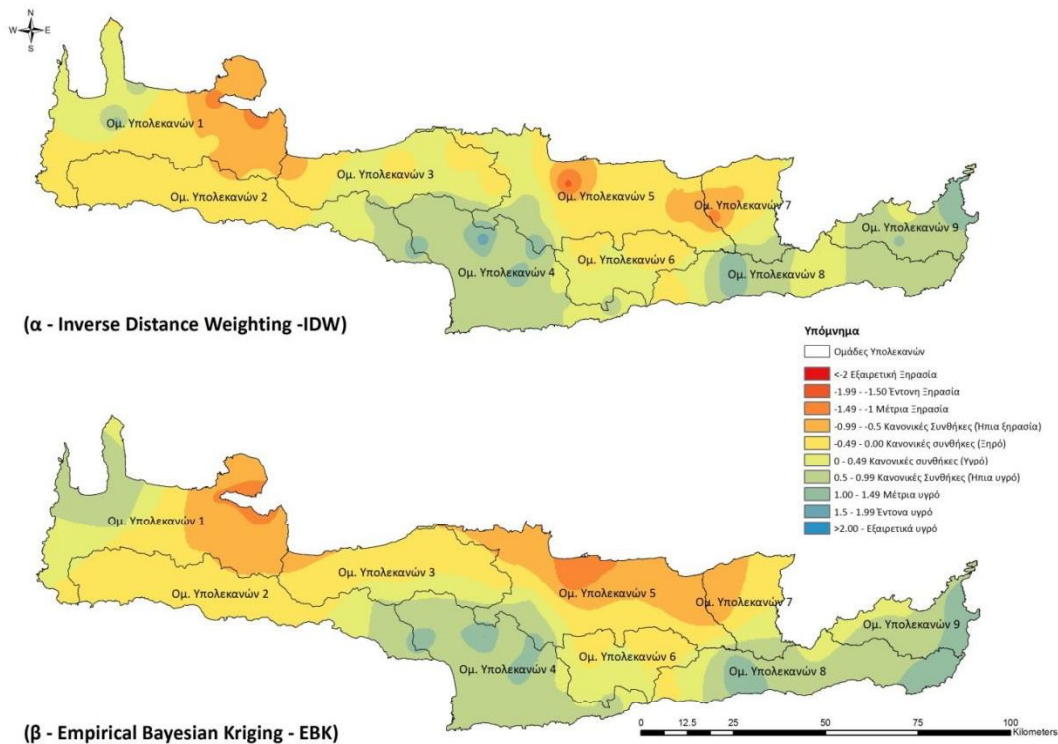
Σχήμα 2.66 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1984-1985



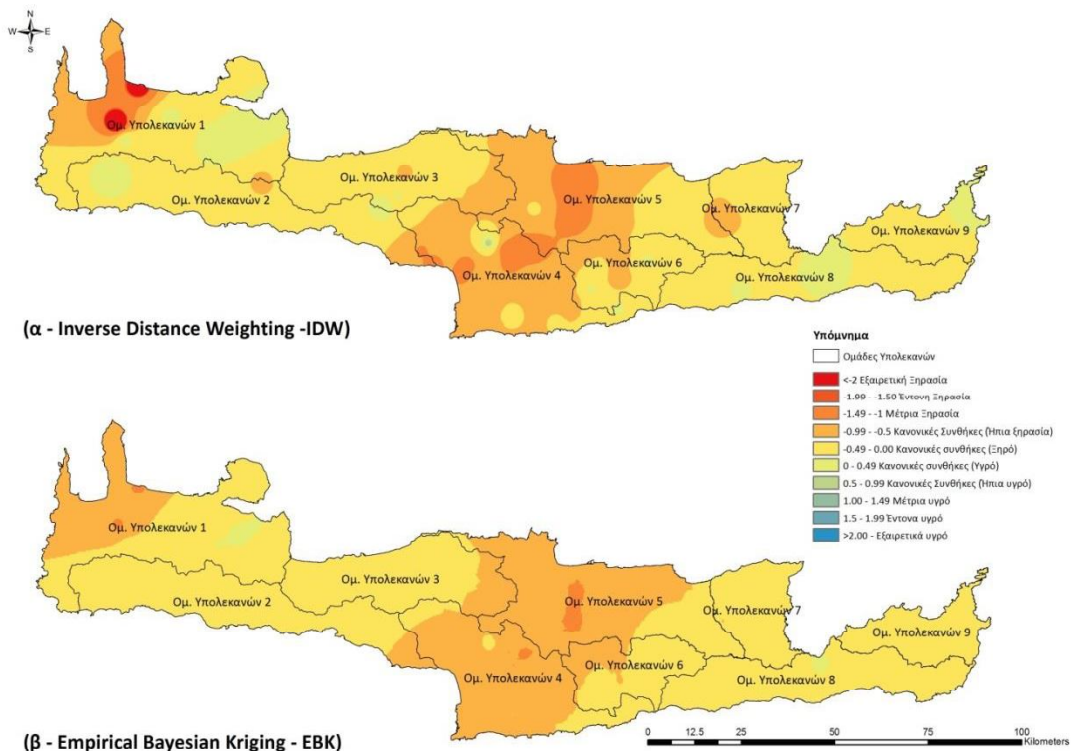
Σχήμα 2.67 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1985-1986



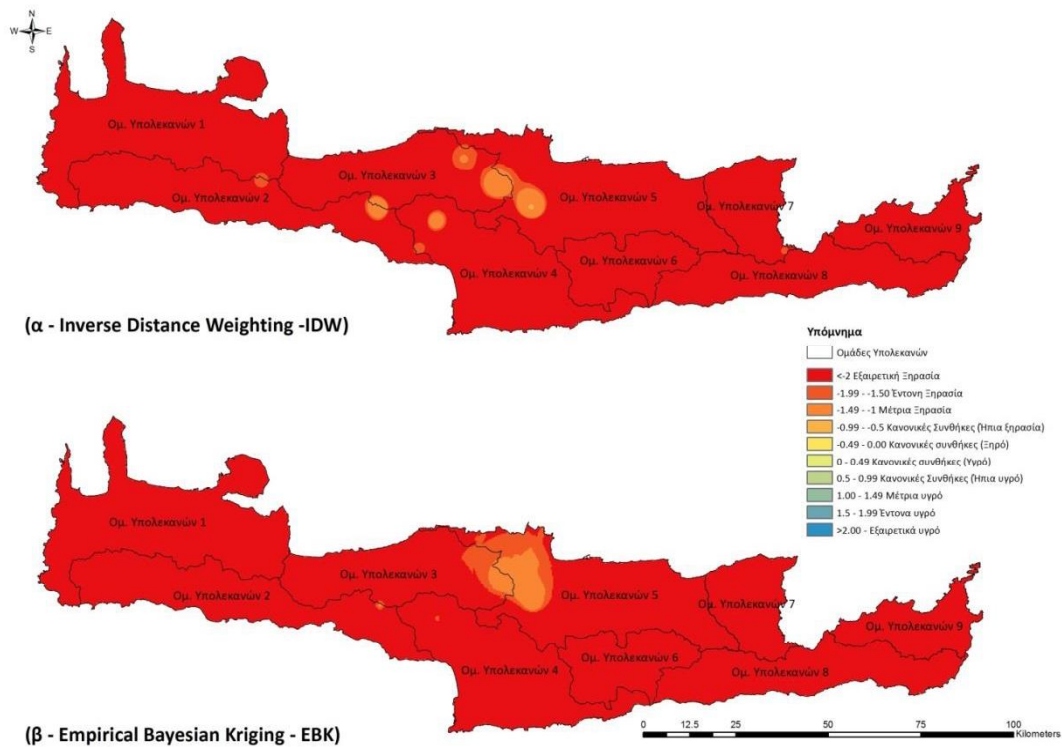
Σχήμα 2.68 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1986-1987



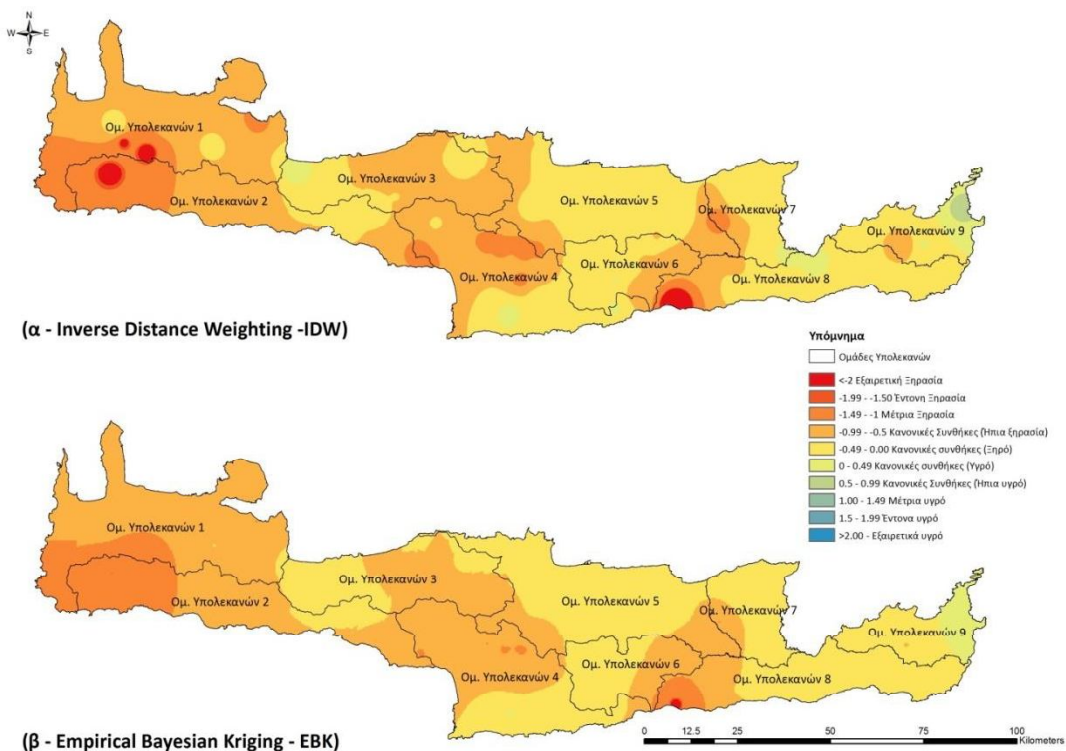
Σχήμα 2.69 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας *aSPI* (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους *Inverse Distance Weighting* – IDW και *Kriging* για το υδρολογικό έτος 1987-1988



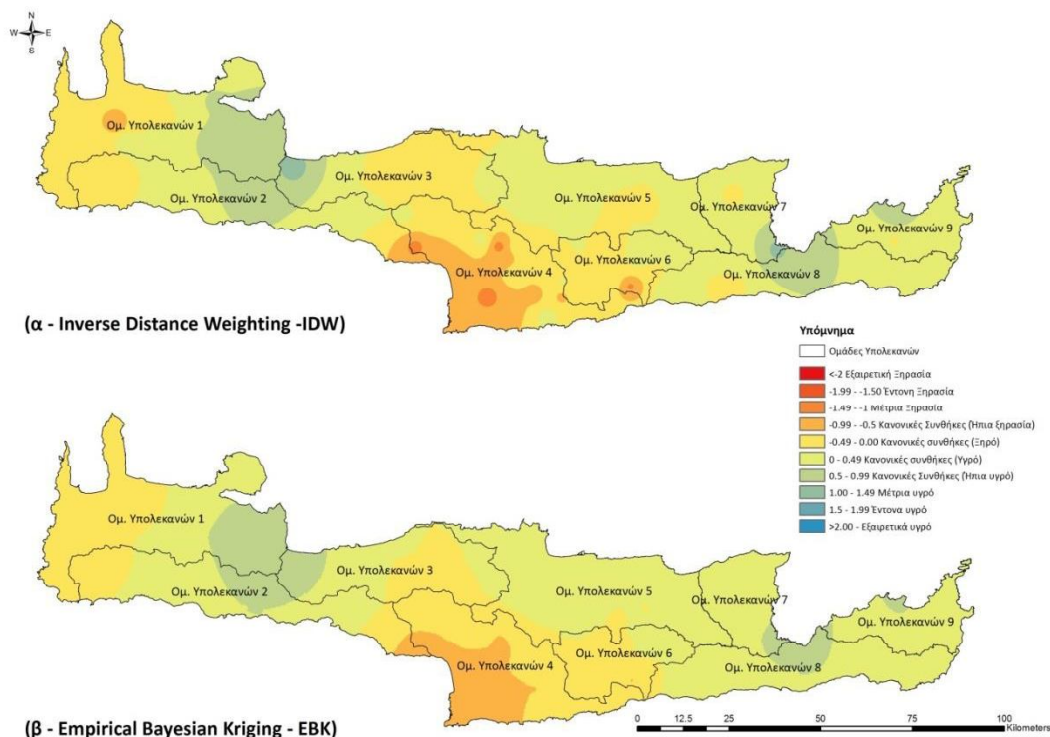
Σχήμα 2.70 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας *aSPI* (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους *Inverse Distance Weighting* – IDW και *Kriging* για το υδρολογικό έτος 1988-1989



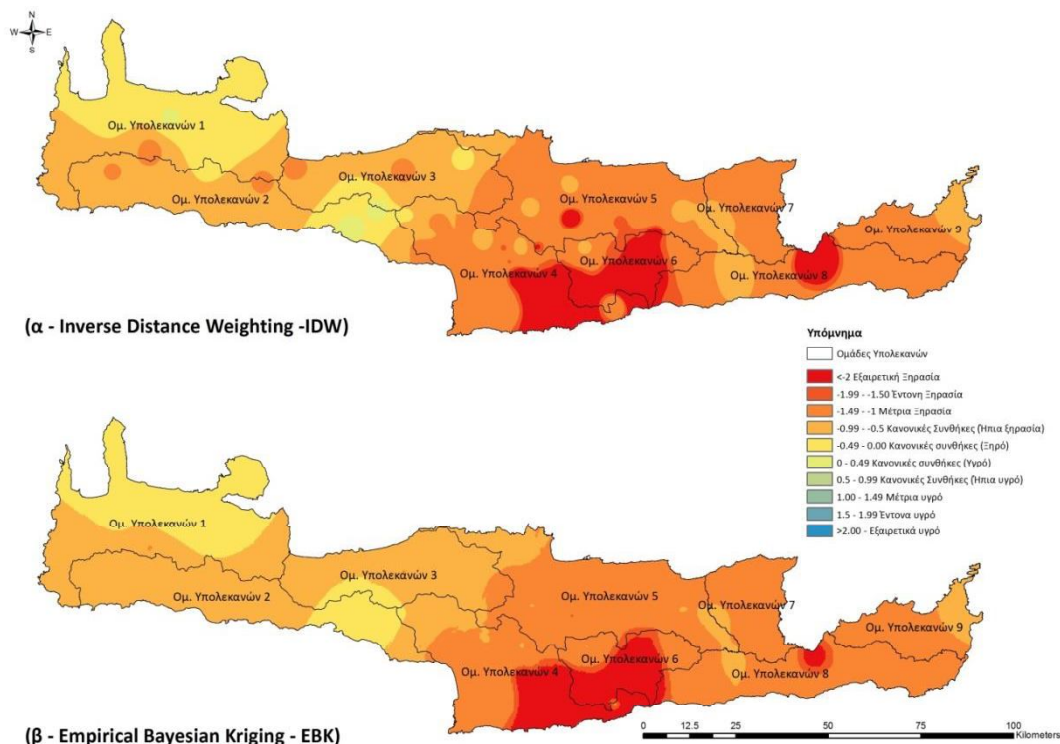
Σχήμα 2.71 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1989-1990



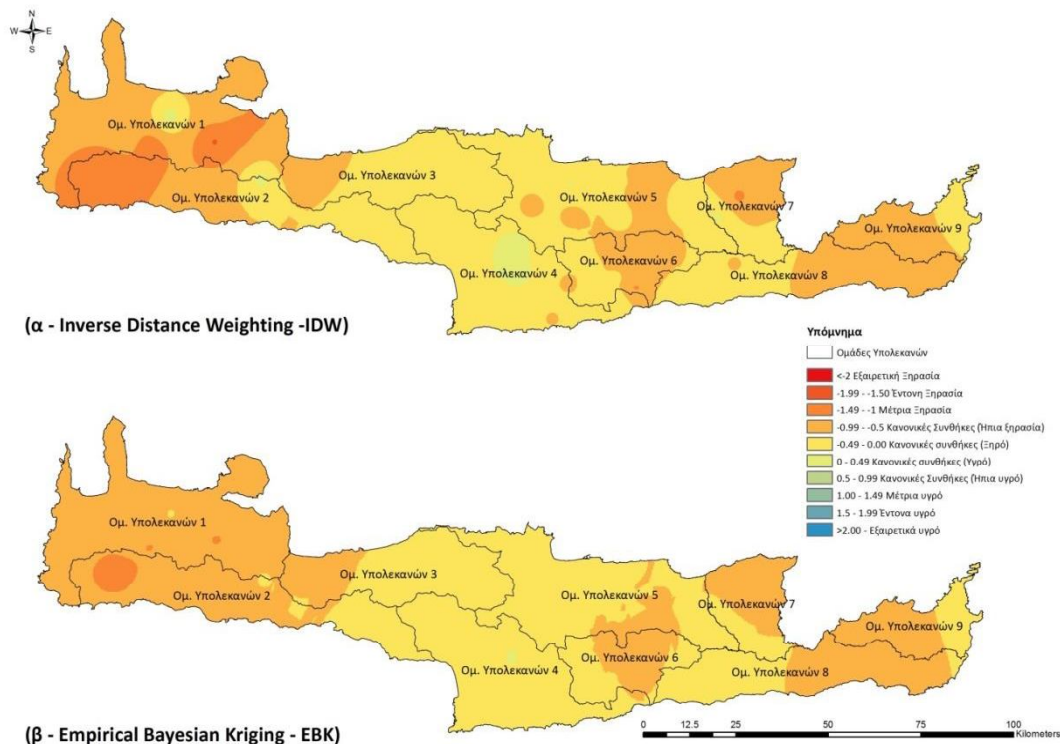
Σχήμα 2.72 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1990-1991



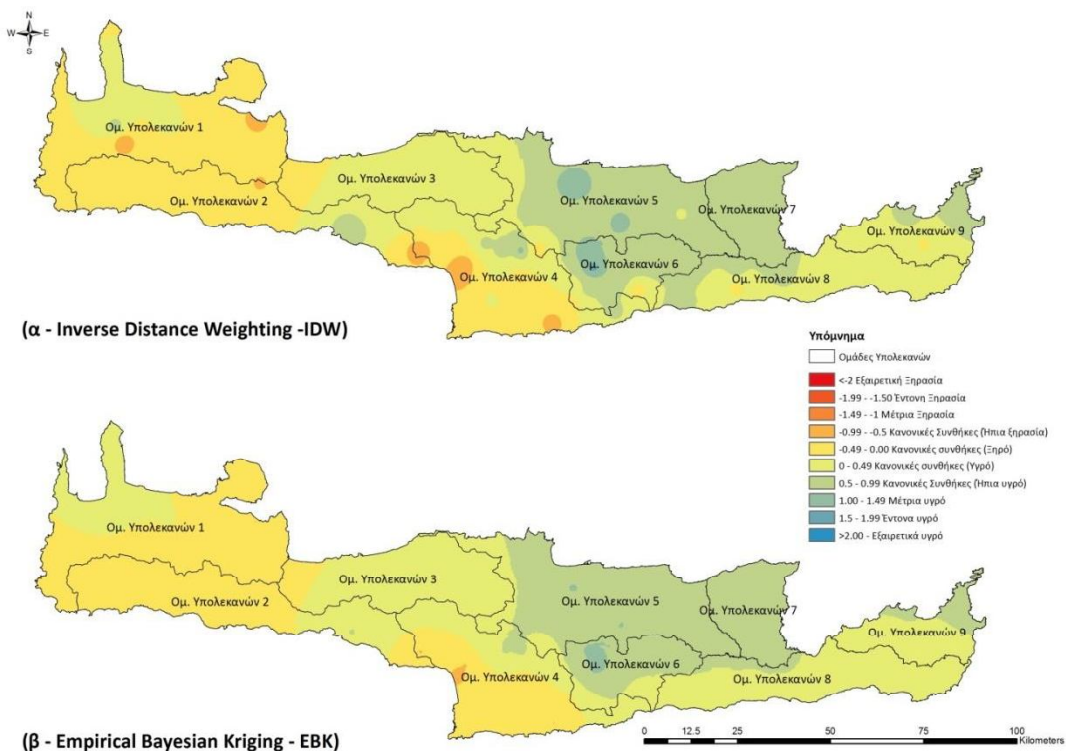
Σχήμα 2.73 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1991-1992



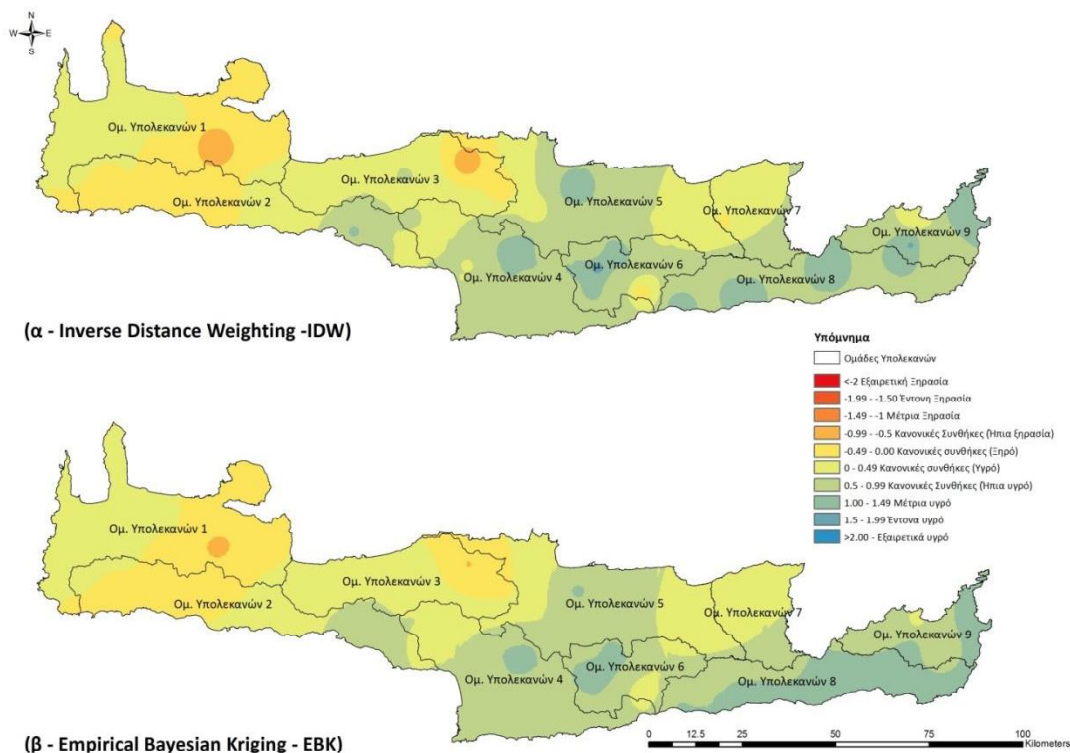
Σχήμα 2.74 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1992-1993



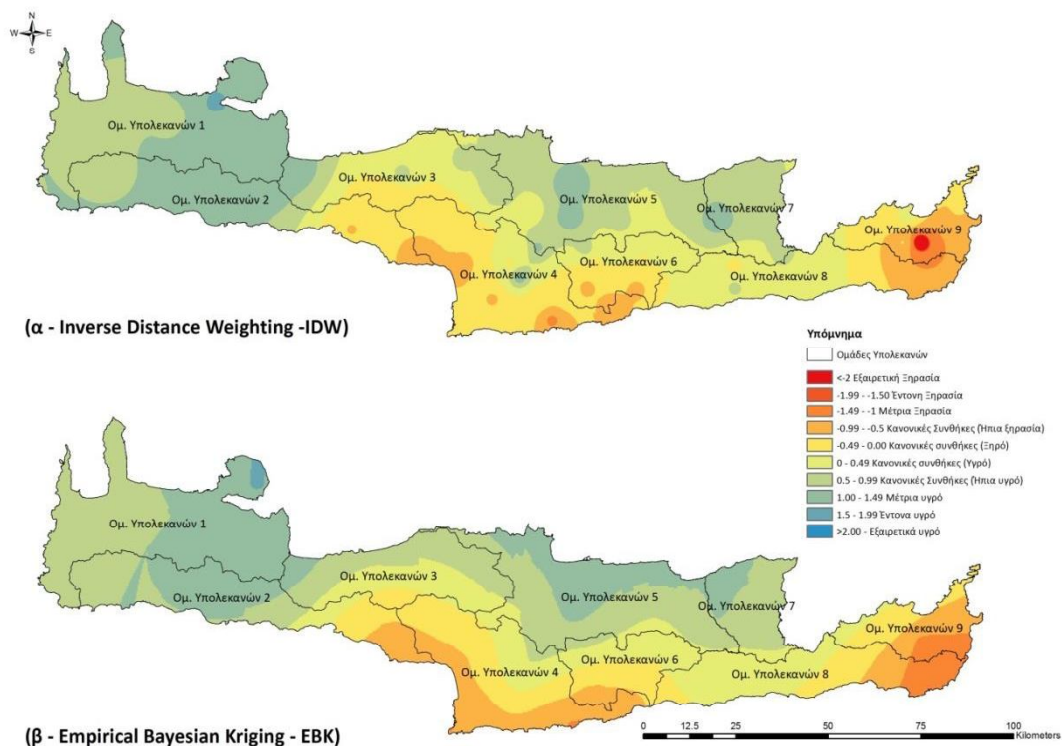
Σχήμα 2.75 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1993-1994



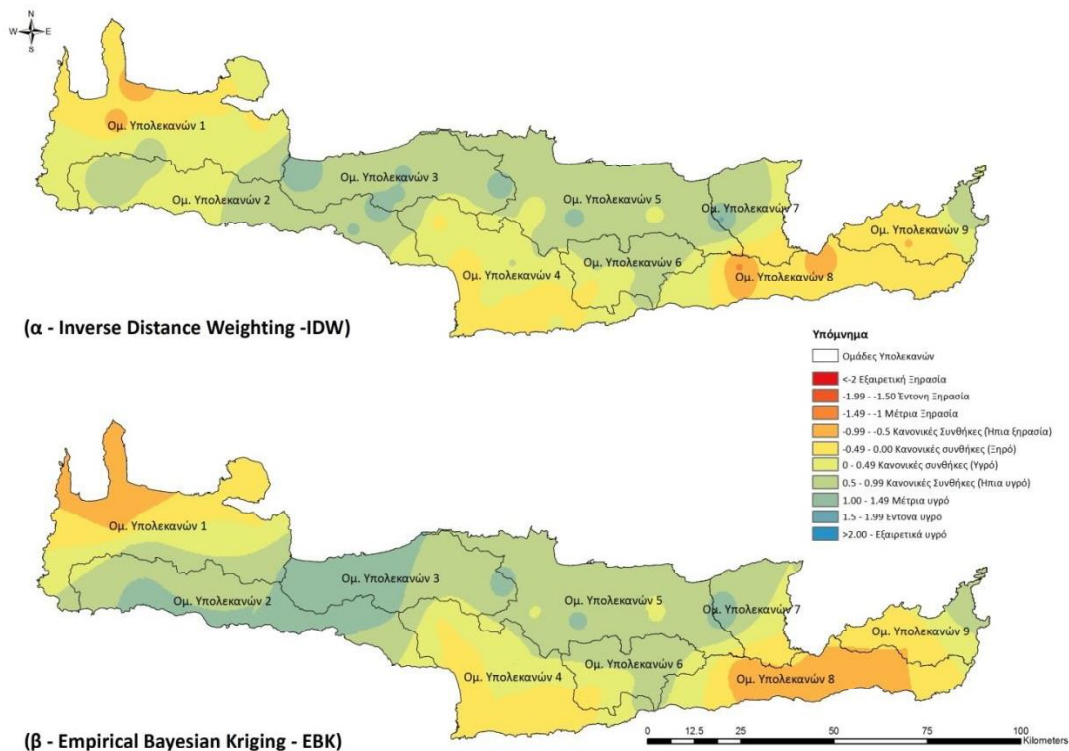
Σχήμα 2.76 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1994-1995



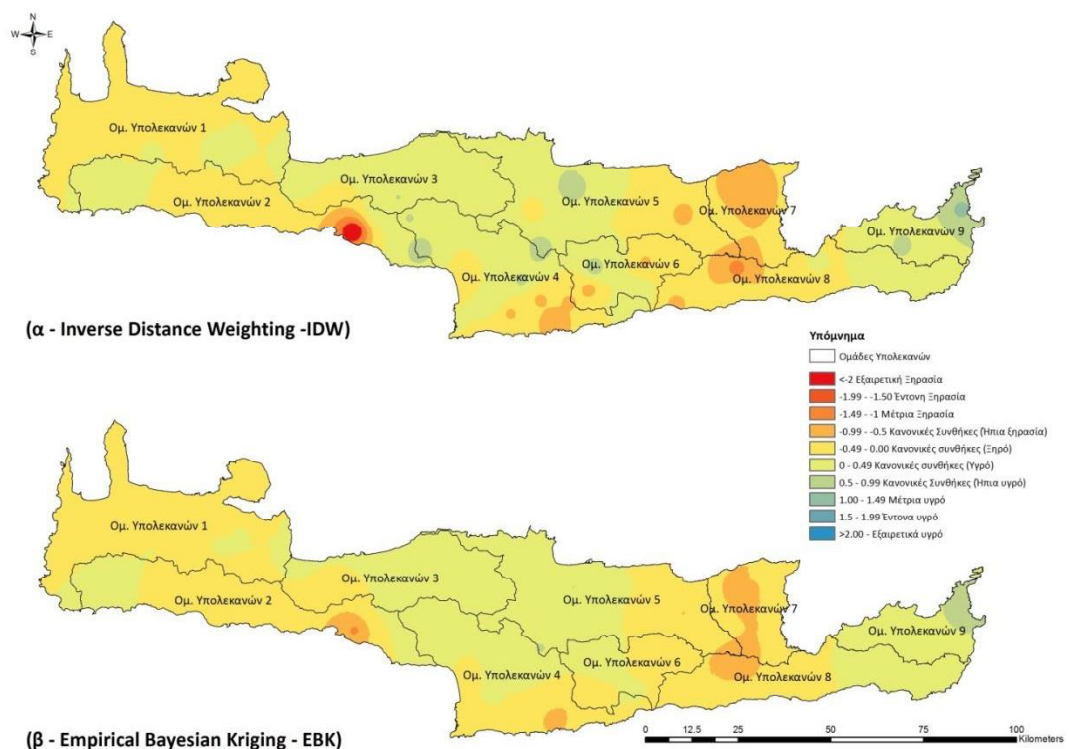
Σχήμα 2.77 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1995-1996



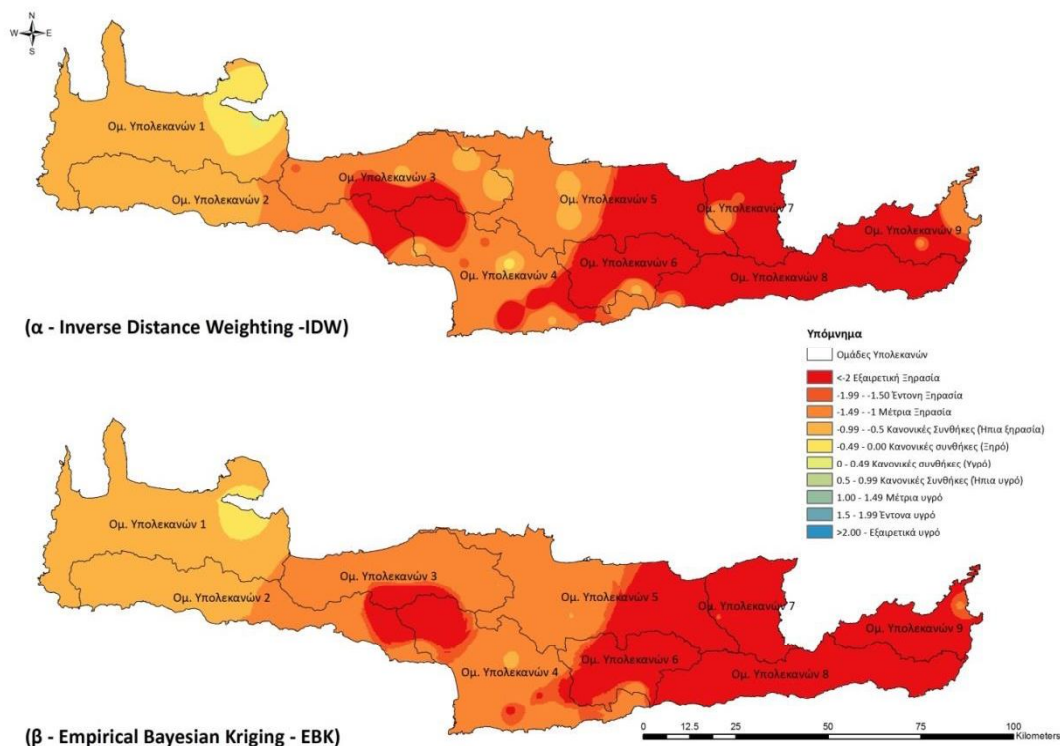
Σχήμα 2.78 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1996-1997



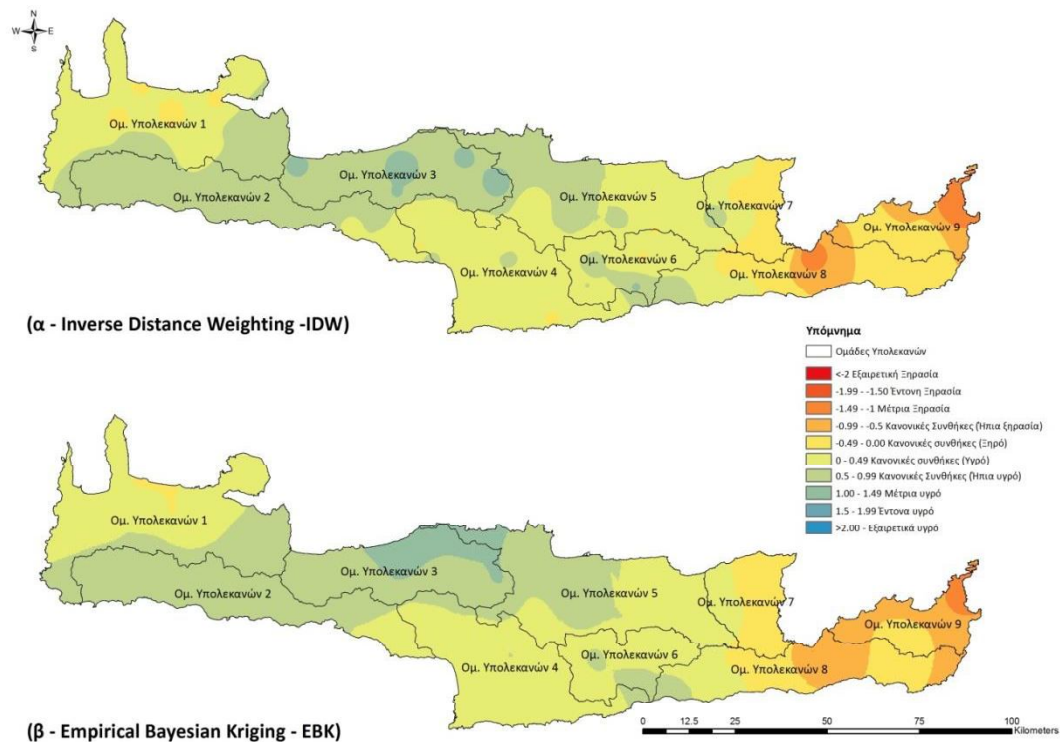
Σχήμα 2.79 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας *aSPI* (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους *Inverse Distance Weighting* – IDW και *Kriging* για το υδρολογικό έτος 1997-1998



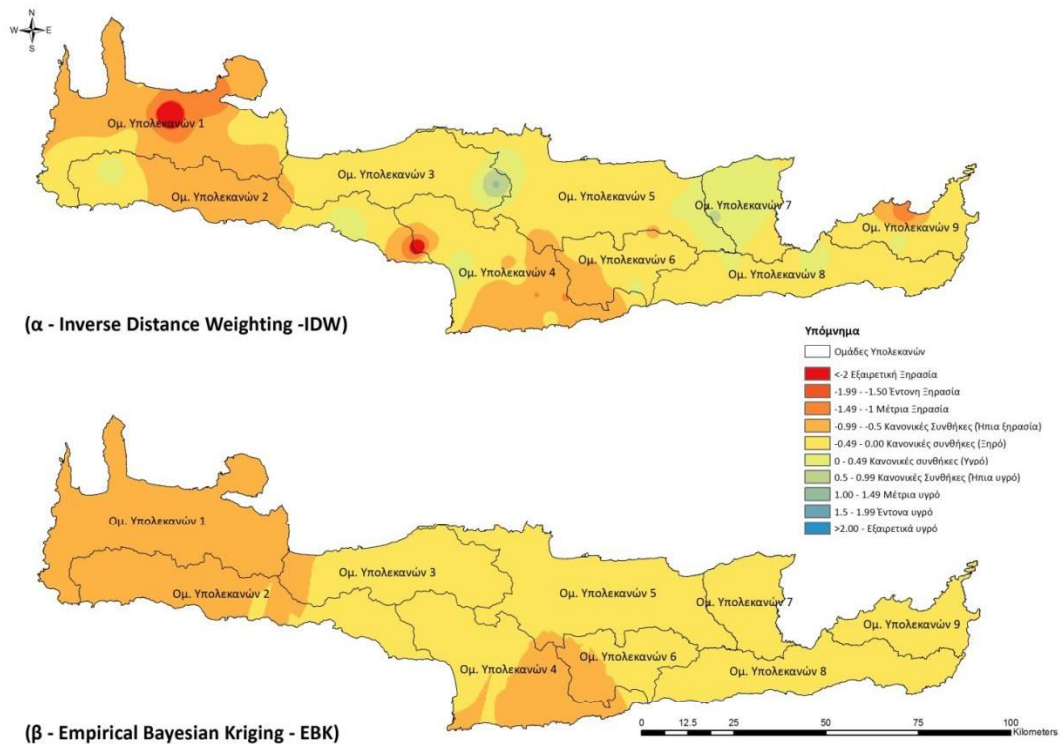
Σχήμα 2.80 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας *aSPI* (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους *Inverse Distance Weighting* – IDW και *Kriging* για το υδρολογικό έτος 1998-1999



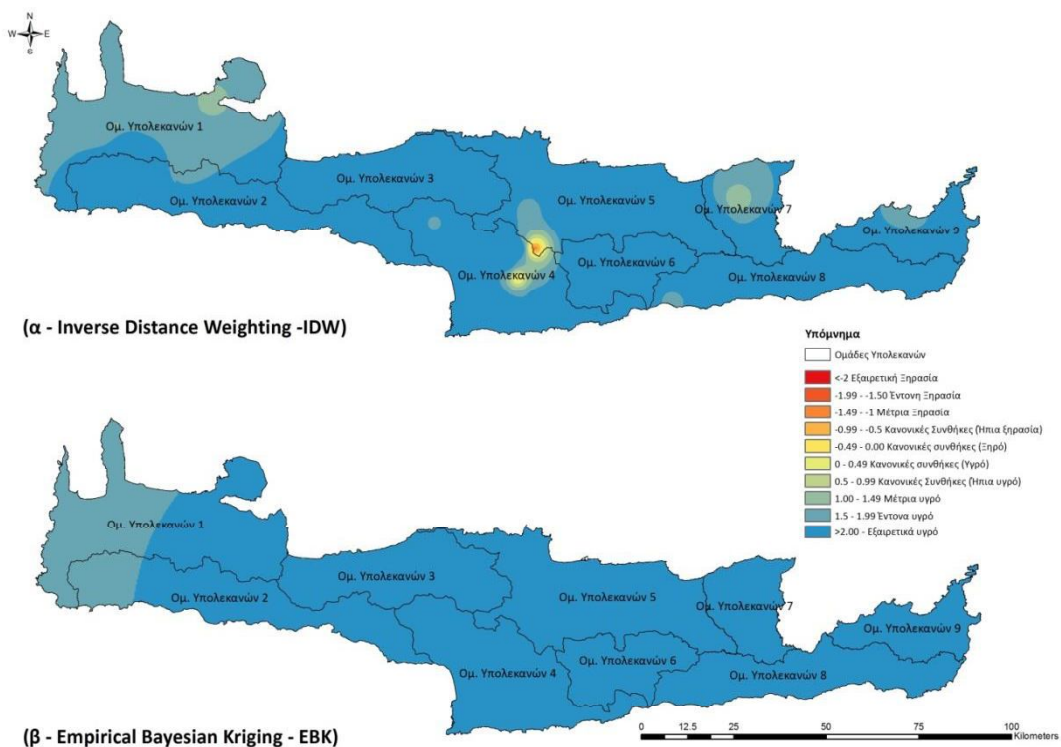
Σχήμα 2.81 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 1999-2000



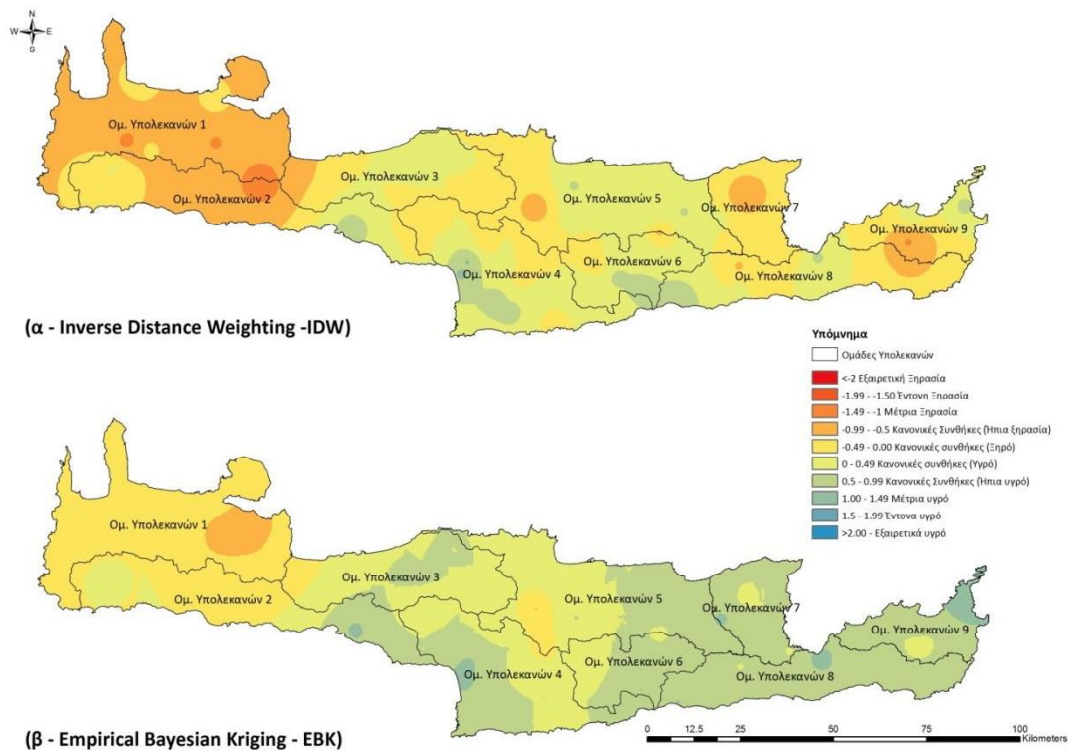
Σχήμα 2.82 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2000-2001



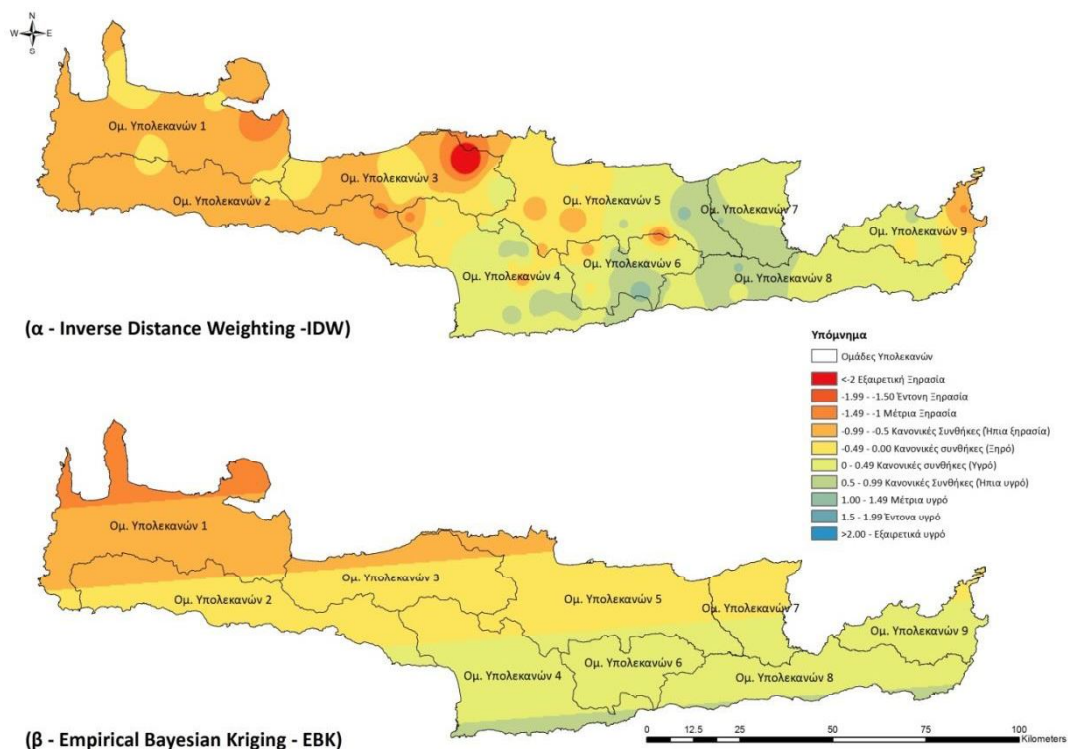
Σχήμα 2.83 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2001-2002



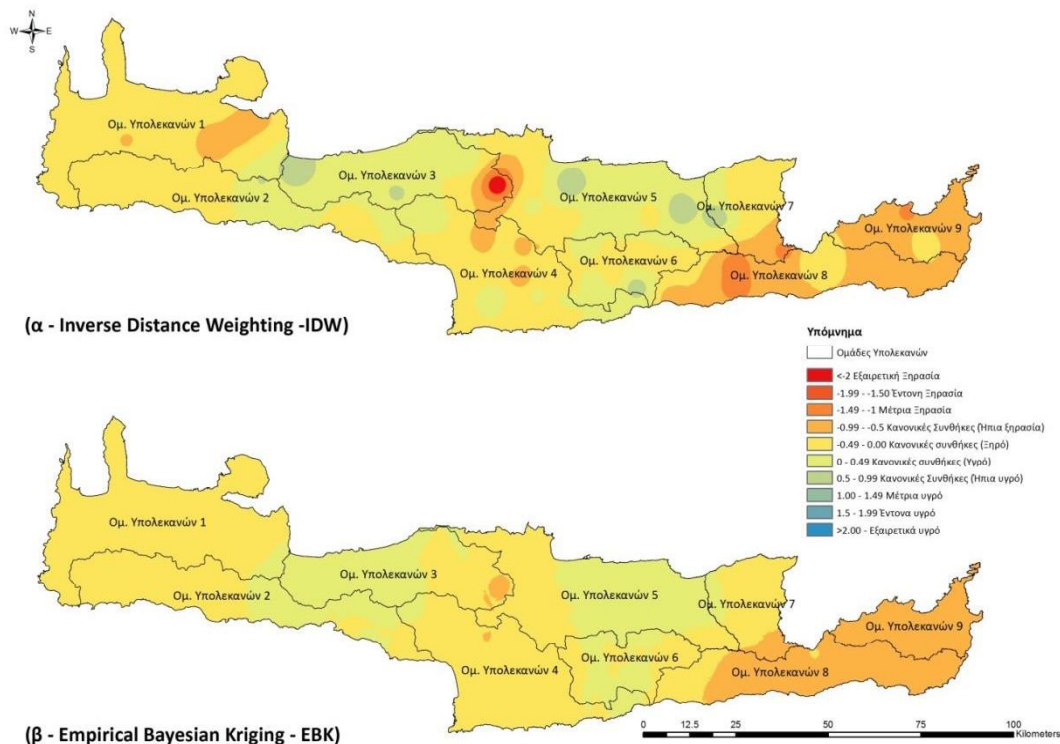
Σχήμα 2.84 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2002-2003



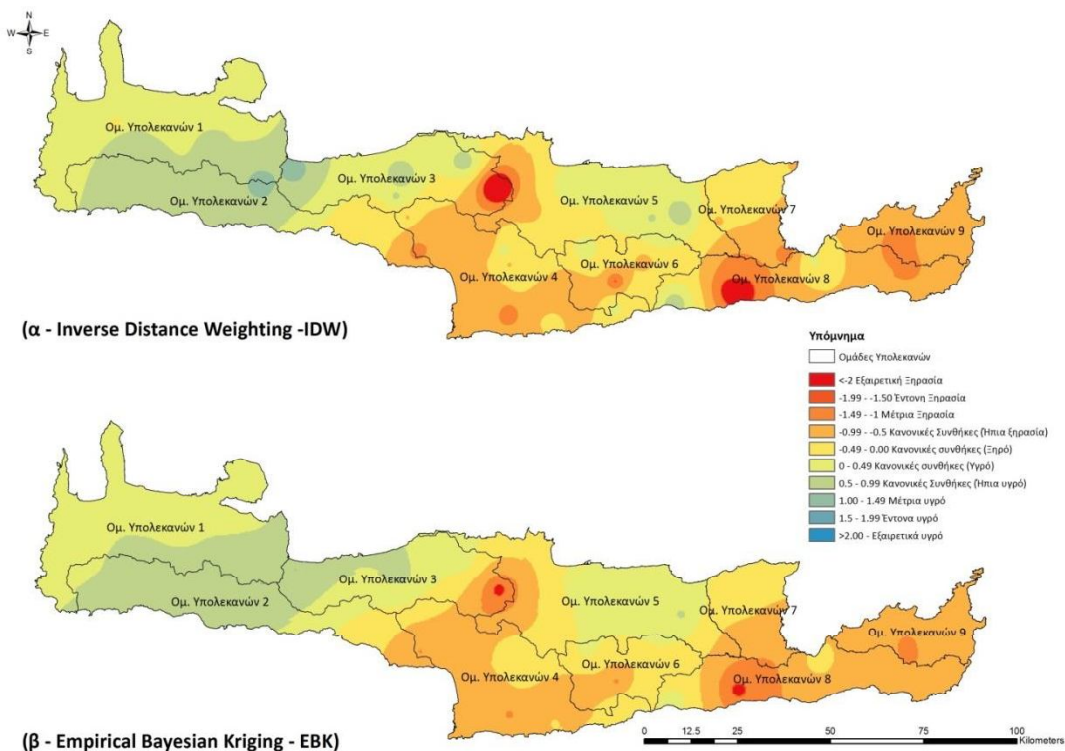
Σχήμα 2.85 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2003-2004



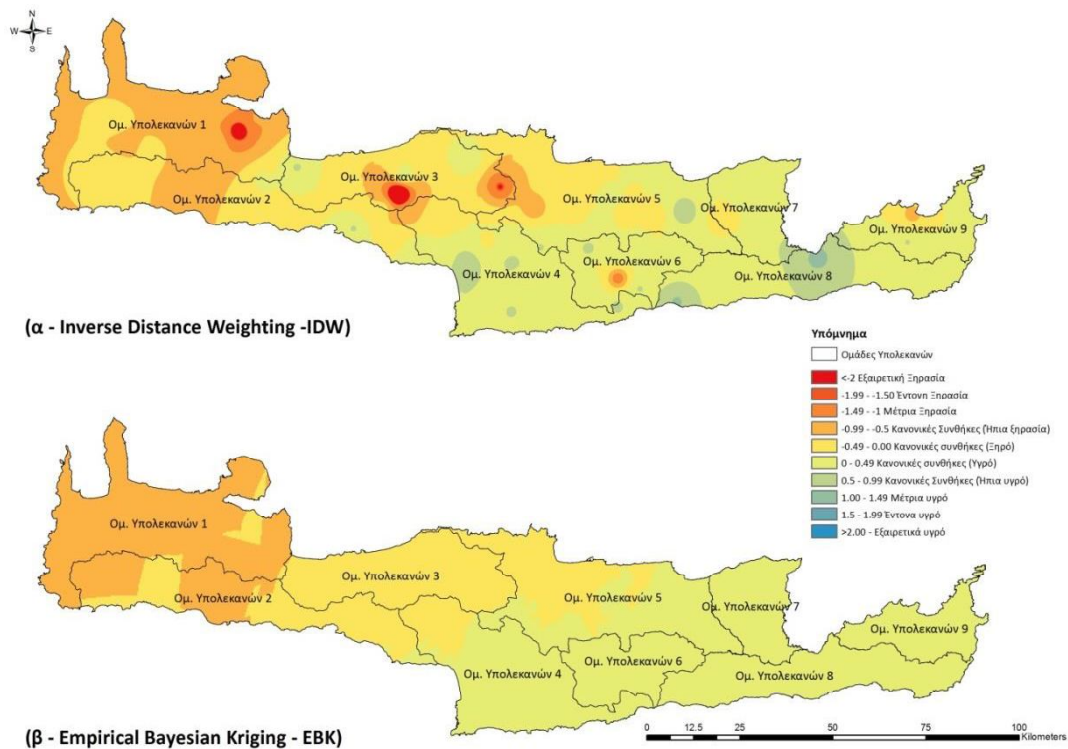
Σχήμα 2.86 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2004-2005



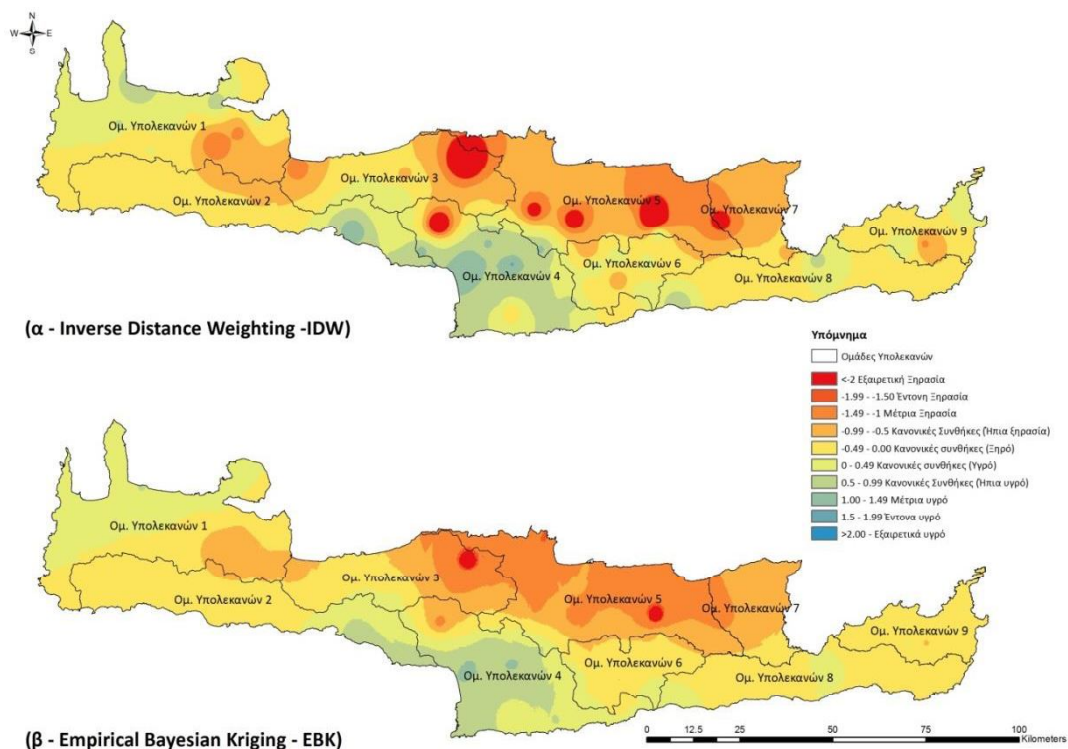
Σχήμα 2.87 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2005-2006



Σχήμα 2.88 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2006-2007



Σχήμα 2.89 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2007-2008



Σχήμα 2.90 Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας aSPI (9 μηνών) για τη νήσο Κρήτη με τις μεθόδους Inverse Distance Weighting – IDW και Kriging για το υδρολογικό έτος 2008-2009

3. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ-ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ

3.1 Γενικά περί σχεδιασμού αντιμετώπισης ξηρασίας-λειψυδρίας

Ο Σχεδιασμός για την Αντιμετώπιση της ξηρασίας δεν έχει παρουσιάσει ιδιαίτερη πρόοδο στα περισσότερα μέρη του κόσμου. Η έλλειψη αυτή Σχεδιασμού οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη σύγχυση που υπάρχει στο επίπεδο της λήψης αποφάσεων, αλλά συχνά και σε επιστημονικό επίπεδο όσον αφορά στον προσδιορισμό εμφάνισης και τα χαρακτηριστικά του φαινομένου. Όπως άλλωστε είναι γνωστό, η ξηρασία είναι ο πιο πολύπλοκος και λιγότερο κατανοητός φυσικός κίνδυνος, που επηρεάζει περισσότερο κόσμο από οποιαδήποτε άλλο ακραίο φαινόμενο.

Οι επιπτώσεις της ξηρασίας δεν είναι άμεσα αντιληπτές καθώς δεν επηρεάζουν άμεσα τις υποδομές μιας περιοχής και εξαπλώνονται σε μεγάλη χωρική έκταση σε σχέση με άλλους φυσικούς κινδύνους. Οι λόγοι αυτοί εμποδίζουν σε σημαντικό βαθμό την ακριβή, αξιόπιστη και έγκαιρη εκτίμηση της σφοδρότητας της ξηρασίας και κατά συνέπεια την ανάπτυξη Σχεδίων Αντιμετώπισής της από τις κυβερνήσεις των περισσότερων χωρών. Πρέπει ωστόσο να γίνει κατανοητό ότι και οι επιπτώσεις της ξηρασίας, όπως και άλλων φυσικών κινδύνων, μπορούν να μειωθούν με σωστή προετοιμασία και κατάλληλα μέτρα ανακούφισης.

Οι περιοχές (και τα κράτη) που επιθυμούν να κάνουν πραγματικά βήματα προόδου προς τη μείωση των επιπτώσεων της ξηρασίας, πρέπει να βελτιώσουν το επίπεδο κατανόησης τους απέναντι στο συγκεκριμένο φυσικό κίνδυνο και να κατανοήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την τρωτότητα (vulnerability) του συστήματος που πλήττεται. Είναι σημαντικό, κυρίως για τις επιρρεπείς στην ξηρασία περιοχές, να κατανοήσουν τις κλιματολογικές συνθήκες που συνδέονται με την ξηρασία και να εγκαταστήσουν ολοκληρωμένα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, που να ενσωματώνουν δείκτες για το κλίμα, το έδαφος και την διαθεσιμότητα νερού, όπως για παράδειγμα τη βροχόπτωση, τη θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία, τη χιονόπτωση, τη στάθμη του νερού σε λίμνες, ταμειυτήρες και υπόγειους υδροφορείς, καθώς και την απορροή των υδατορευμάτων (Glinni et al., 2001).

Η αντιμετώπιση της ξηρασίας μπορεί να γίνει είτε με δράσεις που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια του φαινομένου, είτε με προληπτική προσέγγιση. Η προσέγγιση της ξηρασίας με δράσεις κατά τη διάρκεια του φαινομένου αποτελεί την παραδοσιακή πρακτική στην αντιμετώπιση της ξηρασίας, που στηρίζεται στη γενική τακτική της αντιμετώπισης κρίσεων. Η προσέγγιση αυτή έχει αποδειχθεί αναποτελεσματική, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι έγκαιρη, δεν είναι επαρκώς σχεδιασμένη και δεν στοχεύει στις περιοχές που πραγματικά πλήττονται από το φαινόμενο. Επιπλέον, η αντιμετώπιση της ξηρασίας με τον

τρόπο αυτό τείνει να ενισχύσει τις υπάρχουσες μεθόδους διαχείρισης των υδατικών πόρων και όχι πραγματικά να αντιμετωπίσει τις συνέπειες του φαινομένου. Οι μέθοδοι αυτές διαχείρισης των πόρων είναι μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις υπεύθυνες για την αύξηση της τρωτότητας της κοινωνίας (societal vulnerability) απέναντι στην ξηρασία. Η δε παροχή βοήθειας για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της ξηρασίας χρησιμεύει μόνο για να ενισχύσει την κατεστημένη κατάσταση όσον αφορά στη διαχείριση των πόρων. Πολλά κέντρα λήψης αποφάσεων κατανοούν τώρα την πλάνη της διαχείρισης των κρίσεων και προσπαθούν να μάθουν πώς να χρησιμοποιούν κατάλληλες τεχνικές διαχείρισης της διακινδύνευσης (risk) για τη μείωση της κοινωνικής τρωτότητας απέναντι στην ξηρασία και κατά συνέπεια για τη μείωση των επιπτώσεων που σχετίζονται με γεγονότα ξηρασίας που αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον.

Καθώς η τρωτότητα απέναντι στην ξηρασία έχει αυξηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, όλο και μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στη μείωση της διακινδύνευσης (risk) που σχετίζεται με την εμφάνιση της ξηρασίας μέσα από το Σχεδιασμό και τα μέτρα που στοχεύουν στη μείωση των επιπτώσεων της ξηρασίας. Η αλλαγή αυτή στη φιλοσοφία αντιμετώπισης του φυσικού κινδύνου έχει ήδη καθυστερήσει πολύ. Η διαχείριση της κρίσης δεν θεωρείται πλέον επαρκής για την αντιμετώπιση της ξηρασίας. Στο παρελθόν, όταν ένας φυσικός κίνδυνος και η επακόλουθη καταστροφή είχε συμβεί, οι κυβερνήσεις αντιδρούσαν με την εκτίμηση των επιπτώσεων και επεμβάσεις αποκατάστασης και ανασυγκρότησης με σκοπό να επανέλθει η περιφέρεια ή η περιοχή στην κατάσταση που βρίσκονταν πριν την καταστροφή. Μικρή ήταν η προσοχή που δίνονταν σε δράσεις προετοιμασίας και πρόβλεψης (συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης) που θα μπορούσαν να μειώσουν τις μελλοντικές επιπτώσεις και να ελαχιστοποιήσουν την ανάγκη για κυβερνητικές παρεμβάσεις στο μέλλον. Εξαιτίας της έμφασης που είχε δοθεί στη διαχείριση της κρίσης, η κοινωνία περνούσε ουσιαστικά από τη μία καταστροφή στην άλλη με μικρή αν όχι ανύπαρκτη μείωση της διακινδύνευσης.

Απαραίτητα εργαλεία κυρίως για τον Επιχειρησιακό Σχεδιασμό αντιμετώπισης της ξηρασίας αποτελούν: α) ένα απλοποιημένο σύστημα παρακολούθησης της ξηρασίας, β) ένα σύστημα πρόγνωσης (forecasting) για την εκτίμηση της σφοδρότητας της ξηρασίας σε ετήσια βάση, γ) ένας ντετερμινιστικός μηχανισμός για την εκτίμηση των επιπτώσεων, δ) μια εκτίμηση των διαθέσιμων αποθεμάτων υδατικών πόρων και ε) μια μεθοδολογία ιεράρχησης των προτεραιοτήτων ικανοποίησης της ζήτησης βασισμένη στην ετησιοποιημένη μέση διακινδύνευση.

Κύρια στοιχεία του Προληπτικού Σχεδιασμού για την αντιμετώπιση φαινομένων ξηρασίας – λειψυδρίας είναι:

1. Το Σύστημα Παρακολούθησης της ξηρασίας.
2. Η υπολογιστική διαδικασία.

3. Το Σύστημα Πρόγνωσης (κύριο στοιχείο και για τον Επιχειρησιακό Σχεδιασμό).
4. Η εκτίμηση των διαθέσιμων αποθεμάτων νερού στην αρχή του υδρολογικού έτους
5. Η Εκτίμηση των επιπτώσεων του φαινομένου (περιλαμβάνει την εκτίμηση επιπτώσεων για μεμονωμένα έτη ξηρασίας και παρατεταμένη ξηρασία με περισσότερα του ενός ξηρά έτη).
6. Οι δυνητικές επιλογές.
7. Η ιεράρχηση στην ικανοποίηση της ζήτησης.
8. Το θεσμικό και νομικό πλαίσιο.
9. Οι συμμετοχικές διαδικασίες και η ανάδραση.

Τα στοιχεία που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί στο Σχεδιασμό για την αντιμετώπιση της ξηρασίας - λειψυδρίας είναι πολλά, αφορούν όμως κυρίως στον Επιχειρησιακό Σχεδιασμό και στις προσεγγίσεις διαχείρισης των φαινομένων μετά την εμφάνισή τους. Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν τα κύρια στοιχεία που θεωρούνται απαραίτητα για τον Προληπτικό Σχεδιασμό ομαδοποιημένα σε τρεις κύριους άξονες:

1. Σύστημα Προειδοποίησης: περιλαμβάνει το Σύστημα Παρακολούθησης της ξηρασίας, την απαιτούμενη υπολογιστική διαδικασία και το Σύστημα Πρόγνωσης.
2. Σύστημα εκτίμησης των διαθέσιμων αποθεμάτων στην αρχή του υδρολογικού έτους
3. Επιπτώσεις και Επιλογές: περιλαμβάνουν την Εκτίμηση των επιπτώσεων του φαινομένου, τις δυνητικές επιλογές και την ιεράρχηση στην ικανοποίηση της ζήτησης.
4. Οργανωτική Διάσταση: περιλαμβάνει το θεσμικό και νομικό πλαίσιο και τις συμμετοχικές διαδικασίες.

Στην παρουσίαση των επί μέρους τμημάτων αυτών των κύριων αξόνων περιλαμβάνονται καινοτόμες ιδέες που μπορούν να ενισχύσουν τις προληπτικές δράσεις στο μέλλον.

3.2 Σύστημα προειδοποίησης

Σύστημα Παρακολούθησης

Ο σχεδιασμός για την αντιμετώπιση της ξηρασίας δεν θα ήταν εφικτός χωρίς την ύπαρξη ενός Συστήματος Παρακολούθησης της ξηρασίας που τροφοδοτεί την οποιαδήποτε αντίδραση των αρμοδίων σε επιχειρησιακή φάση, αλλά και τις κατάλληλες επιλογές κατά τον Στρατηγικό Σχεδιασμό.

Υπολογιστική διαδικασία

Ουσιαστικά πρόκειται για μια σειρά υπολογισμών που ξεκινούν από τις μετρηθείσες ποσότητες των μετεωρολογικών παραμέτρων και καταλήγουν σε όλα τα απαραίτητα μεγέθη που απαιτούνται για την υλοποίηση του προγράμματος πρόγνωσης.

Η υπολογιστική διαδικασία είναι απαραίτητη τόσο για την προετοιμασία του συστήματος πρόγνωσης όσο και για τη λειτουργία του σε πραγματικό χρόνο.

Οι επιμέρους υπολογισμοί αναφέρονται κατά σειρά στα εξής:

- α) Επεξεργασία των συλλεχθέντων και συλλεγόμενων δεδομένων των μετεωρολογικών μεταβλητών.
- β) Υπολογισμός παραμέτρων για την εκτίμηση των δεικτών ξηρασίας (π.χ. υπολογισμός δυνητικής εξατμισοδιαπνοής).
- γ) Υπολογισμός δεικτών ξηρασίας σε διάφορες περιόδους αναφοράς (3-μηνα, 6-μηνα, 9-μηνα, κλπ).
- δ) Υπολογισμός συχνοτήτων μετάβασης του δείκτη ξηρασίας από τη μια στην άλλη περίοδο αναφοράς. (χρήση ιστορικής σειράς).
- ε) Υπολογισμός δείκτη ξηρασίας για το έτος με βάση την σε πραγματικό χρόνο γνώση της ξηρασίας σε μικρότερη χρονικά περίοδο αναφοράς. (εκτίμηση σε πραγματικό χρόνο).
- στ) Εκτίμηση των διαθέσιμων αποθεμάτων
- η) Συσχέτιση της κατάστασης ξηρασίας με τις επιπτώσεις.

Σύστημα πρόγνωσης

Με δεδομένο ένα δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών, θα παρουσιασθεί εδώ περιληπτικά το μέρος του συστήματος πρόγνωσης που αναφέρεται στη μετεωρολογική ξηρασία. Ως δείκτης ξηρασίας επιλέγεται για την παρούσα μελέτη ο SPI (ή ο aSPI), ενώ ως τελική εκτίμηση της σφοδρότητας της ξηρασίας επιλέγεται η κατάσταση στο έτος. Είναι λογικό

η περίοδος αναφοράς των 12 μηνών να αποτελεί την τελική εκτίμηση, γιατί συσχετίζεται ικανοποιητικά με τα μεγέθη της απορροής και εν γένει με τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων. Σε μερικές περιπτώσεις (και κυρίως όσον αφορά στον aSPI η περίοδος αναφοράς μπορεί να επιλέγεται ως η περίοδος των 9 μηνών.

Ας θεωρήσουμε για παράδειγμα τέσσερις (4) κλάσεις σφοδρότητας της ξηρασίας μέσω του SPI_{st}: (1): > 0, (2): 0 έως -0.5, (3): -0.5 έως -1.5 και (4): < -1.5, που ισχύουν ανεξάρτητα από την περίοδο αναφοράς. Η κατάσταση ξηρασίας στο πρώτο τρίμηνο είναι:

$$S_i^{(3)} = (\text{κλάση SPI}^{(3)})(i) \quad i = 1(1)4 \quad (5)$$

όπου i είναι η αντίστοιχη κλάση σφοδρότητας της ξηρασίας (από 1 έως 4) και ο δείκτης (3) στον εκθέτη σημαίνει περίοδος αναφοράς 3 μήνες.

Αν είναι διαθέσιμη μια μεγάλη χρονοσειρά τιμών του SPI για το πρώτο τρίμηνο κάθε έτους και ολόκληρου του αντίστοιχου έτους μπορούν να υπολογισθούν οι συχνότητες μετάβασης από την κατάσταση του τριμήνου στην κατάσταση του έτους. Έτσι για παράδειγμα υπολογίζονται οι f_{1-1} , f_{1-2} , f_{1-3} και f_{1-4} , που αντιστοιχούν σε συχνότητες μετάβασης από την πρώτη κλάση του RDI_{st} για το τρίμηνο σε όλες τις δυνατές κλάσεις για το έτος.

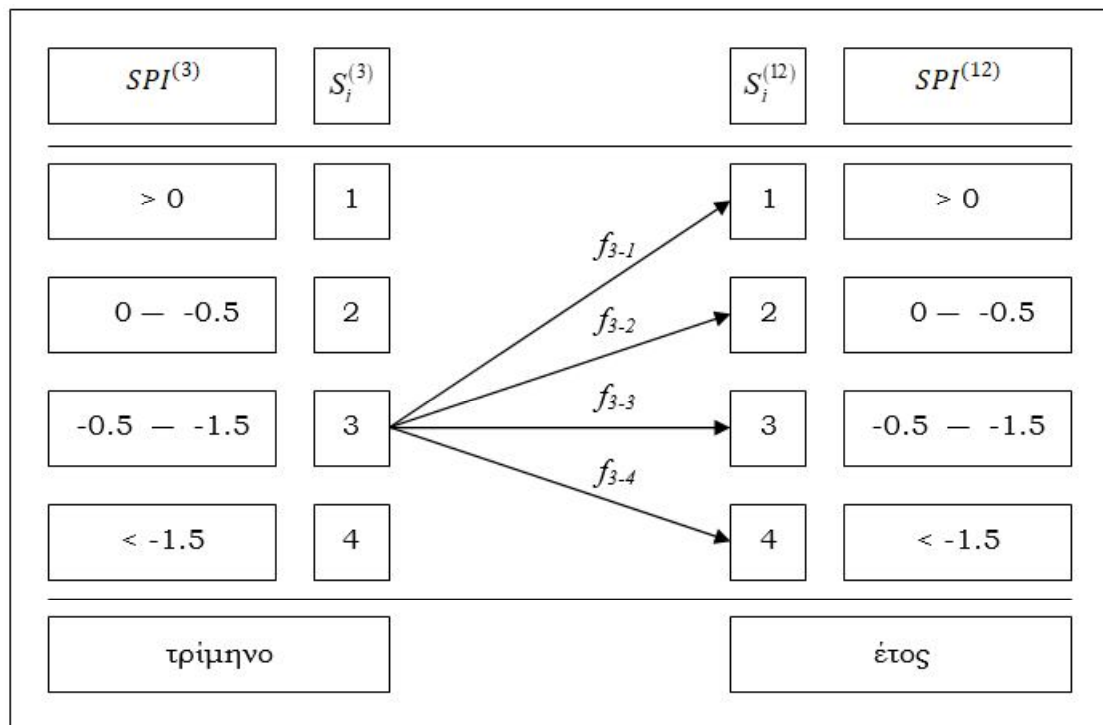
Όμοια από την ιστορική χρονοσειρά υπολογίζονται και οι λοιπές συχνότητες μετάβασης. Συνολικά οι συχνότητες μετάβασης για το συγκεκριμένο παράδειγμα είναι:

$$\left. \begin{array}{cccc} f_{1-1} & f_{1-2} & f_{1-3} & f_{1-4} \\ f_{2-1} & f_{2-2} & f_{2-3} & f_{2-4} \\ f_{3-1} & f_{3-2} & f_{3-3} & f_{3-4} \\ f_{4-1} & f_{4-2} & f_{4-3} & f_{4-4} \end{array} \right\} \quad (6)$$

Στο Σχήμα 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται σχηματικά οι συχνότητες μετάβασης f_{3-1} , f_{3-2} , f_{3-3} και f_{3-4} . Είναι προφανές ότι:

$$\sum_{i=1}^4 f_{1-i} = \sum_{i=1}^4 f_{2-i} = \sum_{i=1}^4 f_{3-i} = \sum_{i=1}^4 f_{4-i} = 1 \quad (7)$$

Με βάση τις γνωστές από το ιστορικό δείγμα συχνότητες μετάβασης η Ειδική Επιτροπή Αντιμετώπισης της ξηρασίας (Drought Task Force) μπορεί να προγνώσει την κατάσταση της ξηρασίας του έτους από το πρώτο τρίμηνο με πιθανότητες που αντιστοιχούν στις συχνότητες μετάβασης.



Σχήμα 3.1 Οι συχνότητες μετάβασης της κατάσταση σφοδρότητας της ξηρασίας f_{3-1} , f_{3-2} , f_{3-3} και f_{3-4} από το πρώτο τρίμηνο στο έτος.

Αν για παράδειγμα η κατάσταση ξηρασίας του πρώτου τριμήνου του έτους που εξετάζουμε είναι $S_3^{(3)}$ και οι συχνότητες μετάβασης (από την ιστορική σειρά) από την κατάσταση 3 του τριμήνου στο έτος είναι:

$$f_{3-1} = 0.05, f_{3-2} = 0.10, f_{3-3} = 0.50 \text{ και } f_{3-4} = 0.35$$

τότε η προσοχή της Ειδικής Επιτροπής Αντιμετώπισης της ξηρασίας πρέπει να εστιάσει στις μεγάλες πιθανότητες που είναι οι 0.50 και 0.35, που αντιστοιχούν σε κατάσταση σφοδρότητας ξηρασίας 3 και 4. Αυτή η πρόγνωση θα πρέπει να θέτει την Ειδική Επιτροπή σε κατάσταση συστηματικής προετοιμασίας ή/και σε κατάσταση επιφυλακής.

Η πρόγνωση αυτή γίνεται με αβεβαιότητα λόγω της σημαντικά μεγάλης διαφοράς στη χρονική κλίμακα. Η πρόγνωση αυτή μπορεί να βελτιωθεί αν αντί για 3-μηνο χρησιμοποιήσουμε το 6-μηνο. Στην περίπτωση αυτή, υπολογίζονται από τη διαθέσιμη χρονοσειρά των δεικτών SPI οι συχνότητες μετάβασης από το 6-μηνο στο έτος. Τέλος, ακόμη καλύτερη (σχεδόν βέβαιη) πρόβλεψη μπορεί να γίνει από το 9-μηνο στο έτος.

Όλες οι παραπάνω προγνώσεις μπορούν να χρησιμοποιούνται από την Ειδική Επιτροπή και καθώς από το 3-μηνο προχωρούμε στο 6-μηνο και μετά στο 9-μηνο οι προγνώσεις αυτές γίνονται όλο και περισσότερο αξιόπιστες, με την πιθανότητα να μετατρέπεται σταδιακά σε

βεβαιότητα για την τελική κατάσταση ξηρασίας.

Η μέθοδος αυτή πρόγνωσης έχει το πλεονέκτημα της σταδιακής σύγκλισης, λόγω του ότι η αρχική κατάσταση κάθε φορά προκύπτει για αθροιστικό διάστημα που περιλαμβάνει την προηγούμενη κατάσταση. Έτσι, η εξαμήνη αρχική κατάσταση περιλαμβάνει την τρίμηνη κατάσταση και ούτω καθεξής.

Στην περίπτωση που από την ιστορική χρονοσειρά δεν μπορούν να εξαχθούν αξιόπιστα οι συχνότητες μετάβασης, προτείνεται η παραγωγή μεγάλων συνθετικών χρονοσειρών μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης με τα γνωστά στοχαστικά μοντέλα. Από τις μεγάλες αυτές συνθετικές χρονοσειρές υπολογίζονται οι τιμές του SPI για 3, 6, 9 και 12 μήνες και επομένως μπορούν να υπολογισθούν όλες οι συχνότητες μετάβασης (από 3-μηνο στο έτος, από 6-μηνο στο έτος και από 9-μηνο στο έτος) που είναι απαραίτητες, από μεγάλο αριθμό δεδομένων.

Αν δεν ακολουθηθεί η παραπάνω μέθοδος παραγωγής συνθετικών δεδομένων και παραμείνουμε στην κατά περίπτωση διαθέσιμη χρονοσειρά, μια πιο αξιόπιστη εκτίμηση των συχνοτήτων μετάβασης μπορεί να προέλθει με τη μείωση του αριθμού καταστάσεων σφοδρότητας της ξηρασίας (π.χ. από 4 σε 3). Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται ο αριθμός των γεγονότων από τα οποία θα προκύψουν οι συχνότητες μετάβασης.

Τελευταίο αλλά σημαντικό για την επιτυχή πρόγνωση της κατάστασης της ξηρασίας στο έτος είναι η Ειδική Επιτροπή Αντιμετώπισης της ξηρασίας να έχει επεξεργασθεί τη σχέση μεταξύ τελικής κατάστασης ξηρασίας για το έτος και των αντίστοιχων αναμενόμενων επιπτώσεων. Το ύψος αυτών των επιπτώσεων αποτελεί τη διακινδύνευση (risk) που οφείλεται στο αντίστοιχο επίπεδο σφοδρότητας της ξηρασίας. Η γνώση αυτής της σχέσης και της διακινδύνευσης, θα βοηθήσει στη διαμόρφωση των μέτρων που πρέπει να λαμβάνονται κατά περίπτωση, ώστε να μειώνεται η διακινδύνευση σε επίπεδα ανεκτά από το φυσικό και κυρίως το ανθρωπογενές σύστημα.

3.3 Επιπτώσεις και επιλογές

Ο όρος «επιπτώσεις» αναφέρεται στις διάφορες συνέπειες μιας καταστροφής. Οι επιπτώσεις σχετίζονται συνήθως με την αδυναμία διαθεσιμότητας αγαθών και υπηρεσιών στο επιθυμητό επίπεδο. Η πιο συνηθισμένη κατηγοριοποίηση των επιπτώσεων είναι σε οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές, αν και τις περισσότερες φορές η διάκριση δεν είναι προφανής.

Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί, ότι οι επιπτώσεις μιας φυσικής καταστροφής στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν αποτελούν άμεσες συνέπειες του φαινομένου, καθώς πολλές άλλες δευτερεύουσες αιτίες είναι δυνατό να συμβάλλουν προς την παρατηρούμενη επίπτωση. Για παράδειγμα, η μείωση της στάθμης του νερού σε έναν ταμιευτήρα κατά τη

διάρκεια ενός γεγονότος ξηρασίας είναι μια σαφής επίπτωση του φυσικού αυτού φαινομένου, μπορεί όμως επίσης να οφείλεται στην υπερκατανάλωση νερού κατά την περίοδο πριν την ξηρασία, που με τη σειρά της μπορεί να οφείλεται σε δημογραφικές (αστικοποίηση) και οικονομικές αλλαγές.

Αν και οι επιπτώσεις της ξηρασίας δεν είναι ξεκάθαρες αλλά ούτε και μπορούν όλες να καταγραφούν, επιχειρείται εδώ μια προσπάθεια συνοπτικής παρουσίασης των κυριότερων επιπτώσεων στις τρεις κατηγορίες που προαναφέρθηκαν (προσαρμογή από Tsakiris et al., 2007; Wilhite, 1993).

(i) Οικονομικές επιπτώσεις:

- Μείωση της οικονομικής ανάπτυξης.
- Απώλειες εσόδων από τον τουριστικό τομέα και τις υπηρεσίες αναψυχής.
- Απώλειες εσόδων των κατασκευαστών και μεταπωλητών ειδών αναψυχής.
- Μείωση της αγροτικής παραγωγής.
- Αύξηση της ανεργίας λόγω της μείωσης της παραγωγής και των σχετιζόμενων με το νερό υπηρεσιών.
- Αύξηση του κόστους παροχής νερού.
- Κόστος εξεύρεσης νέων πηγών νερού για την κάλυψη των αναγκών.
- Αύξηση του κόστους μεταφοράς νερού.
- Αύξηση των αντλούμενων υπόγειων ποσοτήτων νερού και υποβάθμιση του εδάφους.
- Υποβάθμιση της αξίας της γης.
- Αύξηση της ζήτησης για ενέργεια.
- Αύξηση των τιμών των τροφίμων λόγω μείωσης της παραγωγής.
- Αύξηση του εισαγωγής τροφίμων.
- Διακοπτόμενη αστική παροχή νερού (ή ενίσχυση του καθεστώτος αυτού αν προϋπάρχει)
- Μείωση του κέρδους των υπηρεσιών παροχής νερού.
- Απώλειες εσόδων του κράτους και των δήμων μέσω των φόρων λόγω μείωσης δραστηριοτήτων.

(ii) Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:

- Προβλήματα σε είδη φυτών και ζώων.
- Υποβάθμιση υγροτόπων.
- Αύξηση του πλαγκτόν και της άλγης
- Πιέσεις στους πληθυσμούς των υπό εξαφάνιση οργανισμών.
- Αύξηση γεγονότων και σφοδρότητας πυρκαγιών.
- Διάβρωση των εδαφών.

- Υποβάθμιση των υπόγειων υδροφορέων (και λόγω της αναγκαστικής υπεράντλησης).
- Πτώση της στάθμης του νερού λιμνών και ταμιευτήρων.
- Ελάττωση της ροής από πηγές.
- Μεταβολές στις περιοχές εκβολής των ποταμών.
- Επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού (π.χ. αύξηση της αλατότητας, αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, pH, διαλυμένου οξυγόνου).
- Επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα (π.χ. σκόνη, αέριοι ρύποι).
- Υποβάθμιση του τοπίου.

(iii) Κοινωνικές επιπτώσεις:

- Αύξηση των διενέξεων μεταξύ κοινωνικών ομάδων για την προτεραιότητα στη χρήση του νερού.
- Αύξηση των διενέξεων σε πολιτικό, διαχειριστικό, επιστημονικό επίπεδο.
- Ψυχολογική και σωματική πίεση (π.χ. ανησυχία, κατάθλιψη, αίσθηση απώλειας της ασφάλειας, κοινωνικές ταραχές)
- Προβλήματα υγείας λόγω χαμηλής παροχής νερού (π.χ. αύξηση των συγκεντρώσεων σε ρύπους).
- Μείωση της πρόσληψης θρεπτικών ουσιών (υψηλό κόστος τροφής, αλλαγή διατροφικών συνηθειών εξαιτίας του στρες).
- Απειλές για τη δημόσια ασφάλεια λόγω δασικών πυρκαγιών.
- Αυξημένος κίνδυνος απωλειών ανθρώπινων ζωών.
- Εκ νέου ιεράρχηση κοινωνικών αξιών (προτεραιότητες, δικαιώματα, κλπ).
- Αναδιάρθρωση των πολιτιστικών πεποιθήσεων (θρησκευτικές και επιστημονικές απόψεις για τη φυσική καταστροφή).
- Μείωση ή αλλαγή στις δραστηριότητες αναψυχής.
- Δυσaréσκεια του κοινού απέναντι στις ηγεσίες και κοινωνικές αναταραχές.
- Απώλεια πολιτιστικών και αισθητικών αξιών.
- Μείωση της ποιότητας ζωής και αλλαγή των καθημερινών συνηθειών.
- Εξάπλωση της φτώχειας και της μετακίνησης πληθυσμών.

Εκτίμηση των επιπτώσεων

Η εκτίμηση της ξηρασίας γίνεται, όπως έχει ήδη αναφερθεί, με βάση προκαθορισμένες περιόδους αναφοράς. Πολλές φορές ωστόσο ένα γεγονός ξηρασίας που επηρεάζει μια ομάδα υπολεκανών απορροής (ή μια οποιαδήποτε περιοχή) μπορεί να συνεχίζεται με κυμαινόμενη ένταση για περισσότερο από ένα χρόνο. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν καταγραφεί αρκετά γεγονότα ξηρασίας που διαρκούν για αρκετά χρόνια με αυξανόμενη συχνότητα.

Είναι προφανές ότι οι συνέπειες μιας ετήσιας ξηρασίας είναι διαφορετικές από αυτές μιας παρατεταμένης ξηρασίας. Σε γενικές γραμμές οι επιπτώσεις μια πολυετούς ξηρασίας είναι πολύ πιο σημαντικές συγκρινόμενες με το άθροισμα των επιπτώσεων (ίσου αριθμού ετών) μη συνεχόμενων ετήσιων γεγονότων της ίδιας σφοδρότητας. Οι επιπτώσεις μια πολυετούς ξηρασίας εξαρτώνται κυρίως από τα χαρακτηριστικά του συστήματος και την τρωτότητά του (vulnerability). Ένα σύστημα με πιο ισχυρή ικανότητα ανάκαμψης, καλά προετοιμασμένο και με ανθρώπους εκπαιδευμένους που ανταποκρίνεται στις ανάγκες που προκύπτουν, αναμένεται να αντέξει στην πίεση που δημιουργείται από μια πολυετή ξηρασία με μεγαλύτερη επιτυχία από ένα λιγότερο προετοιμασμένο και πιο ευάλωτο σύστημα (Tsakiris et al., 2010).

Σημαντικό θέμα στην εκτίμηση της σοβαρότητας της κατάστασης ξηρασίας- λειψυδρίας της κάθε ομάδας υπολεκανών που εξετάζεται, αποτελεί επομένως το σύντομο ιστορικό παρελθόν (κατάσταση ξηρασίας τα προηγούμενα 1-3 έτη) καθώς και το ύψος των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων (επιφανειακών και υπόγειων) στην αρχή του υδρολογικού έτους.

Συμπερασματικά η υπεύθυνη ομάδα (task force) για κάθε ομάδα υπολεκανών ελέγχει το επίπεδο ξηρασίας του πρώτου τριμήνου κάνει πρόγνωση για την κατάσταση ξηρασίας για 6, 9, 12 μήνες και αν πρόκειται για ξηρό έτος συνυπολογίζει στο επίπεδο επικινδυνότητας για την ομάδα υπολεκανών (και το μέγεθος των επιπτώσεων) και τα διαθέσιμα αποθέματα στην αρχή του υδρολογικού έτους και την κατάσταση ξηρασίας των πιο πρόσφατων ετών.

Η επίτευξη των παραπάνω μπορεί να γίνει με αξιοπιστία και αποδοτικότητα από ένα επιχειρησιακό σύστημα παρακολούθησης και πρόγνωσης της ξηρασίας – λειψυδρίας σε πραγματικό χρόνο σε κάθε ομάδα υπολεκανών της Κρήτης. Ένα πλαίσιο δημιουργίας αυτού του επιχειρησιακού συστήματος περιγράφεται αδρομερώς στην περίληψη της εργασίας Tsakiris et al., 2019, που περιλαμβάνεται στο παράρτημα αυτού του τεύχους.

Δυνητικές επιλογές

Αν και στις περισσότερες καταστάσεις που σχετίζονται με τις συνθήκες πίεσης στους υδατικούς πόρους, φαίνεται ότι έχει δημιουργηθεί αδιέξοδο, η σε βάθος μελέτη όλων των σχετικών μεταβλητών και προϋποθέσεων αποκαλύπτει ένα μεγάλο αριθμό επιλογών και ενεργειών που είναι διαθέσιμες για τον σχεδιασμό αντιμετώπισης και για τον μετριασμό των επιπτώσεων της ξηρασίας. Η ποικιλία των επιλογών, που στην πραγματικότητα όμως είναι εφαρμόσιμες κατά περίπτωση, είναι εξαρτώμενες σε μεγάλο βαθμό από τα χαρακτηριστικά του συστήματος που επηρεάζεται από την ξηρασία ή της ομάδας υπολεκανών απορροής, τις γεωγραφικές συντεταγμένες και τις οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Οι επιλογές μπορεί επίσης να διαφέρουν ανάλογα με το αν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τον Στρατηγικό Σχεδιασμό, τη διαχείριση διακινδύνευσης λειψυδρίας ή για τη διαχείριση

σε πραγματικό χρόνο (Επιχειρησιακός Σχεδιασμός).

Ένας ενδεικτικός κατάλογος με επιλογές και ενέργειες που είναι γενικά διαθέσιμες για την αντιμετώπιση της ξηρασίας- λειψυδρίας (ή ευρύτερα της πίεσης των υδατικών πόρων) παρουσιάζεται παρακάτω (προσαρμογή από Tsakiris, 2008; Rossi et al., 2007). Οι επιλογές κατατάσσονται σε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες:

- α. Εκτίμηση σφοδρότητας της ξηρασίας - Ενημέρωση
- β. Μέτρα μείωσης της ζήτησης
- γ. Βελτιώσεις του συστήματος
- δ. Παροχή νερού έκτακτης ανάγκης

A. Εκτίμηση σφοδρότητας της ξηρασίας - Ενημέρωση

- 1. Συχνή ενημέρωση σχετικά με τη σφοδρότητα του γεγονότος ξηρασίας.
- 2. Συναντήσεις και δημόσιες συζητήσεις.
- 3. Δημιουργία Ειδικής Επιτροπής Αντιμετώπισης (Task Force).
- 4. Ανάλυση της ζήτησης και της αποδοτικότητας.
- 5. Προετοιμασία των επιλογών και των ευθυνών.
- 6. Στόχοι σε διάφορες χρήσεις.
- 7. Επίσημο αίτημα στην κεντρική κυβέρνηση και / ή την Ευρωπαϊκή Ένωση.
- 8. Προγραμματισμός των διακοπών των εργαζομένων.

B. Μέτρα μείωσης της ζήτησης

- 1. Δημόσιες εκστρατείες (καμπάνιες) ενημέρωσης για εθελοντική μείωση της ζήτησης από:
 - i. Αγρότες, βιομήχανους / βιοτέχνες, τουριστικούς πράκτορες, δημόσιο
 - ii. Ανταπόδοση και κίνητρα
- 2. Δωρεάν διανομή ή/και εγκατάσταση ειδικών συσκευών εξοικονόμησης νερού:
 - i. Εκτεταμένη εγκατάσταση μετρητών νερού (σε όλους τους τύπους των συστημάτων)
 - ii. Ρυθμιστές ροής στα ντους
 - iii. Περιορισμός ροής στα ντους
 - iv. Περιοριστές ροής τουαλέτας (toilet dams)
 - v. Συσκευές εκτοπισμού (displacement)
 - vi. Βαλβίδες μείωσης πίεσης
- 3. Περιορισμοί σε μη βασικές χρήσεις:

- i. Πλύσιμο οδοστρωμάτων
 - ii. Ξέπλυμα πεζοδρομίων
 - iii. Πλύσιμο αυτοκινήτων
 - iv. Πότισμα οικιακού γρασιδιού (γκαζόν)
 - v. Γέμισμα κολυμβητικών δεξαμενών
 - vi. Χρήση υδρόψυκτων κλιματιστικών, χωρίς επανακυκλοφορία του νερού
 - vii. Λειτουργία δημόσιων σιντριβανιών / βρυσών
 - viii. Άρδευση πάρκων
 - ix. Άρδευση γηπέδων γκολφ
 - x. Άρδευση των πολυετών και ανθεκτικών στην ξηρασία καλλιεργειών
4. Απαγόρευση επιλεγμένων εμπορικών και καθιερωμένων χρήσεων:
- i. Πλυντηρίων αυτοκινήτων
 - ii. Χρήσης ντους σε δημόσια κτήρια
 - iii. Πότισμα μη σημαντικών φυτών
5. Τιμολόγηση έκτακτης ανάγκης (κατά το γεγονός ξηρασίας):
- i. Χρέωση αρδευτικού νερού με βάση τον όγκο
 - ii. Τιμολόγιο Ξηρασίας (ειδική χρέωση για άρδευση)
 - iii. Προσαύξηση ξηρασίας επί του συνόλου των λογαριασμών ύδρευσης
 - iv. Χρέωση καλοκαιρινής χρήσης
6. Ορθολογικός προγραμματισμός
- i. Κατανομή του αρδευτικού νερού ανά περιοχή και είδος καλλιέργειας
 - ii. Κατανομή νερού οικιακής χρήσης κατά κεφαλήν
 - iii. Κατανομή νερού οικιακής χρήσης ανά νοικοκυριό
 - iv. Κατανομή νερού οικιακής χρήσης πριν από την πραγματική χρήση
 - v. Ποσοστιαία μείωση των εμπορικών και καθιερωμένων χρήσεων
 - vi. Ποσοστιαία μείωση της βιομηχανικής χρήσης
 - vii. Πλήρης κλείσιμο των βιομηχανιών και εμπορικών επιχειρήσεων, με υψηλή χρήση νερού

Γ. Βελτιώσεις του συστήματος

- 1. Πρωτογενείς πηγές νερού
- 2. Μονάδα επεξεργασίας νερού
- 3. Δίκτυο διανομής:
 - i. Μείωση της πίεσης του συστήματος στο ελάχιστο δυνατό επίπεδο

- ii. Υλοποίηση ενός προγράμματος εντοπισμού διαρροών και επισκευών
 - iii. Διακοπτόμενη υδροληψία
4. Επιλογή επιθεώρησης μεμονωμένων νοικοκυριών για επισκευές

Δ. Παροχή νερού έκτακτης ανάγκης

1. Μεταφορές μεταξύ διαφορετικών χρήσεων
 - i. Αγορά των δικαιωμάτων του νερού για άρδευση
 - ii. Σχεδιαζόμενη ανακατανομή της άρδευσης για τις δημοτικές χρήσεις
 - iii. Εμπόριο νερού (water trading), τράπεζες νερού (water banks)
2. Μεταφορές μεταξύ διαφορετικών περιοχών
 - i. Διασυνδέσεις επείγουσας ανάγκης μεταξύ περιοχών
 - ii. Εισαγωγή νερού με φορητά
 - iii. Εισαγωγή νερού με βαγόνια τρένων
3. Εκτροπές πολλαπλού σκοπού
 - i. Μείωση της απελευθέρωσης νερού ταμιευτήρων για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας
 - ii. Μείωση της απελευθέρωσης νερού ταμιευτήρων για τον έλεγχο των πλημμύρων
 - iii. Εκτροπή νερού που διατίθεται για λόγους αναψυχής
 - iv. Μείωση των ελάχιστων απαιτήσεων οικολογικής παροχής ποταμών
- δ. Βοηθητικές πηγές έκτακτης ανάγκης
 - i. Αξιοποίηση ανεκμετάλλετων λιμνών
 - ii. Αξιοποίηση του νεκρού όγκου ταμιευτήρων
 - iii. Υφάλμυρες πηγές

Ορθολογική ιεράρχηση της ικανοποίησης της ζήτησης

Πέρα από τη γενική επιλογή των έργων και των μέτρων για την αντιμετώπιση της ξηρασίας και των επιπτώσεών της στους διάφορους τομείς δραστηριοτήτων, υπάρχει πάντα το πρόβλημα της διανομής των μειωμένων ποσοτήτων νερού που είναι διαθέσιμες κατά τη διάρκεια ενός έτους ξηρασίας.

Για την ορθολογική διανομή αυτών των ποσοτήτων νερού η Ειδική Επιτροπή Αντιμετώπισης της ξηρασίας (Task Force) έχει την υποχρέωση να καταρτίσει ένα πίνακα με ιεραρχημένες ανάγκες, ώστε να ικανοποιούνται αυτές που πραγματικά έχουν προτεραιότητα.

Για την κατάρτιση αυτού του πίνακα πρέπει πρώτα να υπολογίζονται οι διαθέσιμες

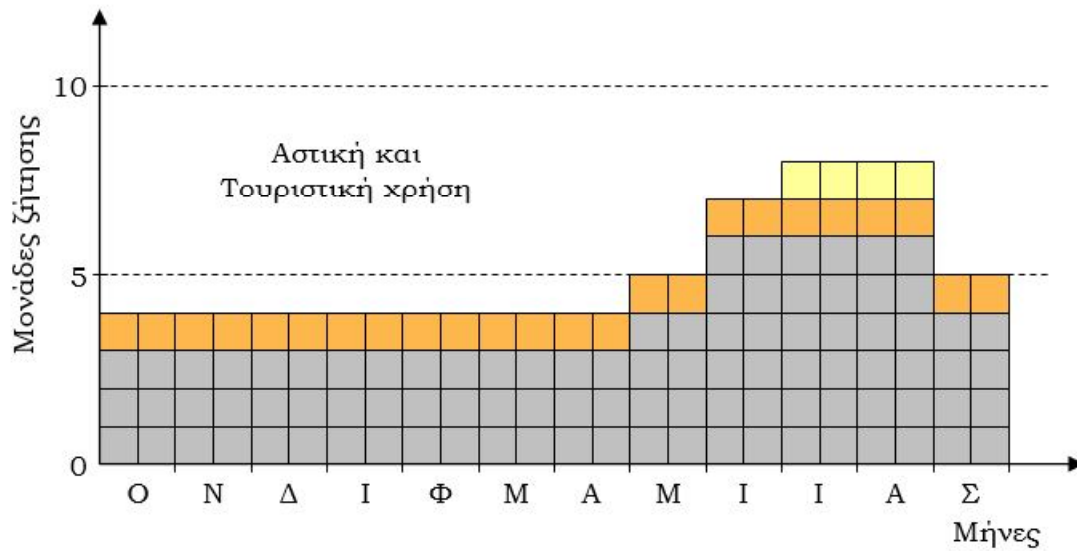
ποσότητες νερού, όπως προβλέπονται από ένα σύστημα πρόβλεψης που είναι διαθέσιμο στην Ειδική Επιτροπή. Αμέσως μετά, η Ειδική Επιτροπή πρέπει να καταρτίσει πίνακα με όλες τις μονάδες ζήτησης για κάθε περίοδο και να ελέγξει κατά πόσο το σύστημα μεταφοράς και διανομής είναι επαρκές για τη μεταφορά και διανομή των ποσοτήτων της ζήτησης. Οι μονάδες ζήτησης χαρακτηρίζονται από ένα μοναδιαίο όγκο απαιτούμενο για συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Επιπλέον, κάθε μονάδα ζήτησης χαρακτηρίζεται από αντίστοιχη προτεραιότητα.

Το σύστημα προτεραιοτήτων ικανοποίησης της ζήτησης, αν και διαμορφώνεται από την Ειδική Επιτροπή, εντούτοις, συμφωνείται με τους ενδιαφερόμενους φορείς και το κοινό, σε χρόνο που δεν πλησιάζει την περίοδο ξηρασίας. Το σύστημα προτεραιοτήτων απηχεί τις απόψεις κάθε κοινωνίας και προσιδιάζεται στο πλαίσιο των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κάθε τόπου.

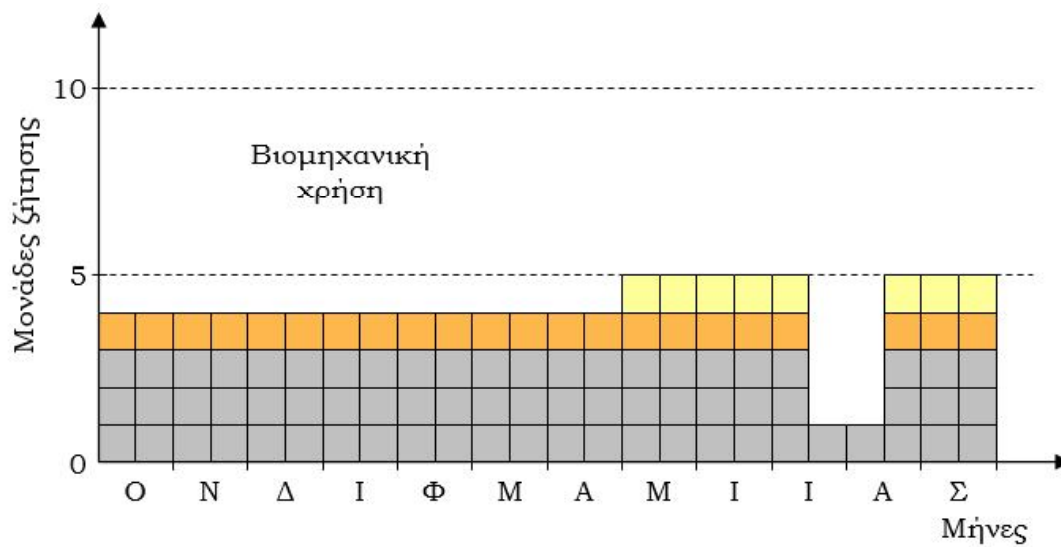
Οι μονάδες ζήτησης για όλες τις χρήσεις μπαίνουν στο ίδιο διάγραμμα και για ευκολία στην κατανόηση χαρακτηρίζονται με το αντίστοιχο χρώμα κάθε προτεραιότητας. Από τις επιμέρους χρήσεις προκύπτει ενιαίο διάγραμμα (ή πίνακας) στο οποίο εύκολα αποκλείεται η ικανοποίηση της ζήτησης με μικρή προτεραιότητα.

Η παρουσίαση της μεθοδολογίας που προτείνεται γίνεται πιο παραστατική με τη χρήση ενός συνθετικού παραδείγματος που παρουσιάζεται στα Σχήματα 3.2, 3.3, 3.4 και 3.5 που ακολουθούν.

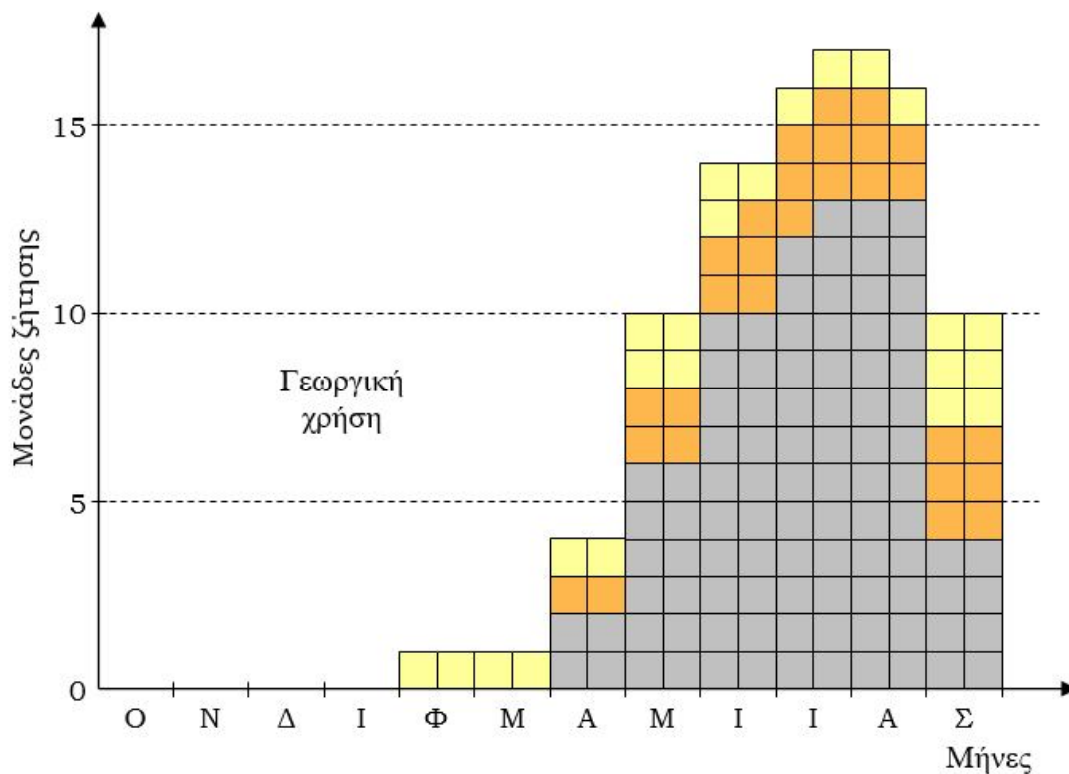
Στο παράδειγμα γίνεται η υπόθεση ότι οι μονάδες ζήτησης κατανέμονται χρονικά σε περιόδους 15ημέρου (δηλαδή δύο περίοδοι τον μήνα), χαρακτηρίζονται δε με τρεις βαθμίδες προτεραιότητας I, II και III, που φαίνονται με τα αντίστοιχα χρώματα γκρι, πορτοκαλί και κίτρινο στα Σχήματα 3.2 – 3.5. Οι μονάδες προτεραιότητας I θεωρούνται υψίστης σημασίας και πρέπει να ικανοποιούνται κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες. Οι μονάδες προτεραιότητας II θεωρούνται σημαντικές και αποτελούν ανάγκες που η μη ικανοποίησή τους έχει επιπτώσεις στους τομείς δραστηριότητας στους οποίους ανήκουν. Όμως σε συνθήκες ακραίων συνθηκών λειψυδρίας θα μπορούσαν να μην ικανοποιηθούν γιατί τα αποτελέσματά τους δεν συντελούν σε καταστροφικά γεγονότα. Τέλος οι μονάδες προτεραιότητας III είναι οι ποσότητες που μπορούν να μην ικανοποιηθούν με σχετικά μικρά αρνητικά αποτελέσματα (π.χ. αλλαγή συνηθειών, περιορισμοί στη σπατάλη κλπ).



Σχήμα 3.2 *Ιεράρχηση μονάδων ζήτησης για την κατά προτεραιότητα ικανοποίησή τους κατά τη διάρκεια ξηρασίας σε σχέση με την αστική και τουριστική χρήση.*



Σχήμα 3.3 *Ιεράρχηση μονάδων ζήτησης για την κατά προτεραιότητα ικανοποίησή τους κατά τη διάρκεια ξηρασίας σε σχέση με την βιομηχανική χρήση.*



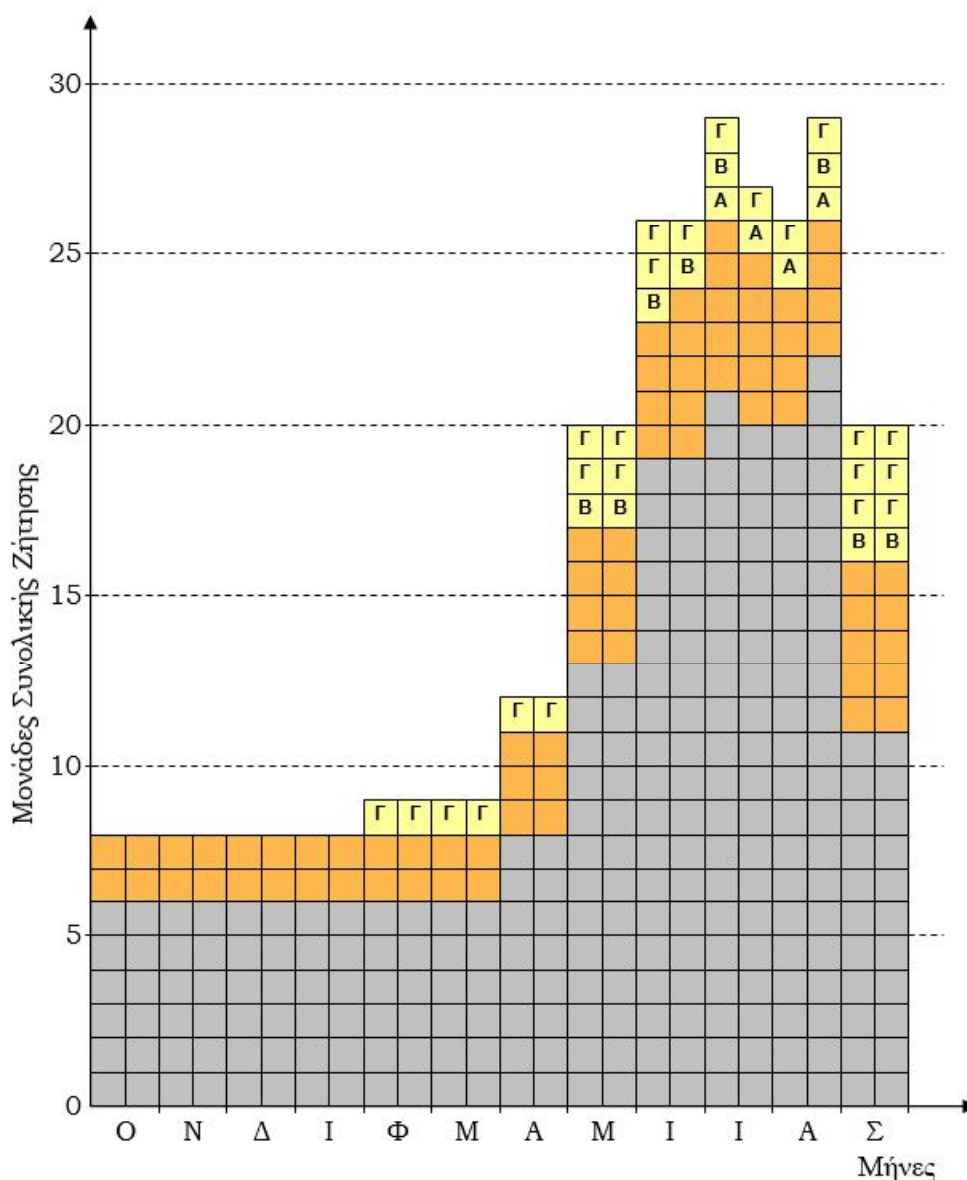
Σχήμα 3.4 *Ιεράρχηση μονάδων ζήτησης για την κατά προτεραιότητα ικανοποίησή τους κατά τη διάρκεια ξηρασίας σε σχέση με την γεωργική χρήση.*

Στα Σχήματα 3.2 -3.4 παρουσιάζονται τα διαγράμματα με τις μονάδες ζήτησης για

- α) Αστική και Τουριστική χρήση
- β) Βιομηχανική χρήση, και
- γ) Γεωργική χρήση

Τέλος, ολοκληρωμένα οι μονάδες ζήτησης όλων των χρήσεων παρουσιάζονται στο διάγραμμα του Σχήματος 3.5. Από την παραστατική εικόνα ενός τέτοιου διαγράμματος δίνεται η δυνατότητα ακόμη και σε μη ειδικούς να κατανοήσουν τα περιθώρια περιορισμού της κατανάλωσης με τις αντίστοιχες αναμενόμενες επιπτώσεις.

Αν πέρα από τις προτεραιότητες υπάρχει ιεράρχηση στην ικανοποίηση των αναγκών για διάφορες χρήσεις, αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη θέση κάθε χρήσης στο διάγραμμα. Στο παράδειγμα, η ιεράρχηση που έχει υιοθετηθεί είναι η ικανοποίηση πρώτα της Αστικής και Τουριστικής χρήσης, κατόπιν της βιομηχανικής χρήσης και τελευταία της Γεωργικής χρήσης. Αυτό φαίνεται στο διάγραμμα του Σχήματος 3.5 με τα γράμματα «Α», «Β», «Γ» αντίστοιχα, μόνο για την προτεραιότητα ΙΙΙ.



Σχήμα 3.5 *Ιεράρχηση συνολικών μονάδων ζήτησης για την κατά προτεραιότητα ικανοποίησή τους κατά τη διάρκεια ξηρασίας.*

Με βάση το παράδειγμα των διαγραμμάτων των Σχημάτων 3.2 – 3.5, αν η διαθέσιμη ποσότητα νερού ήταν αποθηκευμένη και εξασφαλισμένη για ικανοποίηση των προτεραιοτήτων Ι και ΙΙ, τότε θα μπορούσαν να εξοικονομηθούν 35 μονάδες νερού. Στην περίπτωση που η διαθέσιμη ποσότητα ήταν αρκετά μειωμένη ώστε να μπορεί να ικανοποιήσει μόνο τις μονάδες ζήτησης προτεραιότητας Ι, η συνολική εξοικονόμηση θα έφτανε τις $35 + 75 = 110$ μονάδες νερού.

Αν η διαθεσιμότητα του νερού είναι χρονικά εξαρτημένη (π.χ. υδροδότηση από ποταμό μέσω φράγματος εκτροπής) τότε επίσης το παραστατικό διάγραμμα δείχνει ποιες ποσότητες

δεν μπορούν να ικανοποιηθούν, με ένα επιπλέον καθοριστικό χαρακτηριστικό που είναι το 15θήμερο στο οποίο ανήκουν.

Συμπερασματικά, εκτός των προγραμμάτων μαθηματικής βελτιστοποίησης ή πολυκριτηριακής ανάλυσης υπάρχουν και τρόποι περισσότερο παραδοσιακοί αλλά αποδοτικοί για την ορθολογική επιλογή μη ικανοποίησης κάποιων μονάδων ζήτησης στους αντίστοιχους χρόνους. Η μέθοδος αυτή που ονομάστηκε από το συγγραφέα της διατριβής ως «τοίχος με τούβλα» (brick wall) αν και απλή στην κατανόησή της (συνεπώς κατάλληλη για χρήση από ανθρώπους μη απαραίτητα ειδικούς) προϋποθέτει σημαντική προετοιμασία για τον καθορισμό των προτεραιοτήτων από την Ειδική Επιτροπή Αντιμετώπισης της Ξηρασίας σε συνεργασία (αποδοχή) από όλους τους ενδιαφερόμενους.

3.4 Οργανωτική διάσταση

Θεσμικό και νομικό πλαίσιο

Σε θεσμικό επίπεδο, τη σημαντικότερη πρωτοβουλία για την αντιμετώπιση της ξηρασίας αποτελεί η δημιουργία της Ειδικής Επιτροπής Αντιμετώπισης της ξηρασίας (Drought Task Force). Στη συνέχεια είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός πλαισίου, που θα διέπει τις σχέσεις μεταξύ οργανισμών και φορέων, όχι μόνο για τη βέλτιστη αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων, αλλά και για τη βελτίωση των μελλοντικών δράσεων που θα περιορίσουν την επίδραση της ξηρασίας στα διάφορα συστήματα. Η αντιμετώπιση δηλαδή της ξηρασίας, απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που δεν βασίζεται μόνο στις φυσικές διεργασίες, αλλά και στις κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες μιας περιοχής. Καμία διαχειριστική δράση, νομοθεσία ή στρατηγική δεν μπορεί να ανταποκριθεί από μόνη της σε όλες τις πλευρές και να επιτύχει όλους τους σκοπούς για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της ξηρασίας.

Το θεσμικό πλαίσιο που διέπει την ξηρασία θα πρέπει να μπορεί να ανταποκριθεί στις εξής κύριες ερωτήσεις:

- Πως αλληλεπιδρούν οι διάφοροι οργανισμοί και φορείς των επίσημων ή ανεπίσημων δικτύων αντιμετώπισης της ξηρασίας;
- Ποιες είναι οι ιεραρχίες και ποιοι οι τρόποι επικοινωνίας;
- Ποιοι είναι οι άμεσα ενδιαφερόμενοι;
- Ποιος είναι ο βαθμός επιρροής και εξάρτησης των αποφάσεων στους ενδιαφερόμενους;

Η μεθοδολογία ανάπτυξης του θεσμικού πλαισίου θα πρέπει να ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Δημιουργία ενός νοητού μοντέλου οργανισμών και φορέων και περιγραφή του

νομικού πλαισίου στα διάφορα επίπεδα ενδιαφέροντος (τοπικό, περιφερειακό, επίπεδο χώρας)

- Συλλογή πρόσθετων πληροφοριών και προσδιορισμό των υπεύθυνων λήψης αποφάσεων και των ενδιαφερόμενων που επηρεάζονται από τις αποφάσεις κάθε φορέα.
- Επαλήθευση της δομής του μοντέλου.
- Ανάλυση των δυνατών και αδύνατων σημείων των οργανωτικών διεργασιών και της ιεραρχικής δομής των φορέων.
- Συζήτηση των προκλήσεων και των ευκαιριών για τη βελτίωση του σχεδιασμού για την ξηρασία.

Το σημαντικότερο ωστόσο στοιχείο της οργανωτικής διαδικασίας για την ξηρασία παραμένει η εξασφάλιση και η οργάνωση της συμμετοχής όλων των ενδιαφερόμενων ομάδων και του κοινού στη λήψη αποφάσεων. Οι συμμετοχικές διαδικασίες, που κερδίζουν συνεχώς έδαφος, αποτελούν την καλύτερη πορεία προς την εξασφάλιση λειτουργικού σχεδιασμού για την ξηρασία.

Ολοκληρωμένες διαχειριστικές προτάσεις για τη διασύνδεση και τις αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων στην αντιμετώπιση της ξηρασίας φορέων, έχουν διατυπωθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Η πρόταση των Rossi et al (2007) αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα διασύνδεσης φορέων και ελέγχου αρμοδιοτήτων που έρχεται σε συμφωνία και με τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το κύριο νομικό πλαίσιο για τον σχεδιασμό και την αντιμετώπιση της ξηρασίας προσδιορίζεται από την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το Νερό. Σύμφωνα με την οδηγία ο σχεδιασμός και η αντιμετώπιση πρέπει να γίνεται σε επίπεδο υδατικού συστήματος, όπως θα προσδιοριστεί λεπτομερώς από κάθε χώρα. Η οδηγία δεν ορίζει συγκεκριμένες δράσεις αντιμετώπισης του κινδύνου ξηρασίας, όμως οι γενικότερες υποχρεώσεις που απορρέουν από αυτή, όπως η παρακολούθηση της κατάστασης των νερών και η σύνταξη και εφαρμογή σχεδίων διαχείρισης σε επίπεδο υδατικού συστήματος, καλύπτουν ως ένα βαθμό και τον Σχεδιασμό για την ξηρασία.

Σε επίπεδο Εθνικής νομοθεσίας, η διαχείριση υδατικών πόρων στην Ελλάδα διέπεται από τον Ν. 1739/1987, όπως επίσης και από τον Ν. 1650/1986 για την προστασία του περιβάλλοντος. Η κυριότερη προσπάθεια νομοθετικής ρύθμισης ωστόσο, έρχεται με την υιοθέτηση της Οδηγίας Πλαίσιο από τον Ν. 3199/2003, ο οποίος επικυρώθηκε στην Ελληνική Βουλή στις 12 Νοεμβρίου του 2003.

Η χώρα μας υπέγραψε επίσης τη Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών για την καταπολέμηση της ερημοποίησης (UNCCD) το 1994, την οποία επικύρωσε η Ελληνική Βουλή το 1997. Σε

εφαρμογή της συγκεκριμένης Συνθήκης ιδρύθηκε και η Εθνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης το 2002, χωρίς να είναι ιδιαίτερα γνωστή η δράση της.

Μια εξειδικευμένη νομοθεσία σχετικά με την ξηρασία κρίνεται πλέον σημαντική και αναμένεται τόσο σε κάθε κράτος ξεχωριστά όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Η δημιουργία ολοκληρωμένων Σχεδίων Αντιμετώπισης Ξηρασίας σε κάθε κράτος θα λύσει τόσο θεσμικά όσο και οργανωτικά προβλήματα και θα θωρακίσει την κάθε χώρα απέναντι στον κίνδυνο της ξηρασίας.

Συμμετοχικές διαδικασίες

Η τάση που κυριαρχεί παγκόσμια τα τελευταία χρόνια στο δυτικό κόσμο είναι η συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων, τουλάχιστον στα θέματα που σχετίζονται με το περιβάλλον. Η διαχείριση των υδατικών πόρων αλλά και της έλλειψής τους, αποτελούν από τα κυρίαρχα θέματα στα οποία τόσο η πλήρης και διαφανής ενημέρωση του κοινού, όσο και η συμμετοχή του στη διαμόρφωση των αποφάσεων ή τουλάχιστον η αποδοχή τους, θεωρείται μεγάλης σημασίας. Όπως θα αναπτυχθεί και στη συνέχεια, η σύγχρονη Ευρωπαϊκή προσέγγιση του θέματος, απαιτεί τουλάχιστον την αποδοχή των όποιων αποφάσεων από όλους τους κοινωνικούς φορείς (stakeholders) πριν την εφαρμογή τους, ώστε οι διενέξεις μεταξύ των διαφόρων ενδιαφερόμενων ομάδων να μειώνονται στο ελάχιστο.

Μεταξύ των κύριων λόγων για το αυξανόμενο ενδιαφέρον στις συμμετοχικές διαδικασίες είναι η αδυναμία της αντιπροσωπευτικής δημοκρατίας, η επιστημονική αβεβαιότητα και πολυπλοκότητα, η αναποτελεσματικότητα στην εφαρμογή της πολιτικής και οι συγκρούσεις συμφερόντων μεταξύ των διαφορετικών ομάδων που κυρίως δέχονται τόσο τις συνέπειες των φαινομένων όσο και των μέτρων αντιμετώπισής τους (Pimbert and Wakeford, 2001). Η αδυναμία της αντιπροσωπευτικής δημοκρατίας αναφέρεται κυρίως στην πεποίθηση ομάδων του κοινού ή και μεμονωμένων ανθρώπων, ειδικά όσον θεωρούνται ή αισθάνονται μη προνομιούχοι, ότι εξαιρούνται από τις αποφάσεις που επηρεάζουν τη ζωή τους. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται από την κεντρική (και συνήθως απομακρυσμένη από τους χώρους που υφίστανται τις συνέπειες) κυβέρνηση, συχνά δεν κατορθώνουν να αφογκραστούν και να ενσωματώσουν την θέληση των πολιτών. Από την άλλη πλευρά, τα περιβαλλοντικά προβλήματα, συμπεριλαμβανομένων και των φυσικών καταστροφών όπως η ξηρασία, είναι πολύ σύνθετα, με πολλές αβεβαιότητες και κινδύνους. Όπως έχει ειπωθεί επανειλημμένα, η πολύπλοκη φύση της ξηρασίας δεν επιτρέπει στους επιστήμονες να παρέχουν μοναδική και αδιαμφισβήτητη πληροφορία κατά τη διάρκεια εξέλιξης ενός φαινομένου. Κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της εμπιστοσύνης του κοινού απέναντι στους επιστήμονες και ειδικούς του χώρου. Η εφαρμογή της πολιτικής έχει επίσης αποδειχθεί αναποτελεσματική σε πολλές περιπτώσεις. Οι κεντρικές πολιτικές συχνά

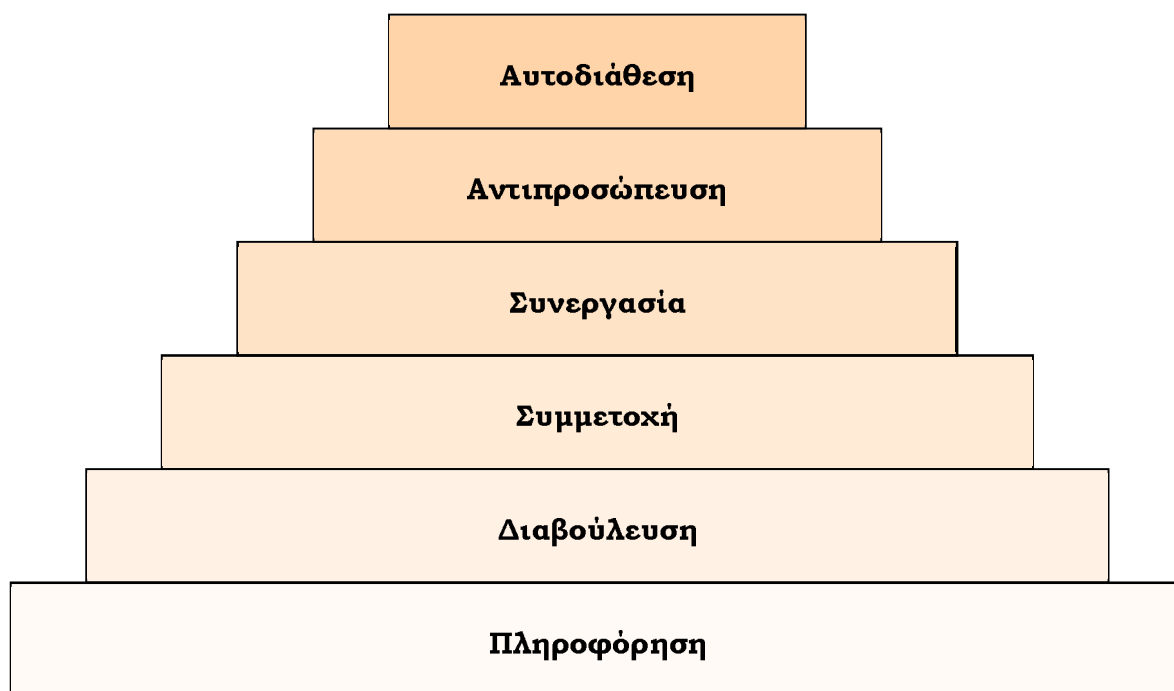
αποτυγχάνουν να φέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Οι συμμετοχικές διαδικασίες από την άλλη πλευρά, έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την ποιότητα της λήψης αποφάσεων αντλώντας γνώσεις από τις τοπικές κοινωνικές ομάδες και περιορίζοντας τις συγκρούσεις μεταξύ των ομάδων αυτών, κυρίως στο στάδιο του σχεδιασμού και της λήψης αποφάσεων. Η διαδικασία αυτή, βοηθά ώστε η εφαρμογή της πολιτικής να είναι περισσότερο νόμιμη, αποτελεσματική, αποδοτική και βιώσιμη. Τέλος, ο αποκλεισμός κοινωνικών ομάδων από τις αποφάσεις οδηγεί με πολύ μεγάλη πιθανότητα σε συγκρούσεις κυρίως κατά τη διαδικασία εφαρμογής των αποφάσεων αυτών. Οι συναινετικές αποφάσεις, κυρίως με τη συμμετοχή των ομάδων που αντιμετωπίζουν τις συνέπειες τόσο του φαινομένου όσο και των μέτρων αντιμετώπισής του, μπορεί να ελαχιστοποιήσουν τις δημιουργούμενες εντάσεις.

Οι κύριοι στόχοι της συμμετοχικής διαδικασίας περιλαμβάνουν:

- Ενημέρωση των συμμετεχόντων και αύξηση της ευαισθητοποίησης του κοινού
- Βελτίωση της ποιότητας των αποφάσεων, με την ενσωμάτωση σ' αυτές της γνώσης των τοπικών κοινωνικών ομάδων της περιοχής που πλήττεται από την καταστροφή
- Αναγνώριση περιθωριοποιημένων φωνών και ανάπτυξη αμοιβαίας κατανόησης μεταξύ των συμμετεχόντων
- Επίτευξη συμφωνιών και όπου είναι εφικτό ομόφωνων αποφάσεων
- Μείωση συγκρούσεων μεταξύ κοινωνικών ομάδων με αντικρουόμενα συμφέροντα και επίσπευση της εφαρμογής της πολιτικής μετά τη συναινετική λήψη αποφάσεων.
- Ενδυνάμωση των τοπικών κοινοτήτων για ανάληψη δράσης

Η βασικότερη πτυχή του πλαισίου συμμετοχής του κοινού στη διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι η διάρθρωση των επιπέδων συμμετοχής. Στο χαμηλότερο επίπεδο συναντά κανείς την απλή πληροφόρηση, όσον αφορά στο περιεχόμενο και τη διαδικασία της απόφασης. Οι σχετικές πληροφορίες γίνονται διαθέσιμες στα ενδιαφερόμενα μέρη και στο κοινό μέσω τυποποιημένων τεχνικών διάδοσης. Το επόμενο επίπεδο αφορά στη διαβούλευση. Το κοινό καλείται (υπό την ευθύνη των αρχών) να υποβάλει σχόλια σε γραπτή μορφή ή να τα παρουσιάσει προφορικά σε συναντήσεις, ακροάσεις κλπ. Στην πιο «δεσμευτική» μορφή της διαβούλευσης, οι υπεύθυνοι για τη λήψη αποφάσεων δεν μπορούν απορρίψουν τα σχόλια των συμμετεχόντων χωρίς αιτιολόγηση. Ένα επίπεδο πιο πάνω είναι η συμμετοχή, στην οποία οι αρχές είναι υποχρεωμένες να ενσωματώσουν μερικά από τα σχόλια του κοινού στην τελική απόφαση και να εξηγήσουν επαρκώς γιατί απέρριψαν τα υπόλοιπα. Αν αναλογιστούμε τα επίπεδα συμμετοχής ως μια «σκάλα» με τη μορφή που παρουσιάστηκε από τον Arnstein (1969), τα επόμενα στάδια εκτείνονται από συνεργασία μεταξύ των αρχών και του κοινού, μέχρι την αντιπροσώπευση κατά την οποία οι αποφάσεις των επιλεγμένων επιτροπών των πολιτών εφαρμόζονται από τους υπεύθυνους. Στην κορυφή της σκάλας βρίσκεται η αυτοδιάθεση. Στην αυτοδιάθεση εφαρμόζονται πιο ριζοσπαστικές δημοκρατικές

οργανωτικές μορφές, στις οποίες οι κοινότητες έχουν την δύναμη να λαμβάνουν και να εφαρμόζουν αποφάσεις.



Σχήμα 3.6 Τα επίπεδα συμμετοχής του κοινού (προσαρμογή από τους Videira et al., 2006 και IAP2, 2007).

Μια άλλη σημαντική πτυχή του πλαισίου για συμμετοχή του κοινού είναι το πού και το πότε θα πραγματοποιηθεί αυτή η συμμετοχή. Η συμμετοχή των κοινωνικών φορέων και μεμονωμένων ενδιαφερόμενων μπορεί να λάβει χώρα σε διάφορα στάδια της διαδικασίας. Μια τυπική τέτοια διαδικασία μπορεί να χωριστεί σε τρεις κύριες φάσεις: την φάση πριν την απόφαση (περιλαμβάνει των αναγνώριση του προβλήματος και την κατάστρωση του Σχεδίου), την φάση της απόφασης και την φάση μετά την απόφαση. Ένας γενικός κανόνας είναι ότι η συμμετοχή του κοινού θα πρέπει να πραγματοποιείται σε ολόκληρη τη διαδικασία λήψης αποφάσεων ενός σχεδίου ή μιας δέσμης μέτρων. Είναι σημαντικό, να συμπεριληφθεί από νωρίς το κοινό στη διαδικασία και να μην περιοριστεί στη φάση εφαρμογής ή σε υποπτυχές της υλοποίησης του Σχεδίου, όπου σημαντικές αποφάσεις έχουν ήδη παρθεί (UNEP/PAP/RAC, 2007). Ιδανικά, η συμμετοχή του κοινού θα πρέπει να αρχίζει πριν ακόμα το πρόβλημα εντοπιστεί με ακρίβεια. Είναι προφανές, ότι ένα σχέδιο δε μπορεί να είναι επιτυχημένο χωρίς την άποψη αυτών που θα το εφαρμόσουν και θα ζήσουν με αυτό. Από την άλλη πλευρά, η γνώση των ανθρώπων μπορεί να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες και ιδέες για τη δημιουργία εναλλακτικών στρατηγικών. Επιπλέον, διαφορετικές ομάδες ενδιαφερόμενων και κοινωνικών εταίρων μπορούν να αντιστοιχίσουν διαφορετικό βάρος και διαφορετικά κριτήρια σε εναλλακτικές λύσεις, αφού οι συνέπειες μιας διαδικασίας μπορεί να

είναι διαφορετικές ανάμεσα στις διαφορετικές ομάδες και μια αρνητική συνέπεια για μια ομάδα μπορεί να ωφελήσει μια άλλη.

Η απάντηση στην ερώτηση «ποίοι πρέπει να συμμετέχουν;» είναι ένα ακόμη κρίσιμο στοιχείο που πρέπει να καλυφθεί. Πρέπει φυσικά να σημειωθεί, ότι η επιλογή των συμμετεχόντων εξαρτάται κυρίως από το περιεχόμενο και τους στόχους της συμμετοχικής διαδικασίας. Στις περισσότερες των περιπτώσεων όλοι πρέπει να έχουν τη δυνατότητα συμμετοχής. Ωστόσο οι πιο πιθανοί συμμετέχοντες, όπως αναφέρονται στις οδηγίες για τη συμμετοχή του κοινού σε σχέση με την Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο για τους υδατικούς πόρους (Guidance on Public Participation in relation to the WFD) που αναπτύχθηκε ως τμήμα της Κοινής Στρατηγικής Υλοποίησης της οδηγίας (WFD Common Implementation Strategy), είναι οι ειδικοί που σχετίζονται με τη διαχείριση και επομένως και την έλλειψη νερού, αρχές και εκλεγμένοι αντιπρόσωποι, τοπικές ομάδες και μη επαγγελματικά οργανωμένες ομάδες, καθώς και μεμονωμένοι πολίτες (ComEC, 2002). Εν συντομία θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι στην κατηγορία των επαγγελματιών περιλαμβάνονται επιστημονικά στελέχη δημόσιων και ιδιωτικών οργανισμών, επαγγελματικών και εθελοντικών ομάδων και κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών Μη Κυβερνητικών Οργανώσεων (ΜΚΟ). Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται επίσης οι επιχειρήσεις, η βιομηχανία, οι ασφαλιστικοί όμιλοι και η ακαδημαϊκή κοινότητα. Στην κατηγορία των Αρχών και των εκλεγμένων αντιπροσώπων περιλαμβάνονται οι κυβερνητικές υπηρεσίες, οι δημόσιες υπηρεσίες και η τοπική αυτοδιοίκηση. Οι τοπικές και μη επαγγελματικά οργανωμένες ομάδες που δραστηριοποιούνται σε τοπικό επίπεδο, μπορούν να διαχωριστούν σε: κοινότητες με βάση τη θέση (π.χ. κάτοικοι, ενώσεις και τοπικά συμβούλια) και κοινότητες με βάση το ενδιαφέρον (π.χ. ομάδες αγροτών, αλιέων, κλπ). Τέλος, στην κατηγορία των μεμονωμένων πολιτών περιλαμβάνονται μεμονωμένοι πολίτες, αγρότες, ιδιοκτήτες γης και εταιρείες που εκπροσωπούν τον εαυτό τους.

Η ανάμειξη των πολιτών είναι επίσης σημαντική κατά τη διάρκεια της «παρακολούθησης και αξιολόγησης», η οποία αποτελεί τη μετά την απόφαση φάση. Επιτροπές πολιτών μπορούν να παρακολουθούν τη συμμόρφωση των αρχών με ένα συμφωνημένο σχέδιο και όρους και να παρέχουν ανατροφοδότηση για αξιολόγηση των συνεπειών και των αποτελεσμάτων.

Η συμμετοχή του κοινού μπορεί, επίσης, να μειώσει τις συγκρούσεις σε αμφισβητήσιμες αποφάσεις, όπως έγκριση μέτρων αντιμετώπισης της ξηρασίας, αποφάσεις για πρότυπα ποιότητας και επίπεδα επεξεργασίας ή παρακολούθησης, κατανομή των αποζημιώσεων για τις ζημιές μεταξύ των διαφόρων ομάδων κλπ. Τέλος, είναι σκόπιμο να δημιουργηθεί μια μόνιμη οργανωτική δομή για συμμετοχή όλων των ενδιαφερομένων στη λήψη ή την επεξεργασία των αποφάσεων για την αντιμετώπιση της έλλειψης νερού. Αυτό θα

έχει σαν αποτέλεσμα λιγότερη προσπάθεια στο μέλλον, αφού οι διαδικασίες και τα εργαλεία δε θα χρειάζεται να αναθεωρούνται κάθε φορά που είναι απαραίτητη η συμμετοχή για μια απόφαση.

Στη Λευκή Βίβλο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διακυβέρνηση (EU White Paper on Governance) τονίζεται ότι η ποιότητα και η αποτελεσματικότητα των πολιτικών αποφάσεων εξαρτάται από την εξασφάλιση ευρείας συμμετοχής σε όλη την αλυσίδα της πολιτικής, αρχίζοντας ακόμη από το στάδιο της σύλληψης της αρχικής ιδέας (ComEC, 2001). Όσο το δυνατόν περισσότερες επιλογές θα πρέπει να είναι ανοιχτές, έτσι ώστε η συμμετοχική διαδικασία να βοηθήσει στην επιλογή της καταλληλότερης τελικής απόφασης. Επιπλέον, η δημόσια δέσμευση στις αποφάσεις είναι πιθανόν να αυξηθεί, εάν υπάρχει συμμετοχή όλων των ενδιαφερομένων ήδη από τις παλαιότερες φάσεις ανάπτυξης της στρατηγικής (DETR, 2000). Το κοινό που συμμετέχει και οι συμμετοχικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται πρέπει να εστιάζουν στις ειδικές απαιτήσεις του κάθε σταδίου της συμμετοχικής διαδικασίας.


Προσπάθεια συμμετοχής του κοινού στον Ελληνικό χώρο


Στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος για την ξηρασία και την αντιμετώπιση της, έγινε μια αρχική προσπάθεια για τη συμμετοχή του κοινού στο Σχεδιασμό για την αντιμετώπιση της ξηρασίας στην περιοχή της Ανατολικής Κρήτης. Η διαδικασία αυτή στηρίχθηκε κυρίως στην προσπάθεια επικοινωνίας με τους πολίτες για τη διερεύνηση τόσο του επιπέδου πληροφόρησής τους για θέματα ξηρασίας, όσο και της ανατροφοδότησης (feedback) μέσω της γνώμης των πολιτών για διάφορες πτυχές της καθημερινότητας που μπορεί να επηρεασθούν από την ξηρασία.

Η προσπάθεια επικοινωνίας με το κοινό έγινε μέσω ενός ερωτηματολογίου, το οποίο διανεμήθηκε στους πολίτες της πόλης του Ηρακλείου στην Κρήτη, με κύριο στόχο τη διερεύνηση του επιπέδου ευαισθητοποίησής τους όσον αφορά στα φαινόμενα ξηρασίας, καθώς και τις απόψεις τους σχετικά με την αντίδραση της κρατικής μηχανής στην αντιμετώπιση των συνεπειών της ξηρασίας. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε σε πολίτες διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, επιπέδων εκπαίδευσης και επαγγελματιών, σε μια προσπάθεια να καλυφθεί ένα ευρύ φάσμα απόψεων, που δημιουργούνται μέσω των διαφόρων χρήσεων του νερού και της επίδρασης της ξηρασίας στους διάφορους χρήστες του.

Το ερωτηματολόγιο θεωρείται ότι βοηθά με δύο τρόπους. Από τη μία πλευρά, πολλοί άνθρωποι αναγκάστηκαν να σκεφτούν και να κατανοήσουν τη σημασία της ξηρασίας και της έλλειψης νερού στην καθημερινή τους ζωή, όταν προσπάθησαν να απαντήσουν στα διάφορα ερωτήματα. Από την άλλη, επιβεβαιώθηκε η υπάρχουσα άποψη σχετικά με το επίπεδο της ευαισθητοποίησης του κοινού απέναντι στην ξηρασία, ενώ προέκυψαν και πολλές ενδιαφέρουσες μη αναμενόμενες πτυχές της κατάστασης μέσω όχι μόνο των ίδιων των

Ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου έγινε με γνώμονα τόσο την υπάρχουσα γνώση σχετικά με τις συμμετοχικές διαδικασίες, όσο και τα ιδιαίτερα προβλήματα που οι πολίτες μπορούν να συναντήσουν στην καθημερινή τους ζωή και ειδικά στη συγκεκριμένη περιοχή. Οι τελικές ερωτήσεις διαμορφώθηκαν με τη βοήθεια κοινωνιολόγου ώστε να ληφθεί υπόψη ο τρόπος προσέγγισης των ανθρώπων σύμφωνα με τις γενικές οδηγίες των κοινωνικών επιστημών. Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου είναι αποκλειστικά αφιερωμένο σε ερωτήσεις που θα βοηθήσουν στην ταξινόμηση των ερωτούμενων σε κατηγορίες. Οι ερωτούμενοι δηλώνουν το φύλλο τους (άνδρας ή γυναίκα) και την ηλικιακή τους ομάδα, συγκεκριμένα νέοι (15-39 ετών), μέσης ηλικίας (40-64 ετών) και ηλικιωμένοι (65 ετών και άνω). Δηλώνουν επίσης το εκπαιδευτικό τους επίπεδο και το επάγγελμα τους, ώστε κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων να μπορούν να γίνουν διαφόρων ειδών ομαδοποιήσεις. Στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου συγκεντρώνονται όλες οι σχετικές με την ξηρασία ερωτήσεις.


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ


ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΚΡΩΤΗΜΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΦΥΛΟ	Α	<input type="checkbox"/>	Γ	<input type="checkbox"/>	
ΟΜΑΔΑ ΗΛΙΚΙΑΣ	15-39	<input type="checkbox"/>	40-64	<input type="checkbox"/>	65 και άνω <input type="checkbox"/>
ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ					
Δεν αποφοίτησε του Δημοτικού <input type="checkbox"/>					
Αποφοίτησε Δημοτικού ή Γ' τάξης Γυμνασίου <input type="checkbox"/>					
Πτυχιούχος Ανώτερης Σχολής ή Αποφοίτος Μέσης Εκπαίδευσης <input type="checkbox"/>					
Πτυχιούχος ΑΕΙ / ΑΤΕΙ ή Κάτοχος Μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών <input type="checkbox"/>					

ΜΕΤΡΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ

Οι απαντήσεις πρέπει να είναι ιεραρχημένες, κατά τον ακόλουθο βαθμό προτεραιότητας:

Α' = πρώτη, **Β'** = δεύτερη, **Γ'** = τρίτη, **Δ'** = τέταρτη

Α' = πρώτη, **Β'** = δεύτερη, **Γ'** = τρίτη, **Δ'** = τέταρτη

Α' = πρώτη, **Β'** = δεύτερη, **Γ'** = τρίτη, **Δ'** = τέταρτη

Α' = πρώτη, **Β'** = δεύτερη, **Γ'** = τρίτη, **Δ'** = τέταρτη

A. Ποια από τα ακόλουθα Μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης νερού μπορούν να ληφθούν?

1. Η ενημέρωση του κοινού και η πρόσκληση για εθελούσια μείωση της κατανάλωσης?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

2. Η δωρεάν διανομή και / ή εγκατάσταση διατάξεων εξοικονόμησης νερού?

2.1 Αεροζόλιων νερού με μικρή παροχή?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

2.2 Μικτών παροχών νερού στα ντους?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

2.3 Μικτών παροχών νερού στα καζάνια τσιμεντοκάλυψης?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

2.4 Η μείωση του όγκου του νερού στο καζάνι της τουαλέτας?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

2.5 Βελτίωση μείωσης πίεσης

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3. Με ποια προτεραιότητα στις παρακάτω δευτερευουσας χρήσεις μπορούν να πετυχθούν στην περιορισμό στην κατανάλωση νερού?

3.1 Στις πισίνες?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3.2 Στο πλύσιμο των αυτοκινήτων?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3.3 Στα πάρκα των γκαζόν?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3.4 Στο πλύσιμο των πεζοδρομίων με λάσπη?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3.5 Στο υδρόψεκτο κλιματιστικό χωρίς ανακύκλωση νερού?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3.6 Στο πλύσιμο των δρόμων?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3.7 Στα δημόσια αντιβάνια?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3.8 Στην άρδευση των πάρκων?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

3.9 Στην άρδευση των γκαζόντων γκαρ?

Α' ☐ Β' ☐ Γ' ☐ Δ' ☐

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου είναι χωρισμένο σε τμήματα, ουσιαστικά σε

ομάδες ερωτήσεων που αφορούν στο ίδιο κεντρικό θέμα. Σε όλες τις ερωτήσεις όλων των τμημάτων ζητείται από τους πολίτες να ιεραρχήσουν τις προτεινόμενες ενέργειες ή μέτρα σε μια κλίμακα τεσσάρων επιλογών από “Α” που αντιστοιχεί σε υψηλή προτεραιότητα έως το “Δ” αν η πρόταση θεωρείται χωρίς καμία σημασία.

Το πρώτο τμήμα του δευτέρου μέρους αφορά σε ενέργειες και μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης. Η ομάδα των ερωτήσεων αυτού του τμήματος ασχολείται με την ενημέρωση του κοινού και την εθελοντική προσπάθεια μείωσης της κατανάλωσης. Επίσης, με τη σπουδαιότητα της χρήσης διατάξεων εξοικονόμησης νερού, αλλά και του συγκεκριμένου είδους τέτοιων διατάξεων. Είναι σημαντικότερη η χρήση τέτοιων διατάξεων στο ντους, στο καζανάκι της τουαλέτας ή σε κάποια άλλη οικιακή παροχή νερού; Ποια προτεραιότητα δίνεται σε χρήσεις που θα περιορίσουν την κατανάλωση κατά τη διάρκεια μιας ξηρασίας, όπως το πλύσιμο των αυτοκινήτων, το γέμισμα των πισινών, το πότισμα του γκαζόν, το πλύσιμο των δρόμων η άρδευση των πάρκων και των γηπέδων γκολφ και τα δημόσια σιντριβάνια; Θα πρέπει να περιοριστούν οι εμπορικές χρήσεις νερού, όπως τα πλυντήρια αυτοκινήτων; Θα πρέπει να εφαρμοστεί τιμολογιακή πολιτική και μια τέτοια πολιτική θα πρέπει να αφορά μόνο στην περίοδο της κρίσης ή γενικά στις υψηλές καταναλώσεις; Με ποιον τρόπο θα πρέπει να γίνεται η διανομή νερού, κατά κεφαλή ή ανά νοικοκυριό; Θα πρέπει η αστική χρήση να έχει προτεραιότητα έναντι των υπολοίπων ή θα πρέπει το νερό να μοιράζεται εξίσου σε όλες τις χρήσεις;

Η δεύτερη ομάδα ερωτήσεων αφορά στην υποδομή και κυρίως στο δίκτυο διανομής νερού. Προσπαθεί να διερευνήσει ποιες τροποποιήσεις ή αναβαθμίσεις του δικτύου διανομής θεωρούνται ζωτικής σημασίας για τη βιωσιμότητα του συστήματος. Συγκεκριμένα οι ερωτήσεις αφορούν στην υδραυλική πίεση του δικτύου, στην ανίχνευση διαρροών και στην επισκευή των σπασμένων σωληνώσεων, στο κατά πόσο η πλήρης αντικατάσταση ολόκληρου του δικτύου θεωρείται σημαντική ή η χρήση αυτοματισμών στα δίκτυα πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Επίσης, αν η διακοπτόμενη διανομή νερού μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση της κατάστασης κατά τη διάρκεια ενός φαινομένου ξηρασίας.

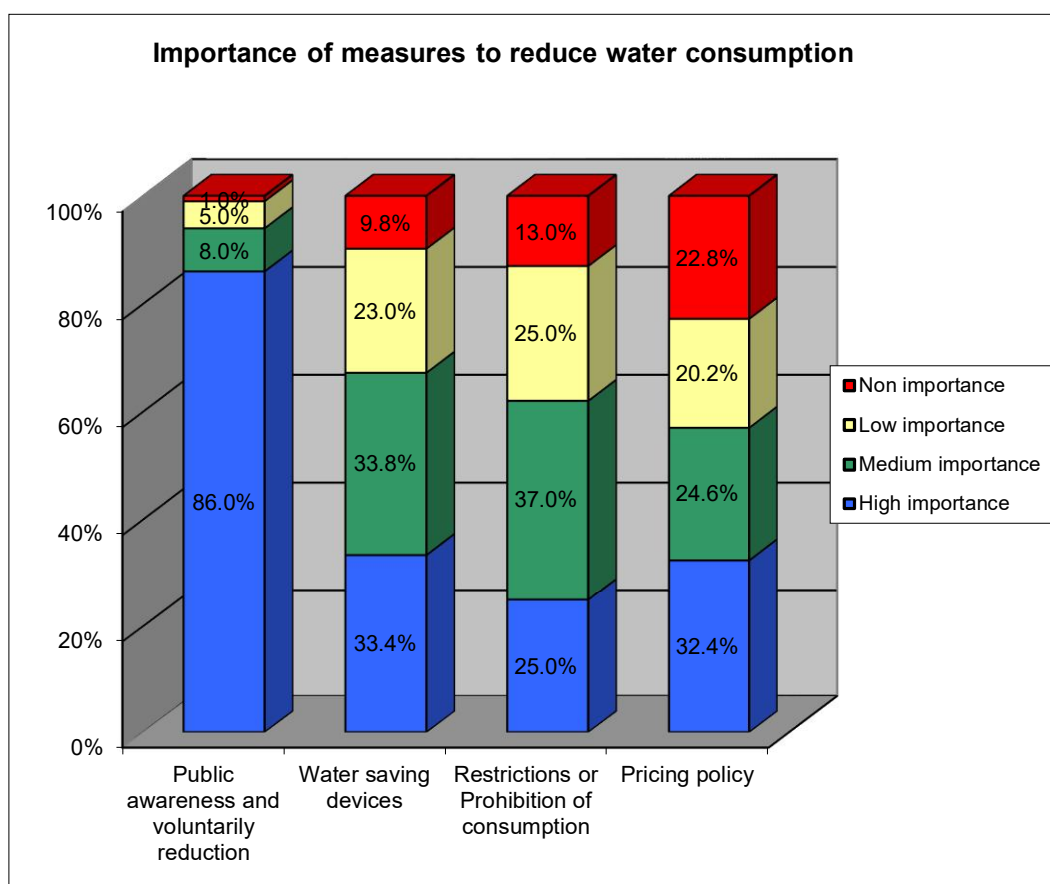
Τέλος, το τρίτο τμήμα του δευτέρου μέρους του ερωτηματολογίου ασχολείται με ενέργειες και μέτρα που πρέπει να υλοποιηθούν κατά τη διάρκεια μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης. Οι πολίτες ρωτούνται αν και κατά πόσον θα πρέπει να μεταφερθούν ποσότητες νερού από άλλες περιοχές κατά τη διάρκεια μιας ξηρασίας και με ποιο τρόπο θα μπορούσε να γίνει κάτι τέτοιο στην περίπτωση που κριθεί αναγκαίο (π.χ. με φορτηγά, με πλοία ή με δίκτυο σωλήνων). Επίσης, αν θεωρείται αναγκαία η περικοπή κάποιων χρήσεων νερού προς όφελος των υπολοίπων καθώς και το ποιες πρέπει να είναι οι χρήσεις που μπορούν να περικοπούν (π.χ. παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χρήσεις αναψυχής ή ακόμη και οικολογική παροχή των ποταμών). Θα πρέπει να διατηρούνται αποθέματα ασφαλείας και είναι

προτιμότερο να χρησιμοποιείται υφάλμυρο νερό, απομακρυσμένες πηγές νερού, νέες γεωτρήσεις ή ακόμη και σπορά νεφών;

Όλες οι ερωτήσεις είναι διατυπωμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι πλήρως κατανοητές από όλους τους ερωτώμενους όλων των ηλικιών και μορφωτικών επιπέδων. Αυτό που στην πραγματικότητα αναζητείται μέσω του ερωτηματολογίου είναι οι αυθόρμητες απαντήσεις, που αντικατοπτρίζουν τι πραγματικά πιστεύουν οι πολίτες και όχι ποια θα ήταν η τελική απάντησή τους αν μπορούσαν να σκεφτούν το πρόβλημα διεξοδικά. Οι απαντήσεις αναλύθηκαν στατιστικά και χρησιμοποιήθηκαν διάφορες ομαδοποιήσεις ώστε το θέμα να προσεγγιστεί από πολλές διαφορετικές πλευρές. Τα συμπεράσματα που εξάγονται είναι πολλά, ωστόσο στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα πιο σημαντικά τα οποία αφορούν στις τρεις βασικές ομάδες ερωτήσεων.

Στην πρώτη ομάδα των ερωτήσεων σχετικά με τις *ενέργειες και τα μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης* οι συμμετέχοντες θεωρούν πολύ σημαντική την ενημέρωση του κοινού. Συγκεκριμένα, πάνω από το 85% των συμμετεχόντων θεωρούν την ενημέρωση του κοινού ως την πιο σημαντική δράση για την εθελούσια μείωση της κατανάλωσης νερού, κυρίως σε αστικές περιοχές. Η χρήση διατάξεων εξοικονόμησης νερού δεν συγκεντρώνει γενικά σημαντικό αριθμό προτιμήσεων. Η περίπτωση ωστόσο του μηχανισμού πλήρους και μειωμένης παροχής στα καζανάκια της τουαλέτας θεωρείται πολύ ενδιαφέρουσα από τους συμμετέχοντες. Οι μισοί από αυτούς (περίπου 50%) δηλώνουν ότι θα χρησιμοποιούσαν μια τέτοια συσκευή, ενώ σχεδόν κανένας δεν θεωρεί τις βαλβίδες χαμηλής πίεσης σημαντικές. Πρέπει φυσικά να αναφερθεί ότι οι περισσότεροι από τους ανθρώπους μπορεί να μην είναι εξοικειωμένοι με τη λειτουργία μιας βαλβίδας χαμηλής πίεσης ή ακόμη και να μην γνωρίζουν καν περί τίνος πρόκειται, ενώ ένας μηχανισμός διπλής λειτουργίας στο καζανάκι της τουαλέτας δείχνει μια πολύ ενδιαφέρουσα ιδέα για τους περισσότερους και πολλοί από αυτούς μπορεί να έχουν ήδη χρησιμοποιήσει μια τέτοια διάταξη. Οι απαντήσεις λοιπόν του κοινού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μέσα από το φίλτρο κάποιων ειδικών σε κάθε περίπτωση.

Η απαγόρευση συγκεκριμένων χρήσεων, κυρίως των εμπορικών, θεωρείται μεσαίας σημασίας. Η απάντηση μπορεί να θεωρηθεί απλώς ενδεικτική καθώς απαιτείται πιο προσεκτική διερεύνηση ανάμεσα στα διαφορετικά κοινωνικά και εκπαιδευτικά υπόβαθρα καθώς και τα επαγγέλματα των συμμετεχόντων. Είναι προφανές ότι οι άνθρωποι κατανοούν ότι το πόσιμο νερό και γενικά η αστική χρήση νερού είναι πιο σημαντική κατά τη διάρκεια μιας περιόδου ξηρασίας, ωστόσο η μείωση της εμπορική χρήση μπορεί να έχει σημαντικό κοινωνικό αντίκτυπο.



Σχήμα 3.8

Προτεραιότητα των μέτρων μείωσης της κατανάλωσης

Η τιμολογιακή πολιτική θεωρείται επίσης σημαντική. Αν και τα συνολικά ποσοστά μπορεί να οδηγήσουν σε μια διαφορετική συνολική εικόνα (όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.8), συγκεκριμένες ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στο ερωτηματολόγιο πάνω στο συγκεκριμένο θέμα αποσαφηνίζουν την κατάσταση. Αξίζει να σημειωθεί ότι πάνω από το 70% των απαντήσεων ήταν αρνητική για τη δήλωση «Η τιμή του νερού δεν πρέπει να αυξηθεί σε καμία περίπτωση». Οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες (πάνω από 50%) πιστεύουν ότι υψηλότερες τιμές θα πρέπει να εφαρμόζονται μόνο στην υπερβολική κατανάλωση και πάντα σύμφωνα με επιστημονικά και πολιτικά αποδεκτά όρια κατανάλωσης που θα τίθενται από την εταιρεία ύδρευσης. Από την άλλη πλευρά, οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι δεν πρέπει να υπάρχει διαφορά στο τιμολόγιο μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου, ενώ η χρήση «τέλους ξηρασίας» κατά τις περιόδους ξηρασίας δεν θα βοηθούσε καθόλου. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην υπόθεση ότι οι συμμετέχοντες θεωρούν την εξοικονόμηση νερού, ακόμη και μέσω της τιμολογιακής πολιτικής, μια δράση για ολόκληρη τη διάρκεια του έτους και όχι ένα μέτρο έκτακτης ανάγκης κατά τη διάρκεια της ξηρασίας. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι καθώς η τιμολογιακή πολιτική δεν θεωρείται ιδιαίτερα αποτελεσματική από τις εταιρίες διανομής νερού στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες, η θετική στάση των συμμετεχόντων μπορεί να

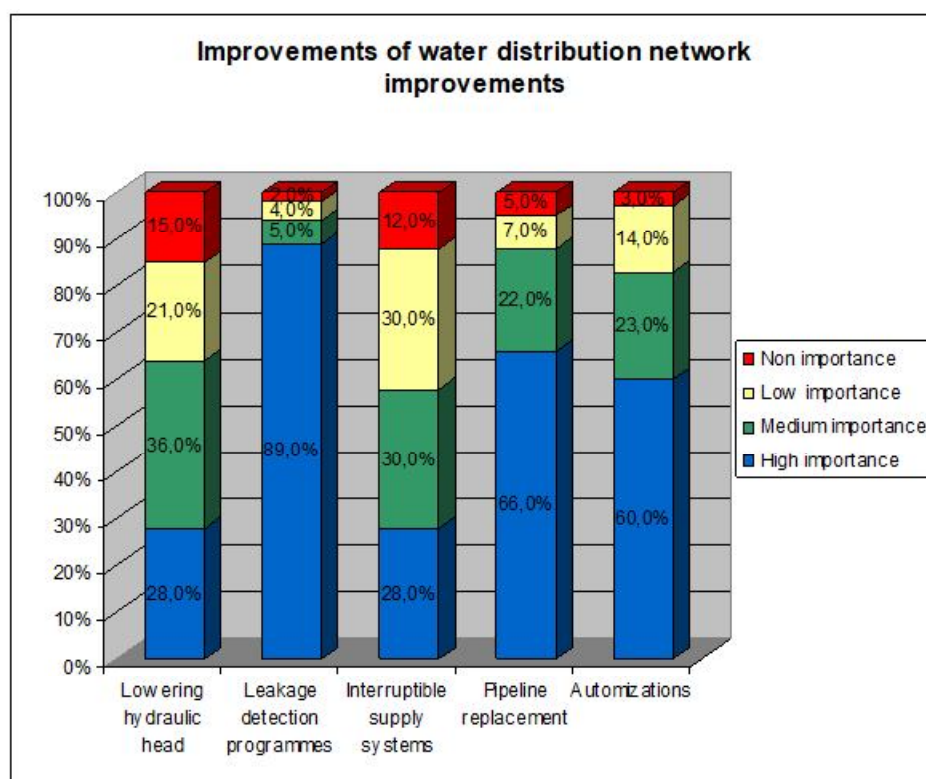
θεωρηθεί χαρακτηριστικό που παρατηρήθηκε στη συγκεκριμένη περιοχή (ή χώρα), λόγω και του μεσογειακού ταμπεραμέντου.

Ο Περιορισμός ή η απαγόρευση των δευτερευουσών χρήσεων, ή τουλάχιστον των μη ζωτικής σημασίας χρήσεων, όπως η κατανάλωση νερού για αναψυχή, θεωρείται υψίστης σημασίας για την πλειονότητα των συμμετεχόντων (περίπου 60%). Οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι πολλές από τις χρήσεις αυτές θα μπορούσαν να περιοριστούν, από το πλύσιμο των δρόμων (72%) και το γέμισμα των πισινών (63%), έως το πλύσιμο των αυτοκινήτων (56%) και το πότισμα των γηπέδων γκολφ (50%). Από την άλλη πλευρά, ορισμένες δευτερεύουσες χρήσεις θεωρούνται αρκετά σημαντικές ώστε να μην περιοριστούν, όπως η χρήση νερού στα δημόσια σιντριβάνια (μόνο το 40% δηλώνει ότι θα πρέπει να περιορίζεται) και η άρδευση των πάρκων (μόνο το 20% πιστεύει ότι θα πρέπει να απαγορεύεται). Πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι τα πάρκα και τα δημόσια σιντριβάνια αποτελούν καταφύγιο δροσιάς κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας (οι οποίες συνδέονται άμεσα με τις θερμές περιόδους για τους περισσότερους πολίτες), οπότε πολλοί από τους συμμετέχοντες μπορεί να θεωρούν τη διατήρησή τους μεγάλης σημασίας. Αυτό ισχύει και για τις συσκευές κλιματισμού που δεν αναφέρονται ως εχθρικές προς το περιβάλλον, δεδομένου ότι θεωρούνται ζωτικής σημασίας κατά τις πολύ θερμές περιόδους.

Όριο στην κατανάλωση είναι καλύτερα να εφαρμοστεί σύμφωνα με τους συμμετέχοντες ανά υδρόμετρο και όχι ανά άτομο. Αυτό σημαίνει ότι θεωρείται προτιμότερο να εξετάσει το σύνολο των αναγκών ενός νοικοκυριού, παρά να γίνει προσπάθεια μέτρησης του αριθμού των ατόμων σε κάθε νοικοκυριό και να τεθεί όριο ανά άτομο, αν και τα νοικοκυριά με λιγότερους ενοίκους μπορεί να χρειάζονται λιγότερο νερό. Ο περιορισμός εμπορικών χρήσεων σε τέτοιο βαθμό που θα οδηγούσε σε προσωρινό κλείσιμο βιομηχανιών θεωρείται χαμηλής σημασίας, αφού είναι προφανές ότι οι άνθρωποι προσπαθούν να προστατεύσουν τις θέσεις εργασίας τους, ακόμη και κατά τη διάρκεια ενός ακραίου φαινομένου ξηρασίας.

Όσον αφορά στην υποδομή και στο δίκτυο διανομής νερού (δεύτερη ομάδα ερωτήσεων) οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι η αναβάθμιση και οι επισκευές του δικτύου διανομής ή ακόμη και η αντικατάστασή του με ένα νέο, χρησιμοποιώντας την πιο σύγχρονη τεχνολογία, πρέπει να αποτελέσει κύρια προτεραιότητα. Συγκεκριμένα, περίπου το 88% των ερωτηθέντων πιστεύουν ότι ένα πρόγραμμα ανίχνευσης διαρροών, μαζί φυσικά με την επισκευή των διαρροών που ανιχνεύθηκαν, θα πρέπει να αποτελεί υψηλή προτεραιότητα για την εταιρία διανομής νερού. Πρέπει να επισημανθεί, ότι αυτή το ζήτημα θεωρείται από το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετεχόντων ως υψηλής προτεραιότητας σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο ζήτημα περιλαμβάνεται στο ερωτηματολόγιο. Η αντικατάσταση παλιών ή σπασμένων αγωγών και η εγκατάσταση αυτοματισμών θεωρούνται επίσης υψηλής προτεραιότητας με

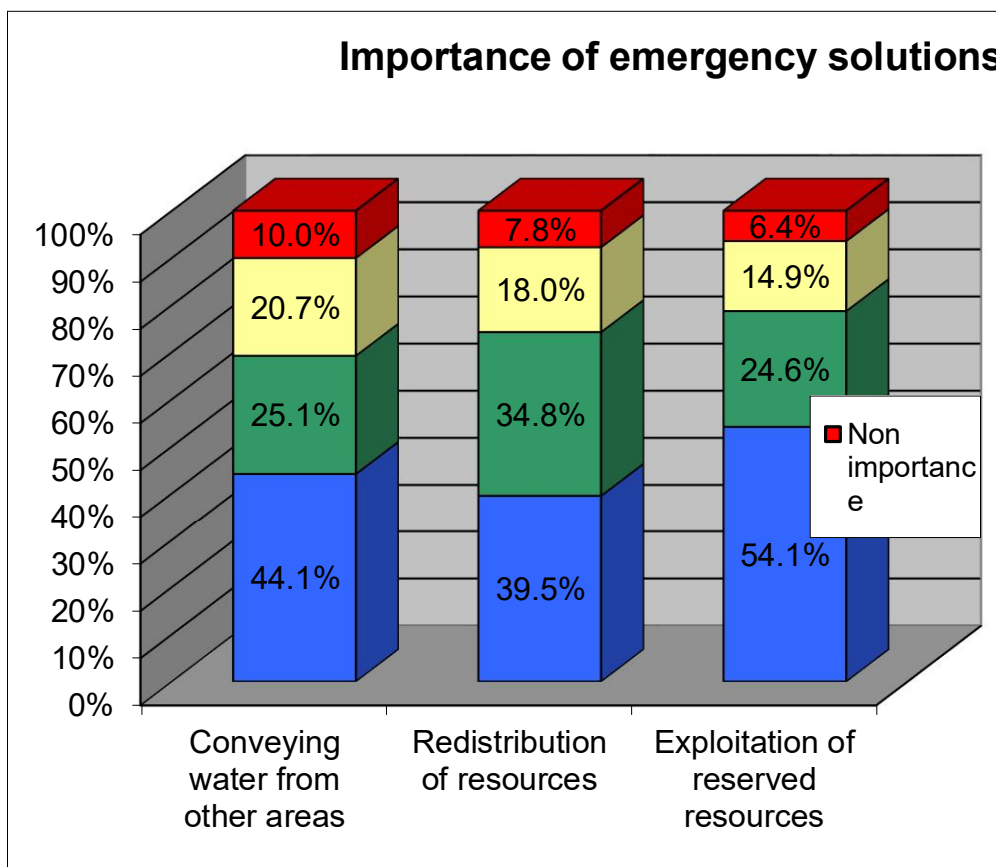
ποσοστά 66% και 60% αντίστοιχα, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.9.



Σχήμα 3.9 Σημαντικότητα των βελτιώσεων στα δίκτυα διανομής νερού

Από την άλλη πλευρά, η μείωση της υδραυλικής πίεσης στα δίκτυα ή η χρήση διακοπτόμενης παροχής δεν φαίνεται να κερδίζει την εμπιστοσύνη των ερωτούμενων, δεδομένου ότι αντιμετωπίζεται μετριοπαθώς, με απαντήσεις που δεν οδηγούν σε κανένα σαφές συμπέρασμα. Είναι προφανές ότι οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι οι υποδομές και το δίκτυο διανομής είναι πολύ παλιά και πρέπει να αντικατασταθούν με νέα χρησιμοποιώντας τεχνολογικά εξελιγμένους σωλήνες και συσκευές. Αυτή η αίσθηση των συμμετεχόντων έχει επιβεβαιωθεί από μετρήσεις στο δίκτυο που δείχνουν μεγάλες απώλειες νερού. Είναι αλήθεια ότι σημαντικές ποσότητες νερού θα μπορούσαν να εξοικονομηθούν αν το δίκτυο διανομής ανακατασκευαστεί.

Όσον αφορά τις λύσεις έκτακτης ανάγκης κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας (τρίτη ομάδα ερωτήσεων) οι συμμετέχοντες φαίνεται να είναι εξοικειωμένοι και με τις τρεις υποομάδες ερωτήσεων και φαίνεται ότι ορισμένες από τις προτεινόμενες λύσεις έχουν ήδη εφαρμοστεί στην περιοχή. Αυτό δίνει στους πολίτες την ευκαιρία να έχουν διαμορφώσει μια καλή άποψη για πολλές από τις λύσεις έκτακτης ανάγκης.



Σχήμα 3.10 Σημαντικότητα των επείγουσών ενεργειών

Η μεταφορά νερού από άλλες περιοχές θεωρείται μια αρκετά καλή λύση κερδίζοντας την προτίμηση του 45% των συμμετεχόντων. Θεωρείται δε καλή λύση μόνο στην περίπτωση που το νερό θα μεταφέρεται με αγωγούς. Η μεταφορά νερού με βυτιοφόρα φορτηγά ή τρένα δεν θεωρείται πολύ καλή ιδέα. Αν και περισσότεροι από 70% των ερωτηθέντων πιστεύουν ότι η μεταφορά νερού μέσω αγωγών κατά τη διάρκεια μιας περιόδου ξηρασίας είναι καλή λύση, λιγότεροι από 30% συμφωνούν με τη μεταφορά νερού με άλλα μέσα μεταφοράς. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι και οι δύο λύσεις έχουν χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα στο παρελθόν και η αποτελεσματικότητά τους είναι λίγο πολύ γνωστή στο ευρύ κοινό. Από τη μία πλευρά, η μεταφορά νερού με υδροφόρα πλοία έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στα μικρά νησιά του Αιγαίου με όχι και πολύ καλά αποτελέσματα. Έχουν παρατηρηθεί μάλιστα περιπτώσεις υποβάθμισης της ποιότητας του γλυκού νερού κατά τη διάρκεια της μεταφοράς καθώς και περιπτώσεις που η τιμή ήταν πολύ υψηλή. Φυσικά, τεχνικά προβλήματα όπως η δυσκολία προσέγγισης κάποιων νησιών κυρίως λόγω κακοκαιρίας ή κακής υποδομής, μπορεί να αφήσουν μια περιοχή χωρίς γλυκό νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Από την άλλη πλευρά, η μεταφορά νερού μέσω αγωγών έχει χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση της πόλης της Αθήνας με πολύ καλά αποτελέσματα. Αν και αυτή η λύση μπορεί να παρουσιάσει προβλήματα στο μέλλον, υπάρχει η πεποίθηση ότι η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού είναι σχεδόν βέβαιη

με τη χρήση άλλων μέσων μεταφοράς εκτός των αγωγών.

Μια άλλη λύση μπορεί να είναι η αναδιανομή ποσοτήτων νερού προς όφελος των πιο επειγουσών καταναλώσεων. Γενικά, οι άνθρωποι πιστεύουν ότι η λύση αυτή αποτελεί ένα καλό μέτρο έκτακτης ανάγκης και την κατατάσσουν στην υψηλή ή τουλάχιστον στη μέση προτεραιότητα, αν και διαφορετικές χρήσεις απαιτούν διαφορετικές προσεγγίσεις. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τους συμμετέχοντες δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται μείωση των ποσοτήτων νερού για παραγωγή ενέργειας, ενώ οι πολίτες φαίνονται έτοιμοι να ελαχιστοποιήσουν τις ψυχαγωγικές δραστηριότητές τους που απαιτούν τη χρήση νερού κατά τη διάρκεια μιας περιόδου ξηρασίας. Πάνω από το 60% των συμμετεχόντων πιστεύουν ότι η χρήση για λόγους αναψυχής θα πρέπει να μειωθεί προς όφελος των πιο ζωτικής σημασίας χρήσεων, όπως η οικιακή χρήση. Αυτό που φαίνεται πιο σημαντικό είναι ότι οι πολίτες έχουν αναπτύξει μια ισχυρή οικολογική συνείδηση. Μόνο το 20% του συμμετεχόντων αποδέχονται τη μείωση της οικολογικής παροχής κατάντη των φραγμάτων. Φαίνεται μάλιστα ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες είναι πρόθυμοι να θυσιάσουν τη διαθεσιμότητα του νερού για οικιακή χρήση υπέρ της βιωσιμότητας του περιβάλλοντος. Είναι δε βέβαιο ότι οι πολίτες θεωρούν τη σταθερότητα του περιβάλλοντος πιο σημαντική από την αναψυχή τους. Πρέπει να τονιστεί ότι μια τέτοια σωστή στάση δίνει αξιοπιστία και στις υπόλοιπες απαντήσεις και δείχνει προσωπικότητες που αξίζει τόσο να είναι δέκτες συνεχούς ενημέρωσης για θέματα διαχείρισης υδατικών πόρων, όσο και να συμμετέχουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η υψηλότερη προτεραιότητα μεταξύ των λύσεων έκτακτης ανάγκης δίνεται στη διατήρηση πηγών για χρήση έκτακτης ανάγκης. Πάνω από το 55% των συμμετεχόντων θεωρεί ότι υπάρχουν αναξιοποίητες πηγές στην περιοχή τους, που θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Ερωτήσεις σχετικά με συγκεκριμένους υδατικούς πόρους έδωσαν ακόμα πιο εντυπωσιακά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, πάνω από το 85% των συμμετεχόντων πιστεύουν ότι τα ποτάμια και οι λίμνες στην περιοχή τους πρέπει να αξιοποιηθούν περισσότερο σε περιόδους έκτακτης ανάγκης. Νέες γεωτρήσεις θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με το 73% του συμμετεχόντων, ενώ οι παλιές γεωτρήσεις που δεν χρησιμοποιούνται πια θα πρέπει να επανασυνδέονται με το σύστημα ως λύση έκτακτης ανάγκης, σύμφωνα με το 61% των ερωτηθέντων. Φαίνεται ότι τα ποτάμια και γεωτρήσεις αποτελούν τις πιο δημοφιλείς λύσεις σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης έλλειψης νερού. Τα υφάλμυρα νερά της περιοχής θεωρούνται σημαντικά από έναν στους δύο συμμετέχοντες, ενώ ελαφρώς λιγότερο σημαντική θεωρείται η προσωρινή σύνδεση με απομακρυσμένους υδατικούς πόρους ή άλλα δίκτυα απομακρυσμένων περιοχών. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν λύσεις που δεν θεωρούνται πολύ αξιόλογες, όπως η χρήση του νεκρού όγκου των φραγμάτων και δεξαμενών, λύση που θεωρείται χρήσιμη μόνο από ένα 30% των συμμετεχόντων, ή η σπορά των νεφών, η οποία συγκεντρώνει ακόμα μικρότερη προτίμηση (περίπου 25%). Θα πρέπει να αναφερθεί για άλλη μια φορά, ότι οι λύσεις που συγκεντρώνουν

τη μικρότερη προτίμηση μπορεί να είναι άγνωστες στους περισσότερους πολίτες, γεγονός που τους οδηγεί στο να μην τις επιλέγουν χωρίς απαραίτητα να μην τις θεωρούν σημαντικές.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η γενική προσέγγιση μπορεί να οδηγήσει σε ασαφή αποτελέσματα. Η σε βάθος ανάλυση σε σχέση με ηλικιακές ομάδες και επαγγελματικούς και κοινωνικούς παράγοντες μπορεί να αποσαφηνίσει καταστάσεις και να παρουσιάσει νέες οπτικές γωνίες για πολλά θέματα. Μια τέτοια ανάλυση του ερωτηματολογίου, αν και δεν θα παρουσιαστεί λεπτομερώς στη συγκεκριμένη παράγραφο, παρουσίασε τις διαφορετικές απόψεις μεταξύ των νεότερων και των ηλικιωμένων καθώς και μεταξύ ατόμων διαφορετικού μορφωτικού επιπέδου. Οι νεότεροι και πιο μορφωμένοι πολίτες φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητοι σε οικολογικά προβλήματα, ενώ οι ηλικιωμένοι και οι εργαζόμενοι θεωρούν τη διατήρηση των εμπορικών χρήσεων πιο σημαντική, δεδομένου ότι είναι πιο ευαίσθητοι στις κοινωνικές ταραχές και την απώλεια εισοδήματος.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι τα ερωτηματολόγια αυτής της μορφής μπορούν να αποδειχθούν πολύ σημαντικά εργαλεία επικοινωνίας μεταξύ του κοινού και των υπεύθυνων για τη λήψη αποφάσεων. Σε μια εποχή που έχει γίνει κατανοητό ότι ακόμα και η καλύτερη λύση δεν θα είναι αποτελεσματική αν το κοινό δεν είναι έτοιμο για να την εγκρίνει, ή είναι απρόθυμο να αποδεχθεί την ορθότητα και την αναγκαιότητά της, η συμμετοχικές διαδικασίες κρίνονται απαραίτητες όχι μόνο όσον αφορά στην αποδοχή των σχεδίων αντιμετώπισης της ξηρασίας, αλλά ακόμη και στην ανατροφοδότηση των υπευθύνων με τροποποιήσεις και βελτιώσεις των προτεινόμενων σχεδίων και λύσεων. Η εξαγωγή ξεκάθαρων συμπερασμάτων από τέτοια ερωτηματολόγια δεν είναι εύκολη διαδικασία και σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να οδηγεί σε παραπλανητικές εκτιμήσεις. Ακόμη και σ' αυτή την περίπτωση, εξάγονται σημαντικά ευρήματα σε σχέση με την άποψη του κοινού που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Από το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο συνοπτικά εξάγονται τα εξής συμπεράσματα: Η ενημέρωση του κοινού είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία που μπορεί να ευαισθητοποιήσει τους ανθρώπους σχετικά με τη σημασία του νερού και να οδηγήσει σε εθελοντική εξοικονόμηση νερού σε περίοδο ξηρασίας, εξοικονόμηση που θα είναι πολύ πιο σημαντική αν γίνει τρόπος ζωής. Οι περιορισμοί και οι απαγορεύσεις για συγκεκριμένες χρήσεις θα πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά και μόνο ως λύση ανάγκης, αφού μπορεί να οδηγήσουν σε κοινωνικές αντιδράσεις και αναταραχές. Το ίδιο ισχύει και για την τιμολογιακή πολιτική η οποία θεωρείται ως ένα χρήσιμο εργαλείο, αλλά μόνο για την υπερβολική κατανάλωση. Οι πολίτες είναι πρόθυμοι να ελαττώσουν ορισμένες χρήσεις σε μία περίοδο έκτακτης ανάγκης, αλλά με την προϋπόθεση ότι η ελάττωση αυτή δεν προκαλεί βλάβη στο περιβάλλον. Οι ψυχαγωγικές χρήσεις μπορούν εύκολα να διακοπούν, σε αντίθεση με την οικολογική παροχή κατάντη των φραγμάτων, η διατήρηση της οποίας θεωρείται υψίστης

σημασίας. Το δίκτυο διανομής νερού στην υπό εξέταση περιοχή θεωρείται προβληματικό. Οι πολίτες πιστεύουν ότι είναι παλιό και ελαττωματικό. Ένα πρόγραμμα ανίχνευσης διαρροών θεωρείται όχι μόνο αναγκαίο αλλά και επιτακτικό. Τροποποιήσεις στο δίκτυο θα πρέπει να εφαρμοστούν το συντομότερο δυνατό και αντικατάσταση του συνόλου ή μεγάλων τμημάτων του δικτύου με νέα, που ενσωματώνουν σύγχρονης τεχνολογίας υλικά, θα πρέπει άμεσα να προγραμματιστεί. Μέτρα έκτακτης ανάγκης για τις ακραίες περιόδους ξηρασίας θα πρέπει να προβλεφθούν και να προγραμματιστούν από το κράτος. Η μεταφορά νερού μέσω αγωγών θεωρείται ο πιο αποτελεσματικός τρόπος, ενώ άλλα μέσα μεταφοράς του νερού θα πρέπει να αποφεύγονται. Ανακατανομή των πηγών προς όφελος των πιο αναγκαίων καταναλώσεων θα πρέπει επίσης να εφαρμόζεται, εκτός αν η ανακατανομή αυτή πλήττει την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Τέλος, η διατήρηση πηγών για έκτακτη ανάγκη, αλλά και η περαιτέρω εκμετάλλευση των ποταμών και λιμνών κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας θεωρούνται απαραίτητα, προκειμένου να μετριαστούν οι συνέπειες της ξηρασίας.

3.5 Στρατηγικός και Επιχειρησιακός Σχεδιασμός

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, κάθε υδατικό σύστημα αντιδρά διαφορετικά στην ξηρασία σύμφωνα με την ικανότητα και την προετοιμασία του να αντισταθεί στη μείωση της διαθεσιμότητας του νερού. Ακόμη και σε ένα μεικτό σύστημα, το κάθε υποσύστημά του παρουσιάζει διαφορετική τρωτότητα, ενώ για κάθε σύστημα ή υπο-σύστημα μπορεί να απαιτείται διαφορετικό επίπεδο διασφάλισης των πόρων (water security). Για παράδειγμα, ένα αστικό υδατικό σύστημα θα πρέπει να είναι περισσότερο προστατευμένο απέναντι στη λειψυδρία σε σχέση με ένα αγροτικό σύστημα. Αυτό αντικατοπτρίζεται στο επίπεδο της αποδεκτής πιθανότητας αστοχίας, η οποία πρέπει να είναι σημαντικά μικρότερη στο αστικό υδατικό σύστημα.

Για ένα απλό υδατικό σύστημα το οποίο εξαρτάται κυρίως από την ετήσια διαθεσιμότητα νερού (ετήσιας ρύθμισης) ο Στρατηγικός Σχεδιασμός έχει ως προτεραιότητα τον προσδιορισμό των επιπέδων της πιθανότητας αστοχίας εξαιτίας της έλλειψης νερού και τη διαμόρφωση των προτάσεων για τα κατάλληλα διαχειριστικά και κατασκευαστικά μέτρα με στόχο την κάλυψη των αναγκών. Στην περίπτωση ενός υπάρχοντος συστήματος με συγκεκριμένη υποδομή, η ανάλυση των γεγονότων ξηρασίας απαιτείται για τον ορθολογικό καθορισμό της έντασης της ξηρασίας (που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη περίοδο αναφοράς) και επομένως τη διαμόρφωση των κατάλληλων διαχειριστικών και κατασκευαστικών μέτρων που απαιτούνται.

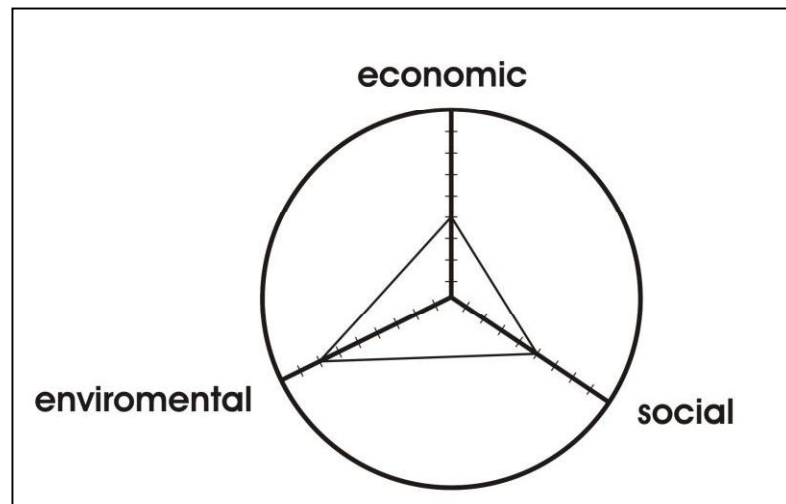
Θα πρέπει να τονιστεί ότι η διακινδύνευση για λειψυδρία δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τους φυσικούς κινδύνους όπως η ξηρασία. Επομένως, η πιθανολογική διαδικασία θα πρέπει να ενσωματώνει και μια ντετερμινιστική συνιστώσα, που περιλαμβάνει τα μόνιμα

χαρακτηριστικά του συστήματος και τις διαχειριστικές πρακτικές που έχουν εγκριθεί για αυτό το υδατικό σύστημα. Επομένως, εάν η διακινδύνευση (risk) υπολογίζεται ως η πιθανότητα αστοχίας (λόγω της έλλειψης νερού) θα πρέπει πάντοτε να αναφέρεται σε συγκεκριμένες συνθήκες και δυνατότητες του συστήματος (Tsakiris, 2009).

Στην περίπτωση του Επιχειρησιακού Σχεδιασμού ετοιμότητας, ένας ακόμη περιορισμός θα πρέπει να πληρείται: η γνώση των αρχικών συνθηκών. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να υπολογιστεί η λεγόμενη «διακινδύνευση υπό συνθήκη» (conditional risk), βασισμένη στην κατάσταση στην αφετηρία του γεγονότος ξηρασίας.

Τόσο για τον Στρατηγικό, όσο και για τον Επιχειρησιακό Σχεδιασμό, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο οι ετήσιες όσο και οι πολυετείς (παρατεταμένες) ξηρασίες.

Δεδομένου ότι οι πιθανότητες δεν είναι εύκολα κατανοητές από τα κέντρα λήψης αποφάσεων και τα ενδιαφερόμενα μέρη (stakeholders) και δεν δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες εγρήγορσης απέναντι στη σοβαρότητα της έλλειψης νερού, η διακινδύνευση μπορεί να εκτιμηθεί με όρους οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών απωλειών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση της έννοιας της ετησιοποιημένης διακινδύνευσης (μέση ετήσια διακινδύνευση), που ενσωματώνει το σενάριο της ξηρασίας με ορισμένη πιθανότητα υπέρβασης, τον αντίκτυπό της στη διαθεσιμότητα του νερού και ως εκ τούτου τις επιπτώσεις της στον οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό τομέα. Σύμφωνα με τη διαδικασία που ακολουθείται, τα επιμέρους κριτήρια μετατρέπονται σε αριθμούς σε μια κοινή θεωρητική κλίμακα, (π.χ. από 0 μέχρι 10, όπου στο 0 δεν υπάρχουν επιπτώσεις και στο 10 υπάρχουν οι μέγιστες αρνητικές επιπτώσεις). Επιπλέον, σταθμίζοντάς τα ως προς τη σχετική τους σημασία, αποδίδεται η συνολική βαθμολογία για κάθε σενάριο. Χρησιμοποιώντας κλάσεις πιθανότητας και τον μέσο όρο των επιπτώσεων μεταξύ των σεναρίων ξηρασίας στα όρια κάθε κλάσης, μπορούν να εκτιμηθούν οι αναμενόμενες επιπτώσεις (οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές) (Σχήμα 3.11) από ολόκληρη τη διαδικασία των γεγονότων ξηρασίας και των χαρακτηριστικών του συστήματος (Tsakiris et. al., 2009).



Σχήμα 3.11 Εκτίμηση ενός γεγονότος ξηρασίας με βάση τις επιπτώσεις στον οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό τομέα.

Η εκτίμηση της μέσης ετήσιας διακινδύνευσης είναι δύσκολη και απαιτεί βαθιά γνώση των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών διαδικασιών. Η μέση ετήσια αυτή διακινδύνευση μπορεί να εξαχθεί με βάση τη γνώση των ειδικών (experts) στο εξεταζόμενο σύστημα και προφανώς είναι εφαρμόσιμη μόνο στο συγκεκριμένο σύστημα.

Στα σύνθετα υδατικά συστήματα, εμφανίζεται μια ακόμη επιπλοκή που σχετίζεται με τους κανόνες κατανομής των περιορισμένων υδατικών πόρων κατά τη διάρκεια της ξηρασίας. Ακολουθώντας την ορθολογική ιεράρχηση της ικανοποίησης της ζήτησης που παρουσιάστηκε σε προηγούμενη παράγραφο, η έλλειψη της κάθε μονάδας νερού κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (π.χ. 15νθημέρου) δημιουργεί συγκεκριμένες επιπτώσεις. Οι επιπτώσεις αυτές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το προσδιορισμό της προτεραιότητας κάθε μονάδας νερού. Ο προσδιορισμός των προτεραιοτήτων αυτών για κάθε μήνα σε ένα σύνθετο υδατικό σύστημα απαιτεί προηγμένες πολυκριτηριακές εκτιμήσεις και ενισχυμένη συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών.

3.6 Περιεχόμενα Σχεδίου Διαχείρισης Ξηρασίας-Λειψυδρίας

Τα βασικά περιεχόμενα του Σχεδίου Διαχείρισης της Ξηρασίας είναι:

A. Εισαγωγή

Εξηγεί το σκοπό του σχεδίου και θέτει τους όρους για:

- Τον συντονισμό των δραστηριοτήτων
- Τον προσδιορισμό των ευθυνών για τη συλλογή δεδομένων

- Τη δημιουργία σταθερής βάσης για την αξιολόγηση της σφοδρότητας της ξηρασίας
- Τη διασφάλιση του νομικού και διοικητικού πλαισίου
- Την καθιέρωση επικοινωνίας με τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων και το κοινό
- Την κινητοποίηση όλων των διαθέσιμων δυνάμεων

B. Ειδική Επιτροπή Αντιμετώπισης της ξηρασίας

Αυτή η ενότητα εξηγεί πώς η Ειδική Επιτροπή Αντιμετώπισης της ξηρασίας, ένα συντονιστικό όργανο διαχείρισης των αντιδράσεων σε καταστάσεις ξηρασίας, θα δημιουργηθεί. Εντοπίζονται οι εκπρόσωποι, οργανώνονται συναντήσεις, δηλώνονται οι ευθύνες και διευκολύνονται η επικοινωνία και συστάσεις προς τους οργανισμούς και το κοινό.

Γ. Συλλογή δεδομένων

Οι αρμοδιότητες σχετικά με τη συλλογή δεδομένων, την επικοινωνία και την υποβολή εκθέσεων δίνεται σε οργανισμούς που εκπροσωπούνται στην Ειδική Επιτροπή Αντιμετώπισης της ξηρασίας.

Δ. Εκτίμηση σφοδρότητας ξηρασίας

Επιλέγονται οι δείκτες ξηρασίας και συμφωνούνται τα επίπεδα ξηρασίας για τη λήψη μέτρων.

Προτείνονται οι κατάλληλοι περίοδοι αναφοράς για την εκτίμηση της ξηρασίας (π.χ. 3, 6, 9 και 12 μήνες).

Αναπτύσσονται μέθοδοι για τον ακριβή προσδιορισμό των επεισοδίων ξηρασίας (π.χ. διάρκεια).

Υπολογίζονται τα διαθέσιμα αποθέματα (επιφανειακά και υπόγεια)

Ε. Επικοινωνίες

Δημιουργούνται τρόποι επικοινωνίας με τις αρμόδιες υπηρεσίες, τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων και το κοινό. Καθορίζεται το είδος και η χρονική στιγμή της επικοινωνίας.

ΣΤ. Αντίδραση στην ξηρασία και επίπεδα δράσης

Τα επίπεδα της αντίδρασης στην ξηρασία μπορεί να είναι:

- Τοπικό (επίπεδο υπολεκανών απορροής ή άλλης κατάλληλης περιοχής ή υδατικού συστήματος).
- Περιφερειακό (σε περίπτωση που επηρεάζονται περισσότερες από μία περιοχή).
- Εθνικό (σε περίπτωση που η κατάσταση της ξηρασίας είναι πολύ σοβαρή και επηρεάζει πολύ μεγάλες περιοχές).

Ο ρόλος των οργανισμών που εμπλέκονται σε περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο θα πρέπει να διευκρινιστεί (υπουργεία περιβάλλοντος, εσωτερικών, γεωργικής ανάπτυξης, τουρισμού, βιομηχανίας κτλ).

Προσδιορίζονται επίσης τα επίπεδα δράσης που σχετίζονται με τις συνθήκες ξηρασίας και κατά τα οποία θα ενεργοποιηθούν διαφορετικές ομάδες δράσεων. Υπό φυσιολογικές καταστάσεις προβλέπονται έξι επίπεδα δράσεων:

- άνω του φυσιολογικού
- φυσιολογικό
- συμβουλευτικό
- παρακολούθησης
- προειδοποίησης
- έκτακτης ανάγκης

Οι ενέργειες στο πλαίσιο αυτών των επιπέδων θα πρέπει να δηλώνονται με σαφήνεια.

E. Εφαρμογή μέτρων έκτακτης ανάγκης

Οι αρχές και οι εξουσίες που σχετίζονται με καταστάσεις ξηρασίας σε διάφορα επίπεδα της διακυβέρνησης, εντοπίζονται και ορίζονται ως πρωταγωνιστές. Νόμοι εφαρμόσιμοι σε καταστάσεις ξηρασίας τίθενται σε εφαρμογή. Πριν την εφαρμογή οποιουδήποτε μέτρου, θα πρέπει να ζητούνται οι συμβουλές του κατάλληλου νομικού προσωπικού.

3.7 Εκτίμηση λειψυδρίας: μεθοδολογία και εφαρμογή

Όπως προαναφέρθηκε στην παράγραφο 3.4 του τεύχους του 1^{ου} Παραδοτέου οι πιο ευάλωτες στη λειψυδρία υδρογεωλογικές λεκάνες της Κρήτης προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας τον δείκτη Rex που προτάθηκε σ' αυτή τη μελέτη.

Ο δείκτης Rex δείχνει την ποσοστιαία αξιοποίηση της μέσης ετήσιας τροφοδοσίας του υπόγειου υδροφορέα με βάση την εξίσωση:

$$Rex = \frac{D}{eP}$$

Όπου D ο μέσος όρος των ετήσιων απολήψεων από τον υδροφορέα (m^3)

e = ο λόγος του τμήματος του ετήσιου ύψους βροχής που καταλήγει στον υδροφόρο ορίζοντα μέσω της κατακόρυφης διήθησης στην υδρογεωλογική λεκάνη δια του ετήσιου ύψους βροχής (-)

P = ο μέσος όρος των συνολικών ετήσιων όγκων βροχής στην επιφάνεια της υδρογεωλογικής λεκάνης (m^3).

Με βάση τα δεδομένα του ιστορικού δείγματος βροχοπτώσεων και αντλήσεων (Απογραφή γεωτρήσεων της Δ/νσης Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Κρήτης στις 91 υδρογεωλογικές λεκάνες της Κρήτης) έγινε η εκτίμηση του Rex και η κατάταξη των υδρογεωλογικών λεκανών από πλευράς επικινδυνότητας μόνιμης λειψυδρίας.

Για την εκτίμηση του βαθμού λειψυδρίας ή υδατικής επάρκειας κάθε έτους προτείνεται να χρησιμοποιείται ο ίδιος δείκτης όπου ο αριθμητής που αναφέρεται στις απολήψεις είναι σταθερός και δείχνει έμμεσα τις ανάγκες σε νερό για τη λεκάνη. Ως προς τον παρονομαστή που αντιπροσωπεύει ουσιαστικά τη διαθεσιμότητα των (υπόγειων) υδατικών πόρων, αυτός μπορεί να προκύπτει ως τον ετήσιο όγκο της βροχής στην επιφάνεια της λεκάνης πολλαπλασιαζόμενο με τον ίδιο συντελεστή e που αντιπροσωπεύει το ποσοστό της βροχής που καταλήγει στα υπόγεια νερά (υπόγειο υδροφορέα).

Η παραπάνω έκφραση του Rex γράφεται για το έτος i ως εξής:

$$Rex^{(i)} = \frac{D}{eP_i}$$

Όπου P_i ο όγκος της βροχής στην επιφάνεια της λεκάνης κατά το έτος i .

Είναι προφανές ότι όσο το ετήσιο ύψος βροχής μικραίνει τόσο ο συντελεστής $Rex^{(i)}$ μεγαλώνει. Κατά αντιστοιχία με τον δείκτη WE_i , για τιμές του $Rex^{(i)}$ μικρότερες του 0.20 υπάρχει επάρκεια υδατικών πόρων στη συγκεκριμένη λεκάνη, για τιμές μεταξύ 0.20 – 0.40

υπάρχει μέτρια λειψυδρία (moderate water scarcity) και για τιμές μεγαλύτερες του 0.40 υπάρχουν συνθήκες έντονης λειψυδρίας (severe water scarcity).

Με δεδομένο ότι ο παράγοντας D παραμένει σταθερός, ο όρος eP_i είναι όμοιος με τον αντίστοιχο όρο του δείκτη ξηρασίας aSPI. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι ο aSPI μετρά την απόκλιση από το μέσο όρο του ετήσιου ενεργού ύψους βροχής, ενώ ο $Rex^{(i)}$ αναφέρεται στο απόλυτο (κάθε έτος) μέγεθος του ετήσιου ενεργού όγκου βροχής που παρατηρείται στην επιφάνεια της υδρογεωλογικής λεκάνης.

Συνεπώς, για να προσδιορίσουμε την κατάσταση λειψυδρίας ή υδατικής επάρκειας για ένα έτος στην υπό μελέτη λεκάνη (υδρογεωλογική) μπορούμε να εργαστούμε είτε απευθείας με τον προσδιορισμό του ενεργού όγκου βροχής ή να οδηγηθούμε σε αυτό μέσω του δείκτη ξηρασίας aSPI συσχετίζοντας τον aSPI_i με το eP_i .

Επειδή η μεγάλη πλειοψηφία των λεκανών απορροής ικανοποιεί τις υδατικές της ανάγκες από τα υπόγεια νερά είναι λογικό συμβατικά να θεωρήσουμε ότι η παραπάνω ανάλυση μπορεί να επεκταθεί και σε όλες τις ομάδες υπολεκανών χωρίς την πρόκληση σημαντικού σφάλματος. Δηλαδή η διαδικασία που προτάθηκε για τις υδρογεωλογικές λεκάνες εφαρμόζεται όμοια και στις 9 ομάδες υπολεκανών απορροής. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ομοιογένεια στους υπολογισμούς και τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους.

Σημειώνεται ότι επειδή το μέγεθος των αναγκών έχει ληφθεί από τις καταγραφές των γεωτρήσεων και ενδεχομένως διαφορετικός αριθμός ομάδων υπολεκανών να ανήκει σε μία υδρογεωλογική λεκάνη, το μέγεθος D για κάθε ομάδα υπολεκανών πρέπει να παίρνεται αναλογικά με τις επιφάνειες των ομάδων των υπολεκανών.

Επιπροσθέτως, τα μεγέθη του $Rex^{(i)}$ συγκρινόμενα με τις μέσες συνθήκες για τη συγκεκριμένη λεκάνη μπορούν να δείξουν κατά πόσο αποκλίνουν από τις μέσες αυτές συνθήκες ώστε να προκαλούνται πιέσεις στους υδατικούς πόρους. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι τιμές του $Rex^{(i)}$ για όλες τις υδρογεωλογικές λεκάνες της Κρήτης για τα έτη του ιστορικού δείγματος.

Με βάση τα παραπάνω δίνονται ακολούθως υπό μορφή πίνακα τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείκτη $Rex^{(i)}$ για τις 91 υδρογεωλογικές λεκάνες της Κρήτης και γίνεται ο προσδιορισμός της κατάστασης λειψυδρίας/ υδατικής επάρκειας ανά λεκάνη και ανά υδρολογικό έτος. Με κίτρινο χρώμα εμφανίζονται τα έτη με μέτρια λειψυδρία στην αντίστοιχη λεκάνη, ενώ με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται τα έτη με συνθήκες έντονες λειψυδρίας.

Πίνακας 3.1 Τιμές του δείκτη $Rex^{(i)}$ για τις υδρογεωλογικές λεκάνες της Κρήτης με βάση το ιστορικό δείγμα (υδρολογικά έτη 1973/74 έως 1990/91)

ΕΥ_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1973-1974	1974-1975	1975-1976	1976-1977	1977-1978	1978-1979	1979-1980	1980-1981	1981-1982	1982-1983	1983-1984	1984-1985	1985-1986	1986-1987	1987-1988	1988-1989	1989-1990	1990-1991
GR1300011	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΤΟΠΟΛΙΩΝ	0.09	0.08	0.06	0.08	0.07	0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	0.1	0.1
GR1300012	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΦΗΝΑΡΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300021	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΙΣΣΑΜΟΥ	1.3	1.23	0.91	1.21	0.98	1.17	0.94	0.91	0.9	1.21	1.04	1.04	1.24	1.13	1.31	1.16	1.65	1.57
GR1300022	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΑΜΠΟΥ ΧΑΝΙΩΝ	1.15	1.09	0.76	1.01	1	1.06	0.83	0.85	0.88	1.16	0.87	0.92	1.1	0.96	1.24	1.07	1.34	1.36
GR1300023	ΠΟΡΩΔΕΣ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ	1.12	1.24	0.86	1.15	1.04	1.06	0.78	0.91	0.91	1.2	0.85	0.86	1.17	0.9	1.41	1.1	1.42	1.43
GR1300031	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΔ. ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ (ΑΓΙΑΣ)	0.06	0.06	0.04	0.06	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.06	0.08	0.08
GR1300032	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΟΡΕΙΩΝ ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ (ΣΤΥΛΟΥ-ΑΡΜΕΝΩΝ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0.01
GR1300033	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΑ. ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ (ΚΟΥΡΝΑ-ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΗΣ)	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
GR1300034	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΝΟΤΙΩΝ ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300035	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΗΣ	0.1	0.1	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07	0.08	0.07	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.1	0.09	0.11	0.09
GR1300041	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΑΡΜΕΝΩΝ-ΜΑΛΑΚΙΟΥ-ΜΟΥΝΤΡΟΥ-ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ	0.11	0.09	0.07	0.08	0.06	0.09	0.07	0.07	0.07	0.1	0.08	0.08	0.09	0.07	0.08	0.09	0.12	0.1
GR1300042	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗ-ΑΣΙΔΕΡΩΤΑ	0.14	0.12	0.09	0.11	0.08	0.11	0.1	0.09	0.09	0.12	0.11	0.09	0.13	0.09	0.11	0.12	0.16	0.13
GR1300043	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΕΔΡΟΥ	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0
GR1300044	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΓΕΡΑΝΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300051	ΠΟΡΩΔΕΣ ΒΔ. ΡΕΘΥΜΝΙΟΥ	0.1	0.09	0.07	0.08	0.07	0.09	0.07	0.08	0.07	0.1	0.08	0.08	0.09	0.07	0.09	0.09	0.11	0.09
GR1300052	ΠΟΡΩΔΕΣ ΒΑ. ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΡΕΘΥΜΝΙΟΥ (ΚΑΜΠΟΥ ΡΕΘΥΜΝΙΟΥ-ΠΡ	0.58	0.48	0.41	0.45	0.38	0.45	0.41	0.4	0.37	0.53	0.45	0.4	0.53	0.41	0.46	0.53	0.7	0.58

EU_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1973-1974	1974-1975	1975-1976	1976-1977	1977-1978	1978-1979	1979-1980	1980-1981	1981-1982	1982-1983	1983-1984	1984-1985	1985-1986	1986-1987	1987-1988	1988-1989	1989-1990	1990-1991
GR1300053	ΠΟΡΩΔΕΣ ΒΑ.ΡΕΘΥΜΝΟΥ	0.25	0.21	0.18	0.2	0.18	0.2	0.18	0.18	0.16	0.23	0.2	0.18	0.23	0.18	0.21	0.24	0.31	0.26
GR1300054	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.08	0.06
GR1300055	ΠΟΡΩΔΕΣ ΝΟΤΙΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04
GR1300061	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΤΑΛΑΙΩΝ	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03
GR1300062	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΔ. ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300063	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΑ. ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
GR1300064	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΕΡΗΣ-ΤΥΛΙΣΣΟΥ	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
GR1300065	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΝΑ. ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ	0.08	0.06	0.05	0.06	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.08	0.05	0.05	0.06	0.1	0.08
GR1300071	ΠΟΡΩΔΕΣ ΒΟΡΕΙΟ-ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	0.44	0.37	0.27	0.31	0.3	0.34	0.34	0.3	0.31	0.38	0.33	0.28	0.42	0.3	0.38	0.44	0.53	0.39
GR1300072	ΠΟΡΩΔΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΒΟΡΕΙΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	0.52	0.44	0.32	0.35	0.35	0.38	0.38	0.39	0.39	0.44	0.4	0.33	0.47	0.35	0.48	0.51	0.63	0.46
GR1300081	ΠΟΡΩΔΕΣ ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	4.43	3.72	2.67	3.9	2.08	3.4	3.27	2.28	2.6	4.34	2.83	2.67	4.77	3.02	2.74	4.19	5.78	4.08
GR1300082	ΠΟΡΩΔΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	1.32	1.1	0.78	1.13	0.61	1.01	0.95	0.67	0.75	1.27	0.85	0.8	1.42	0.88	0.81	1.25	1.69	1.21
GR1300083	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΟΙΡΩΝ	2.52	1.98	1.66	2.39	1.35	1.94	1.91	1.44	1.52	2.51	1.61	1.54	2.48	1.9	1.6	2.31	3.7	2.37
GR1300084	ΠΟΡΩΔΕΣ ΓΑΛΙΑΣ-ΒΑΓΙΩΝΙΑΣ-ΑΣΗΜΙΟΥ	0.76	0.59	0.49	0.58	0.41	0.52	0.5	0.41	0.45	0.7	0.51	0.46	0.69	0.58	0.52	0.69	1	0.66
GR1300085	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΕΣΟΧΩΡΙΟΥ	0.87	0.76	0.57	0.63	0.55	0.69	0.64	0.55	0.6	0.85	0.64	0.54	0.81	0.73	0.74	0.81	1.16	0.8
GR1300086	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΕΣΑΡΑΣ-ΝΟΤΙΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	0.84	0.68	0.55	0.65	0.49	0.64	0.64	0.51	0.56	0.79	0.58	0.51	0.83	0.65	0.62	0.77	1.1	0.77
GR1300091	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΟΜΠΙΑΣ-ΑΛΗΘΙΝΗΣ	0.43	0.34	0.3	0.47	0.24	0.35	0.34	0.26	0.26	0.52	0.3	0.28	0.46	0.37	0.3	0.41	0.68	0.39
GR1300092	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΥΡΓΟΥ-ΧΑΡΑΚΑ-ΦΟΥΡΝΟΦΑΡΙΤΟΥ	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05	0.06	0.09	0.06
GR1300093	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	0.06	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.06	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05	0.06	0.09	0.06
GR1300111	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΔΙΚΤΗΣ	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.07	0.05

EU_CD_GW	1973- 1974	1974- 1975	1975- 1976	1976- 1977	1977- 1978	1978- 1979	1979- 1980	1980- 1981	1981- 1982	1982- 1983	1983- 1984	1984- 1985	1985- 1986	1986- 1987	1987- 1988	1988- 1989	1989- 1990	1990- 1991
GR1300112	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.08	0.08	0.11	0.08
GR1300113	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.11	0.09	0.08	0.09	0.09	0.11	0.11	0.16	0.12
GR1300114	0.48	0.46	0.33	0.35	0.34	0.37	0.33	0.37	0.43	0.47	0.4	0.3	0.37	0.38	0.43	0.46	0.66	0.47
GR1300115	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.03
GR1300116	0.07	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.09	0.06
GR1300117	0.15	0.13	0.11	0.12	0.09	0.11	0.1	0.1	0.12	0.14	0.12	0.09	0.13	0.12	0.12	0.14	0.21	0.15
GR1300122	0.77	0.89	0.71	0.97	0.71	0.79	0.65	0.67	0.73	1.04	0.74	0.59	0.64	0.7	0.76	0.75	1.37	0.84
GR1300123	0.66	0.64	0.53	0.64	0.45	0.56	0.48	0.47	0.56	0.72	0.55	0.42	0.52	0.57	0.53	0.64	0.96	0.67
GR1300132	1.44	1.56	1.19	1.61	1.25	1.39	1.1	1.18	1.27	1.76	1.24	1.07	1.15	1.21	1.32	1.41	2.22	1.51
GR1300141	0.66	0.67	0.48	0.62	0.5	0.5	0.4	0.46	0.44	0.61	0.48	0.52	0.52	0.46	0.52	0.66	0.89	0.69
GR1300142	0.27	0.28	0.22	0.28	0.22	0.24	0.2	0.21	0.22	0.3	0.23	0.2	0.22	0.22	0.24	0.26	0.41	0.28
GR1300143	0.63	0.6	0.48	0.73	0.52	0.6	0.42	0.48	0.5	0.72	0.46	0.51	0.58	0.46	0.58	0.68	0.89	0.72
GR1300144	0.39	0.41	0.29	0.38	0.3	0.3	0.24	0.27	0.27	0.37	0.29	0.3	0.31	0.28	0.32	0.4	0.55	0.4
GR1300152	0.2	0.21	0.16	0.2	0.16	0.15	0.12	0.14	0.14	0.2	0.14	0.16	0.18	0.14	0.16	0.2	0.29	0.19
GR1300153	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
GR1300161	1.02	1.05	0.88	1.1	0.94	0.85	0.73	0.95	0.88	1.51	0.68	0.93	1.17	0.67	0.68	0.9	1.49	0.87

EU_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1973-1974	1974-1975	1975-1976	1976-1977	1977-1978	1978-1979	1979-1980	1980-1981	1981-1982	1982-1983	1983-1984	1984-1985	1985-1986	1986-1987	1987-1988	1988-1989	1989-1990	1990-1991
GR1300162	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΟΝΗΣ ΤΟΠΛΟΥ-ΠΑΛΑΙΚΑΣΤΡΟΥ-ΞΗΡΟΚΑΜΠΟΥ	0.46	0.48	0.38	0.48	0.4	0.37	0.31	0.39	0.37	0.58	0.32	0.4	0.47	0.31	0.33	0.43	0.67	0.41
GR1300171	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑΣ	0.09	0.08	0.06	0.08	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.08	0.06	0.09	0.07	0.14	0.11
GR1300172	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΧΡΥΣΟΣΚΑΛΠΙΣΣΑΣ	0.01	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01
GR1300173	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΑΝΤΑΝΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300180	ΠΟΡΩΔΕΣ ΦΡΑΓΚΟΚΑΣΤΕΛΛΟΥ	0.16	0.15	0.1	0.14	0.1	0.12	0.11	0.11	0.1	0.13	0.12	0.11	0.14	0.11	0.14	0.14	0.18	0.16
GR1300190	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΧΑΝΙΩΝ	0.45	0.39	0.3	0.39	0.28	0.36	0.28	0.28	0.26	0.38	0.33	0.33	0.41	0.34	0.44	0.35	0.64	0.55
GR1300200	ΠΟΡΩΔΕΣ ΧΡΥΣΟΣΚΑΛΠΙΣΣΑΣ	0.06	0.06	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.09	0.08
GR1300210	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΡΕΘΥΜΝΟΥ	1.03	0.84	0.68	0.78	0.54	0.82	0.69	0.61	0.61	0.91	0.78	0.72	0.92	0.67	0.74	0.88	1.13	0.92
GR1300220	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	0.94	0.76	0.63	0.82	0.54	0.72	0.7	0.58	0.6	0.96	0.67	0.61	0.92	0.79	0.69	0.87	1.38	0.84
GR1300231	ΠΟΡΩΔΕΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΛΑΣΙΘΙΟΥ	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.07	0.07	0.1	0.08
GR1300232	ΠΟΡΩΔΕΣ ΕΜΠΑΡΟΥ-ΠΑΝΑΠΙΑΣ	2.64	2.21	1.79	1.96	1.59	1.95	1.88	1.87	2.15	2.44	1.81	1.64	2.61	2	2.32	2.32	3.4	2.51
GR1300233	ΠΟΡΩΔΕΣ ΑΝΩ ΒΙΑΝΝΟΥ	1.12	0.93	0.74	0.81	0.69	0.85	0.82	0.77	0.88	1.07	0.82	0.67	1.1	0.89	0.96	1.02	1.56	1.17
GR1300234	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΕΡΑΤΟΚΑΜΠΟΥ-ΑΡΒΗΣ	0.72	0.58	0.46	0.5	0.44	0.56	0.53	0.48	0.55	0.69	0.55	0.4	0.71	0.57	0.59	0.65	1.05	0.86
GR1300240	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΔΙΚΤΗΣ	2.28	1.99	1.54	1.66	1.44	1.65	1.59	1.67	1.93	2.09	1.79	1.43	1.99	1.75	1.99	2.14	3.12	2.26
GR1300250	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΨΗΛΟΡΕΠΤΗ	0.94	0.79	0.65	0.75	0.61	0.76	0.71	0.65	0.63	0.84	0.73	0.66	0.88	0.7	0.7	0.87	1.17	0.96
GR1300260	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΟΡΕΩΝ ΖΑΚΡΟΥ	0.17	0.18	0.13	0.17	0.13	0.13	0.1	0.12	0.12	0.17	0.12	0.14	0.14	0.12	0.13	0.17	0.24	0.17
GR1300270	ΠΟΡΩΔΕΣ ΓΑΛΔΟΥ	0.01	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01
GR1300280	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΓΑΛΔΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0
GR1300290	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΠΙΟΥΧΤΑΣ-ΟΞΥ ΚΕΦΑΛΙ (ΔΑΜΑΝΙΩΝ-ΛΑΡΑΝΙΟΥ)	0.22	0.17	0.14	0.15	0.14	0.16	0.16	0.13	0.14	0.19	0.16	0.13	0.21	0.16	0.17	0.21	0.26	0.18
GR1300301	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΙΟΥΧΤΑ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EU_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1973-1974	1974-1975	1975-1976	1976-1977	1977-1978	1978-1979	1979-1980	1980-1981	1981-1982	1982-1983	1983-1984	1984-1985	1985-1986	1986-1987	1987-1988	1988-1989	1989-1990	1990-1991
GR1300302	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΔΑΜΑΝΙΩΝ-ΛΑΡΑΝΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300311	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟΥ ΧΩΡΙΟΥ-ΣΜΑΡΙΟΥ	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.06	0.04
GR1300312	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ-ΓΟΥΒΩΝ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	0.09	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.06	0.08	0.08	0.11	0.08
GR1300320	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΟΡΝΟΥ-ΘΡΥΠΤΗΣ	0.52	0.54	0.41	0.54	0.42	0.45	0.37	0.4	0.42	0.57	0.42	0.4	0.43	0.41	0.46	0.52	0.78	0.56
GR1300321	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΓΡΑΜΒΟΥΣΑΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300322	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΣΠΑΘΑΣ (ΡΟΔΩΠΟΥ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300323	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ (ΣΟΥΔΑΣ)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
GR1300324	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΑΠΟΚΟΡΩΝΑ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300330	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΓΥΨΩΝ ΚΡΗΤΗΣ	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05	0.07	0.05
GR1300340	ΝΗΣΙΔΕΣ ΚΡΗΤΗΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300101	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΑΣΤΕΛΙΟΥ	0.58	0.47	0.38	0.39	0.35	0.38	0.39	0.42	0.46	0.5	0.4	0.36	0.55	0.4	0.52	0.51	0.73	0.52
GR1300102	ΠΟΡΩΔΕΣ ΡΟΥΣΟΧΩΡΙΩΝ	0.87	0.72	0.58	0.6	0.53	0.62	0.62	0.61	0.68	0.78	0.6	0.53	0.87	0.63	0.76	0.77	1.09	0.78
GR1300121	ΠΟΡΩΔΕΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ-ΚΕΝΤΡΙΟΥ	0.51	0.49	0.4	0.5	0.36	0.44	0.38	0.37	0.43	0.56	0.42	0.34	0.4	0.43	0.42	0.48	0.75	0.52
GR1300124	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΥΡΤΟΥ	0.72	0.59	0.54	0.78	0.44	0.6	0.56	0.48	0.55	0.78	0.58	0.44	0.6	0.65	0.51	0.65	1.1	0.73
GR1300151	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΟΡΕΩΝ ΖΑΚΡΟΥ	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02
GR1300154	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΟΡΕΩΝ ΠΗΓΗΣ ΖΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300131	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΟΡΝΟΥ	0.07	0.07	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.07	0.1	0.07
GR1300134	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΕΥΚΩΝ - ΜΑΡΩΝΙΑΣ	0.12	0.12	0.09	0.12	0.09	0.1	0.08	0.09	0.08	0.12	0.09	0.1	0.1	0.09	0.1	0.12	0.16	0.13
GR1300133	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΘΡΥΠΤΗΣ	0.19	0.21	0.16	0.21	0.16	0.18	0.15	0.15	0.17	0.23	0.17	0.14	0.16	0.16	0.17	0.18	0.31	0.2

Πίνακας 3.2 Τιμές του δείκτη $Rex^{(i)}$ για τις υδρογεωλογικές λεκάνες της Κρήτης με βάση το ιστορικό δείγμα (υδρολογικά έτη 1991/92 έως 2008/09)

EU_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
GR1300011	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΤΟΠΟΛΙΩΝ	0.08	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.08	0.07	0.09	0.07	0.07	0.06	0.08	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
GR1300012	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΦΗΝΑΡΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300021	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΙΣΣΑΜΟΥ	1.17	1.36	1.38	1.28	1.09	0.96	1.16	1.01	1.33	1.06	1.07	0.82	1.2	1.27	1.23	1.05	1.29	1.18
GR1300022	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΑΜΠΟΥ ΧΑΝΙΩΝ	1	1.16	1.16	1.14	0.97	0.85	1.11	0.96	1.13	0.97	1	0.76	1.1	1.12	1.11	0.94	1.16	1.02
GR1300023	ΠΟΡΩΔΕΣ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ	1.04	1.26	1.2	1.21	0.98	0.79	1.1	0.96	1.09	0.87	0.88	0.67	1.19	1.41	1.06	0.95	1.28	1.17
GR1300031	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΔ. ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ (ΑΓΙΑΣ)	0.06	0.07	0.07	0.07	0.05	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06
GR1300032	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΟΡΕΙΩΝ ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ (ΣΤΥΛΟΥ-ΑΡΜΕΝΩΝ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0
GR1300033	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΑ. ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ (ΚΟΥΡΝΑ-ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΗΣ)	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
GR1300034	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΝΟΤΙΩΝ ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300035	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΗΣ	0.07	0.1	0.08	0.09	0.07	0.06	0.07	0.07	0.1	0.06	0.07	0.05	0.09	0.09	0.07	0.06	0.08	0.1
GR1300041	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΑΡΜΕΝΩΝ-ΜΑΛΑΚΙΩΝ-ΜΟΥΝΤΡΟΥ-ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ	0.08	0.1	0.08	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.12	0.07	0.06	0.05	0.07	0.1	0.08	0.08	0.09	0.08
GR1300042	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗ-ΑΣΙΔΕΡΩΤΑ	0.1	0.13	0.11	0.11	0.09	0.1	0.1	0.09	0.15	0.09	0.08	0.06	0.1	0.13	0.1	0.1	0.11	0.11
GR1300043	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΕΔΡΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300044	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΓΕΡΑΝΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300051	ΠΟΡΩΔΕΣ ΒΔ. ΡΕΦΥΜΝΟΥ	0.07	0.1	0.08	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.11	0.07	0.06	0.05	0.08	0.1	0.07	0.07	0.08	0.09
GR1300052	ΠΟΡΩΔΕΣ ΒΑ. ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΡΕΦΥΜΝΟΥ (ΚΑΜΠΟΥ ΡΕΦΥΜΝΟΥ-ΠΡ	0.45	0.63	0.47	0.45	0.38	0.44	0.4	0.37	0.6	0.38	0.34	0.24	0.39	0.54	0.44	0.42	0.47	0.48

EU_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
GR1300053	ΠΟΡΩΔΕΣ ΒΑ.ΡΕΘΥΜΝΟΥ	0.2	0.28	0.21	0.2	0.17	0.19	0.18	0.16	0.25	0.17	0.15	0.11	0.17	0.24	0.19	0.18	0.2	0.22
GR1300054	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ	0.05	0.07	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.08	0.05	0.04	0.03	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05
GR1300055	ΠΟΡΩΔΕΣ ΝΟΤΙΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
GR1300061	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΤΑΛΑΙΩΝ	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
GR1300062	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΔ. ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300063	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΑ. ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
GR1300064	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΕΡΗΣ-ΤΥΛΙΣΣΟΥ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
GR1300065	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΝΑ. ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ	0.06	0.08	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.09	0.06	0.05	0.03	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.05
GR1300071	ΠΟΡΩΔΕΣ ΒΟΡΕΙΟ-ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	0.33	0.51	0.36	0.29	0.27	0.28	0.31	0.32	0.45	0.31	0.26	0.21	0.32	0.37	0.35	0.35	0.37	0.39
GR1300072	ΠΟΡΩΔΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΒΟΡΕΙΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	0.39	0.58	0.43	0.33	0.34	0.33	0.37	0.38	0.56	0.37	0.29	0.24	0.35	0.4	0.39	0.38	0.42	0.47
GR1300081	ΠΟΡΩΔΕΣ ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	3.97	4.94	3.52	3.91	2.63	3.84	3.62	3.39	5.21	3.26	2.68	1.51	2.35	3.2	3.65	4.05	2.88	2.21
GR1300082	ΠΟΡΩΔΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	1.17	1.46	1.05	1.15	0.78	1.15	1.06	0.99	1.56	0.94	0.8	0.45	0.7	0.96	1.08	1.2	0.86	0.66
GR1300083	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΟΙΡΩΝ	2.35	3.03	1.91	2.07	1.46	1.88	2.04	1.9	2.85	1.92	1.76	1.12	1.69	1.96	2.24	2.33	1.89	1.49
GR1300084	ΠΟΡΩΔΕΣ ΤΑΛΙΑΣ-ΒΑΓΙΩΝΙΑΣ-ΑΣΗΜΙΟΥ	0.66	0.96	0.62	0.61	0.43	0.59	0.62	0.63	0.91	0.57	0.55	0.34	0.52	0.54	0.65	0.72	0.57	0.51
GR1300085	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΕΣΟΧΩΡΙΟΥ	0.79	1.16	0.79	0.65	0.54	0.77	0.75	0.78	1.11	0.68	0.63	0.45	0.64	0.71	0.77	0.91	0.77	0.77
GR1300086	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΕΣΑΡΑΣ-ΝΟΤΙΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	0.71	1	0.68	0.61	0.5	0.62	0.64	0.65	0.97	0.62	0.54	0.39	0.57	0.62	0.72	0.73	0.65	0.57
GR1300091	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΟΜΠΙΑΣ-ΑΛΗΘΙΝΗΣ	0.48	0.53	0.36	0.36	0.26	0.39	0.38	0.36	0.55	0.35	0.35	0.18	0.28	0.32	0.37	0.47	0.34	0.26
GR1300092	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΥΡΓΟΥ-ΧΑΡΑΚΑ-ΦΟΥΡΝΟΦΑΡΙΤΟΥ	0.06	0.09	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05
GR1300093	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	0.06	0.09	0.06	0.06	0.04	0.06	0.06	0.06	0.08	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05
GR1300111	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΔΙΚΤΗΣ	0.05	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.08	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05

EU_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
GR1300112	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΜΑΛΙΩΝ-ΣΕΛΕΝΑΣ	0.07	0.09	0.07	0.05	0.07	0.05	0.06	0.07	0.1	0.06	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08
GR1300113	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΑ. ΔΙΚΤΗΣ	0.1	0.13	0.1	0.08	0.09	0.07	0.08	0.1	0.14	0.09	0.06	0.06	0.07	0.09	0.09	0.09	0.1	0.11
GR1300114	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΛΑΚΚΩΝΙΩΝ-ΑΛΜΥΡΟΥ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	0.4	0.56	0.45	0.33	0.37	0.35	0.37	0.45	0.61	0.42	0.3	0.27	0.34	0.37	0.44	0.41	0.41	0.44
GR1300115	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΦΟΥΡΝΗΣ-ΕΛΟΥΝΤΑΣ	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
GR1300116	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΣΙΣΙΟΥ-ΜΙΛΑΤΟΥ-ΕΛΟΥΝΤΑΣ	0.05	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.08	0.06	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06
GR1300117	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ-ΝΟΤΙΑΣ ΔΙΚΤΗΣ	0.13	0.17	0.13	0.11	0.1	0.11	0.13	0.14	0.21	0.12	0.09	0.08	0.1	0.11	0.15	0.14	0.12	0.13
GR1300122	ΠΟΡΩΔΕΣ ΠΑΧΕΙΑΣ	0.69	1.33	0.94	0.73	0.6	0.8	0.9	0.8	1.24	1.07	0.66	0.42	0.56	0.69	0.89	0.82	0.64	0.71
GR1300123	ΠΟΡΩΔΕΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ-ΚΑΛΟΥ ΧΩΡΙΟΥ	0.57	0.82	0.62	0.52	0.47	0.55	0.65	0.68	0.97	0.64	0.47	0.37	0.5	0.52	0.74	0.74	0.58	0.61
GR1300132	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΜΑΛΑΥΡΑΣ-ΠΑΧΕΙΑΣ ΑΜΙΜΟΥ	1.22	2.16	1.6	1.24	1.12	1.47	1.52	1.42	2.13	1.74	1.16	0.81	1.09	1.25	1.63	1.53	1.23	1.37
GR1300141	ΠΟΡΩΔΕΣ ΣΗΤΕΙΑΣ-ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΑΔΩΝ-ΑΓΙΑΣ ΤΡΙΑΔΑΣ	0.56	0.83	0.7	0.54	0.47	0.99	0.65	0.55	0.76	0.66	0.45	0.38	0.53	0.57	0.67	0.67	0.56	0.59
GR1300142	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΟΥΤΣΟΥΡΑ-ΜΑΚΡΥΓΙΑΛΟΥ	0.23	0.38	0.29	0.23	0.2	0.28	0.27	0.26	0.38	0.3	0.2	0.15	0.2	0.23	0.29	0.28	0.23	0.25
GR1300143	ΠΟΡΩΔΕΣ ΣΚΟΠΗΣ-ΣΗΤΕΙΑΣ	0.54	0.87	0.75	0.55	0.55	0.78	0.62	0.58	0.94	0.74	0.56	0.43	0.51	0.57	0.76	0.7	0.65	0.67
GR1300144	ΠΟΡΩΔΕΣ ΓΟΥΔΟΥΡΑ	0.34	0.5	0.41	0.32	0.29	0.59	0.38	0.34	0.46	0.4	0.28	0.23	0.31	0.34	0.4	0.4	0.34	0.36
GR1300152	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΒΑ. ΑΠΟΛΗΞΕΩΝ ΟΡΕΩΝ ΖΑΚΡΟΥ	0.17	0.26	0.21	0.16	0.15	0.39	0.18	0.17	0.23	0.23	0.15	0.12	0.15	0.18	0.21	0.2	0.18	0.2
GR1300153	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΑΝΑΤΟΛΙΚΩΝ ΑΠΟΛΗΞΕΩΝ ΟΡΕΩΝ ΖΑΚΡΟ	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
GR1300161	ΠΟΡΩΔΕΣ ΦΟΙΝΙΚΟΔΑΣΟΥΣ ΒΑΪ	0.86	1.24	1	0.68	0.65	1.23	0.74	0.76	1.36	1.41	0.82	0.55	0.65	1.07	1.19	1	0.86	0.92

EU_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
GR1300162	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΟΝΗΣ ΤΟΠΛΟΥ-ΠΑΛΑΙΚΑΣΤΡΟΥ-ΞΗΡΟΚΑΜΠΟΥ	0.39	0.57	0.47	0.33	0.31	0.65	0.36	0.58	0.59	0.36	0.32	0.26	0.32	0.46	0.52	0.46	0.4	0.43
GR1300171	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑΣ	0.07	0.09	0.1	0.08	0.07	0.05	0.06	0.09	0.06	0.06	0.06	0.04	0.07	0.09	0.07	0.06	0.08	0.08
GR1300172	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΧΡΥΣΟΣΚΑΛΠΙΣΣΑΣ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01
GR1300173	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΑΝΤΑΝΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300180	ΠΟΡΩΔΕΣ ΦΡΑΓΚΟΚΑΣΤΕΛΛΟΥ	0.13	0.15	0.13	0.13	0.11	0.1	0.11	0.16	0.11	0.11	0.1	0.07	0.12	0.15	0.11	0.11	0.13	0.13
GR1300190	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΧΑΝΙΩΝ	0.38	0.46	0.48	0.42	0.35	0.29	0.35	0.3	0.45	0.32	0.33	0.24	0.37	0.44	0.39	0.33	0.42	0.4
GR1300200	ΠΟΡΩΔΕΣ ΧΡΥΣΟΣΚΑΛΠΙΣΣΑΣ	0.05	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.03	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06
GR1300210	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΡΕΘΥΜΝΟΥ	0.74	0.95	0.79	0.77	0.63	0.79	0.69	0.65	1.16	0.7	0.61	0.44	0.68	0.91	0.78	0.81	0.83	0.73
GR1300220	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	0.9	1.26	0.83	0.79	0.58	0.84	0.8	0.84	1.19	0.74	0.71	0.41	0.64	0.68	0.82	0.93	0.73	0.66
GR1300231	ΠΟΡΩΔΕΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΛΑΣΙΘΙΟΥ	0.06	0.08	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.1	0.06	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.08
GR1300232	ΠΟΡΩΔΕΣ ΕΜΠΑΡΟΥ-ΠΑΝΑΓΙΑΣ	2.17	3.29	2.41	1.86	1.89	1.94	1.98	2.32	3.71	2.1	1.65	1.36	1.85	2.03	2.3	2.15	2.15	2.12
GR1300233	ΠΟΡΩΔΕΣ ΑΝΩ ΒΙΑΝΝΟΥ	0.94	1.4	1	0.8	0.73	0.85	0.85	0.98	1.5	0.83	0.7	0.56	0.73	0.81	1	0.9	0.86	0.85
GR1300234	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΕΡΑΤΟΚΑΜΠΟΥ-ΑΡΒΗΣ	0.57	0.86	0.6	0.5	0.41	0.54	0.55	0.65	0.94	0.5	0.46	0.35	0.44	0.52	0.71	0.54	0.51	0.47
GR1300240	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΔΙΚΤΗΣ	1.89	2.65	2.03	1.59	1.64	1.61	1.75	2.04	3.06	1.81	1.35	1.16	1.52	1.69	1.98	1.8	1.86	2.03
GR1300250	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ	0.76	1.08	0.77	0.73	0.65	0.71	0.71	0.66	0.99	0.67	0.57	0.43	0.68	0.86	0.84	0.82	0.83	0.78
GR1300260	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΟΡΕΩΝ ΖΑΚΡΟΥ	0.15	0.22	0.18	0.14	0.12	0.31	0.15	0.14	0.2	0.19	0.13	0.1	0.13	0.15	0.18	0.17	0.15	0.16
GR1300270	ΠΟΡΩΔΕΣ ΓΑΥΔΟΥ	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0.01
GR1300280	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΓΑΥΔΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300290	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΠΟΥΧΤΑΣ-ΟΞΥ ΚΕΦΑΛΙ (ΔΑΜΑΝΙΩΝ-ΛΑΡΑΝΙΟΥ)	0.16	0.24	0.18	0.14	0.13	0.14	0.15	0.16	0.23	0.15	0.13	0.1	0.16	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17
GR1300301	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΟΥΧΤΑ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EU_CD_GW	ΟΝΟΜΑ	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
GR1300302	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΔΑΜΑΝΙΩΝ-ΛΑΡΑΝΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300311	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟΥ ΧΩΡΙΟΥ-ΣΜΑΡΙΟΥ	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05
GR1300312	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ-ΓΟΥΒΩΝ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	0.07	0.1	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.11	0.07	0.05	0.04	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08
GR1300320	ΡΩΓΜΩΔΕΣ ΟΡΝΟΥ-ΘΡΥΠΤΗΣ	0.45	0.73	0.58	0.44	0.4	0.59	0.53	0.48	0.71	0.58	0.39	0.3	0.4	0.46	0.56	0.54	0.45	0.48
GR1300321	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΓΡΑΜΒΟΥΣΑΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300322	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΣΠΑΘΑΣ (ΡΟΔΩΠΟΥ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300323	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ (ΣΟΥΔΑΣ)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
GR1300324	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΑΠΟΚΟΡΩΝΑ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300330	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΓΥΨΩΝ ΚΡΗΤΗΣ	0.04	0.06	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04
GR1300340	ΝΗΣΙΔΕΣ ΚΡΗΤΗΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300101	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΑΣΤΕΛΙΟΥ	0.45	0.7	0.51	0.38	0.41	0.4	0.43	0.48	0.74	0.45	0.34	0.3	0.41	0.47	0.49	0.42	0.5	0.55
GR1300102	ΠΟΡΩΔΕΣ ΡΟΥΣΟΧΩΡΙΩΝ	0.69	1.07	0.77	0.59	0.59	0.61	0.64	0.73	1.14	0.67	0.54	0.44	0.61	0.66	0.73	0.68	0.71	0.71
GR1300121	ΠΟΡΩΔΕΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ-ΚΕΝΤΡΙΟΥ	0.44	0.66	0.5	0.41	0.36	0.44	0.5	0.5	0.75	0.5	0.37	0.28	0.37	0.4	0.55	0.54	0.43	0.46
GR1300124	ΠΟΡΩΔΕΣ ΜΥΡΤΟΥ	0.72	0.86	0.64	0.63	0.42	0.57	0.72	0.72	1.2	0.63	0.57	0.4	0.54	0.54	0.88	1.08	0.65	0.58
GR1300151	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΟΡΕΩΝ ΖΑΚΡΟΥ	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
GR1300154	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΟΡΕΩΝ ΠΗΓΗΣ ΖΟΥ	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR1300131	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΟΡΝΟΥ	0.06	0.09	0.07	0.06	0.05	0.08	0.07	0.06	0.09	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06
GR1300134	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΠΕΥΚΩΝ - ΜΑΡΩΝΙΑΣ	0.1	0.15	0.13	0.1	0.09	0.15	0.12	0.1	0.15	0.12	0.08	0.07	0.1	0.1	0.13	0.13	0.1	0.1
GR1300133	ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΘΡΥΠΤΗΣ	0.17	0.29	0.22	0.17	0.14	0.2	0.2	0.19	0.28	0.23	0.15	0.1	0.14	0.16	0.21	0.2	0.16	0.17

3.8 Παραδείγματα εφαρμογής Σχεδιασμού Αντιμετώπισης της ξηρασίας- λειψυδρίας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο Σχεδιασμός για την αντιμετώπιση της ξηρασίας δεν έχει προχωρήσει στα περισσότερα κράτη του κόσμου. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθούν κάποια σημαντικά παραδείγματα χωρών που είτε έχουν κάνει προσπάθειες προς την κατεύθυνση του Σχεδιασμού, είτε ακόμη έχουν να παρουσιάσουν ολοκληρωμένα Σχέδια για την αντιμετώπιση της ξηρασίας.

Ένα από τα καλύτερα παραδείγματα σχεδιασμού για την ξηρασία αποτελεί το Επιχειρησιακό Σχέδιο της Seville στην Ισπανία. Η εταιρία ύδρευσης της Seville δημιούργησε και διένειμε σε όλους τους ενδιαφερόμενους ένα σχέδιο αντιμετώπισης της ξηρασίας που ονόμασε «Εγχειρίδιο για την Ξηρασία». Στο σχέδιο περιγράφονται οι δράσεις που θα πρέπει να αναληφθούν σε κάθε στάδιο ξηρασίας αλλά και τα κριτήρια έναρξης εφαρμογής των διαφόρων δράσεων. Το σχέδιο περιγράφει επίσης τη δημιουργία Ειδικής Επιτροπής Αντιμετώπισης, αλλά και το πλαίσιο συμφωνιών που πρέπει να επιτευχθεί με άλλους φορείς για την αντιμετώπιση ενός γεγονότος ξηρασίας (UNEP/PAP/RAC, 2007).

Τα περισσότερα ωστόσο σχέδια αντιμετώπισης προέρχονται από τις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου αρκετές από τις πολιτείες έχουν υιοθετήσει το σχεδιασμό για την ξηρασία και έχουν δημιουργήσει ολοκληρωμένα σχέδια για την αντιμετώπισή της. Παράδειγμα τέτοιου σχεδιασμού αποτελεί το Επιχειρησιακό Σχέδιο για την ξηρασία της Arizona (ADPP, 2004) στο οποίο περιγράφονται αναλυτικά οι ενέργειες της Πολιτείας, των διαφόρων φορέων, αλλά και των πολιτών για την αντιμετώπιση ενός γεγονότος ξηρασίας. Αντίστοιχη προσπάθεια έχει γίνει στη Massachusetts (MDMP, 2001), όπου έμφαση δίνεται τόσο στην αναγνώριση της ξηρασίας, όσο και στο θεσμικό πλαίσιο, με αναλυτική περιγραφή της Ειδικής Επιτροπής Αντιμετώπισης, αλλά και του ρόλου των διαφόρων φορέων στην αντιμετώπιση της ξηρασίας. Οι δομή του σχεδιασμού, οι προτεραιότητες και οι φορείς, αλλά και ο ρόλος των ομάδων εργασίας και το πλαίσιο των δράσεων περιγράφονται στο Σχέδιο Ξηρασίας του New Mexico (NMDP, 2003).

Μια πραγματικά ενδιαφέρουσα περίπτωση αποτελεί το Σχέδιο Διαχείρισης της Ξηρασίας που έχει συνταχθεί από το Τμήμα Γεωργίας, Δασών και Αλιείας της Δημοκρατίας της Νοτίου Αφρικής. Το Σχέδιο βασίζεται στο ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο, στην αξιολόγηση των κινδύνων και τον σχεδιασμό περιορισμού τους και στις ενέργειες αντίδρασης και αποκατάστασης. Σύμφωνα με το Σχέδιο η διαχείριση της ξηρασίας διέπεται από δράσεις πληροφόρησης και επικοινωνίας, εκπαίδευσης και κατάρτιση, ευαισθητοποίησης του κοινού, έρευνας και φυσικά της κατάλληλης χρηματοδότησης (DMP, 2005). Χαρακτηριστικό του Σχεδίου αυτού είναι ότι όπως αναφέρεται ακόμη και στο εξώφυλλο, αποτελεί ένα κείμενο

διαβούλευσης για σχολιασμό από το κοινό.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

Στο τεύχος αυτό παρουσιάσθηκε αναλυτικά η διαδικασία εκτίμησης της σφοδρότητας της ξηρασίας στις ομάδες υπολεκανών απορροής της Κρήτης με βάση δύο επιλεγμένους δείκτες ξηρασίας (SPI και aSPI) για όλη την περίοδο του διαθέσιμου ιστορικού δείγματος. Η μεταφορά από τις σημειακές τιμές των επιλεγμένων μετεωρολογικών σταθμών στις τιμές που αναφέρονται στις επιφάνειες των ομάδων υπολεκανών έγινε με δύο μεθόδους χωρικής αναγωγής τη γεωστατιστική μέθοδο kriging (Empirical Bayesian kriging) και τη ντετερμινιστική μέθοδο της αντίστροφης απόστασης (IDW- inverse distance weighting) για ετήσιες περιόδους αναφοράς. Στην περίπτωση χρήσης του δείκτη aSPI υπολογίσθηκαν οι τιμές σφοδρότητας για περίοδο αναφοράς 9 μήνες.

Επίσης στο τεύχος παρουσιάσθηκαν εκτενώς όλες οι διαδικασίες για το Σχεδιασμό ενός αποδοτικού Συστήματος παρακολούθησης και πρόγνωσης της ξηρασίας που ξεκινούν από τα μηνιαία βροχομετρικά δεδομένα των επιλεγμένων μετεωρολογικών σταθμών για το πρώτο τρίμηνο του υδρολογικού έτους και καταλήγουν με κατάλληλο προσδιορισμό των πιθανοτήτων μετάβασης σε πρόγνωση των 6, 9 και 12 μηνών του υδρολογικού έτους.

Σημαντικό θέμα στην εκτίμηση της σοβαρότητας της κατάστασης ξηρασίας- λειψυδρίας της κάθε ομάδας υπολεκανών που εξετάζεται, αποτελεί βεβαίως το σύντομο ιστορικό παρελθόν (κατάσταση ξηρασίας τα προηγούμενα 1-3 έτη) καθώς και το ύψος των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων (επιφανειακών και υπόγειων) στην αρχή του υδρολογικού έτους.

Συμπερασματικά η υπεύθυνη ομάδα (task force) για κάθε ομάδα υπολεκανών ελέγχει το επίπεδο ξηρασίας του πρώτου τριμήνου κάνει πρόγνωση για την κατάσταση ξηρασίας για 6, 9, 12 μήνες και αν πρόκειται για ξηρό έτος συνυπολογίζει στο επίπεδο επικινδυνότητας για την ομάδα υπολεκανών (και το μέγεθος των επιπτώσεων) και τα διαθέσιμα αποθέματα στην αρχή του υδρολογικού έτους και την κατάσταση ξηρασίας των πιο πρόσφατων ετών.

Τέλος στο τεύχος αυτό τονίζεται και η ανάγκη για λήψη αποφάσεων αντιμετώπισης της ξηρασίας και της λειψυδρίας με την ουσιαστική επιστημονική και διοικητική υποστήριξη και τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων και του κοινού σε όλη την περίοδο εκδήλωσης μιας σημαντικής ξηρασίας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Akhtari, R., Morid, S., Mahdian, M.H. and Smakhtin, V., 2009. Assessment of areal interpolation methods for spatial analysis of SPI and EDI drought indices. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(1), 135-145.
- Arizona Drought Preparedness Plan (ADPP), 2004. Arizona Drought Preparedness Plan – Operational Drought Plan, Governor’s Drought Task Force, Governor Janet Napolitano, October 8, 2004.
- Arnstein, S.R., 1969. A Ladder of Citizens’ Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4): 216-224.
- Cai W., Zhang Y., Yao Y., Chen Q. 2015. Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics in the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan area in China. *Atmosphere*, 6(4), 431-450.
- Chilès, J-P., and P. Delfiner (1999). Chapter 4 of *Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Commission of the European Communities (ComEC), 2001. European Governance: A White Paper, COM(2001) 428. European Commission: Brussels, p. 35.
- Commission of the European Communities (ComEC), 2002. Guidance on Public Participation in Relation to the Water Framework Directive – Active Involvement, Consultation and Public Access to Information. Common Implementation Strategy Working Group 2.9. European Commission: Brussels.
- Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR), 2000. Public Participation in Making Local Environmental Decisions - The Aarhus Convention Newcastle Workshop - Good Practice Handbook. DETR: London (product code OEP 0330).
- Drought Management Plan (DMP), 2005. Drought Management Plan: A discussion Document for Public Comment, Republic of South Africa, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, August 2005.
- Glinni A.F., Sivakumar M.V.K. and Wilhite D.A., 2001. Drought management and preparedness - WMO perspective. Proceedings of the Mitigation of Climate Induced Natural Hazards Workshop, 12-13 December 2001, WL | Delft Hydraulics, Delft, The Netherlands.
- IAP2, 2007. IAP2 Spectrum of Public Participation. International Association for Public Participation, available at: <http://www.iap2.org>.
- Karavitis C.A., Tsesmelis D.E., Skondras N.A., Stamatakos D., Alexandris S., Fassouli V., et al. 2014. Linking drought characteristics to impacts on a spatial and temporal scale. *Water Policy* 16(6): 1172-1197
- Kim T., Valdes J.B., Aparicio J., 2002. Frequency and spatial characteristics of droughts in the Conchos River Basin, Mexico. *Water International*, 27(3): 420-430.

- Krivoruchko, K. and Gribov, A., 2019. Evaluation of empirical Bayesian kriging. *Spatial Statistics*, 32, 100368.
- Krivoruchko, K., Empirical Bayesian Kriging implemented in ArcGIS Geostatistical Analyst. ArcUser 2012.
- Loukas A., Vasiliades L., 2004. Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics inThessaly region, Greece. *Natural Hazards and Earth System Science*, 4(5/6): 719-731.
- Massachusetts Drought Management Plan (MDMP), 2001. Working Draft: Massachusetts Drought Management Plan, Executive Office of Environmental Affairs and Massachusetts Emergency management Agency, December 20, 2001.
- New Mexico Drought Plan (NMDP), 2003. New Mexico Drought Task Force, New Mexico Drought Plan, November 2003.
- Pimbert M. and Wakeford T., 2001. Overview, Deliberative Democracy and Citizen Empowerment. *PLA Notes*, 40: 23-28.
- Rhee, J., Carbone, G.J. and Hussey, J., 2008. Drought index mapping at different spatial units. *Journal of Hydrometeorology*, 9(6), 1523-1534.
- Rossi G., Castiglione L. and Bonaccorso B., 2007. Guidelines for Planning and Implementing Drought Mitigation Measures. In: G. Rossi, T. Vega and B. Bonaccorso (Eds.), *Methods and tools for drought analysis and management*, Springer (Water Science and Technology Library, Volume 62), Dordrecht 2007, The Netherlands, ISBN: 978-1-4020-5923-0, pp. 325-347.
- Tigkas D., Vangelis H., Tsakiris G., 2019. Drought characterisation based on an agriculture-oriented standardised precipitation index. *Theoretical and Applied Climatology*, 135(3–4): 1435–1447.
- Tsakiris G., 2008. Drought Induced Water Shortage Management: An Overview. In: G. Tsakiris (Ed.), *Proactive Management of Water Systems to Face Drought and Water Scarcity in Islands and Coastal Areas of the Mediterranean (PRODIM) – Final Report*. CANaH Publication 6/08, Athens 2008, pp. 9-22.
- Tsakiris G., Pangalou D., Tigkas D., Vangelis H., 2007a. Assessing the areal extent of drought. In: Karatzas G. et al. (eds.), *Proceedings of EWRA Symposium “Water resources management: New approaches and technologies”*, Chania, Greece, pp. 59-66.
- Tsakiris G., Tigkas D., Vangelis H. and Pangalou D., 2007. Application of the Drought Management Guidelines in Greece (Chapter 16). In: *Drought Management Guidelines Technical Annex*, A. Iglesias, M. Moneo, A. Lopez-Francos (Eds.), CIHEAM/EC MEDAWater (Series B: Etudes et Recherches, No. 58, Options Méditerranéennes), Zaragoza, ISBN: 2-85352-359-4, pp. 245-295.
- Tsakiris G., Tigkas D., Vangelis H., Pangalou D., 2007b. Regional Drought Identification and Assessment - Case Study in Crete. In: Rossi G. et al. (eds.), *Methods and Tools for Drought Analysis and Management*, Springer, The Netherlands, pp.169-191.
- Tsakiris G., Vangelis H. and Tigkas D., 2009. Assessment of Water Systems Vulnerability to Drought. *Proceedings of the Seventh International Conference of EWRA “Water*

- Resources Conservancy and Risk Reduction under Climatic Uncertainty”, Limassol, 25-27 June 2009, Cyprus, pp. 333-340.
- Tsakiris G., Vangelis H. and Tigkas D., 2010. Assessing Water System Vulnerability to Multi-year Droughts. *European Water*, 29: 21-29.
- Tsakiris G., Vangelis H., 2004. Towards a Drought Watch System based on spatial SPI. *Water Resources Management*, 18(1): 1-12.
- Tsakiris, G. 2009. A Paradigm for Applying Risk and Hazard Concepts in Proactive Planning. In: A. Iglesias, L. Garrote, A. Cancelliere, F. Cubillo and D. Wilhite (Eds.), *Coping with drought risk in Agriculture and Water Supply Systems, Drought Management and Policy Development in the Mediterranean*, Springer (Advances in Natural and Technological Hazards Research, Volume 26), Springer Science+Business Media B.V. 2009, ISBN: 978-1-4020-9044-8, pp. 81-99.
- UNEP/PAP/RAC, 2007. “Integrated Coastal Urban Water System Planning in Coastal Areas of the Mediterranean – Volume II: Tools and Instruments”, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Chapter 8, pp. 93-106.
- Vangelis H., 2008. Measures to combat Drought and Water Shortage: Public Participation through Questionnaires. In: G. Tsakiris (Ed.), *Proactive Management of Water Systems to Face Drought and Water Scarcity in Islands and Coastal Areas of the Mediterranean (PRODIM) – Final Report*. CANaH Publication 6/08, Athens 2008, pp. 407-414
- Vicente-Serrano S.M. 2006. Differences in spatial patterns of drought on different time scales: an analysis of the Iberian Peninsula. *Water Resources Management*, 20(1): 37-60.
- Videira N., Antunes P., Santos R. and Lobo G., 2006. Public and Stakeholder Participation in European Water Policy: a Critical Review of Project Evaluation Processes. *European Environment*, 16:19-31.
- Wilhite D.A., 1993. The Enigma of Drought (Chapter 1, Part One). In: *Drought Assessment, Management and Planning: Theory and Case Studies*, D.A. Wilhite (ed.), Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, ISBN: 0-7923-9337-6, pp. 3-15.
- Yuan, S., Quiring, S.M. and Patil, S., 2016. Spatial and temporal variations in the accuracy of meteorological drought indices. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 42(1), 167-183.
- Zheng, X. and Basher, R., 1995. Thin-plate smoothing spline modeling of spatial climate data and its application to mapping South Pacific rainfalls. *Monthly weather review*, 123(10), 3086-3102.
- Μυριούνης Χ.Τ., 2008. Υδρολογική και υδροχημική διερεύνηση των υπογείων νερών της παράκτιας ζώνης της υδρολογικής λεκάνης Αλμυρού Μαγνησίας. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



11th World Congress on Water Resources and Environment (EWRA 2019)
"Managing Water Resources for a Sustainable Future", 25-29 June 2019, Madrid, Spain
© European Water Resources Association

Drought monitoring and early warning framework

G. Tsakiris*, H. Vangelis, D. Tigkas, V. Tsakiris

Centre for the Assessment of Natural Hazards and Proactive Planning, National Technical University of Athens, Greece

* e-mail: gtsakir@central.ntua.gr

Introduction

Droughts are recurrent natural multidimensional phenomena affecting almost all regions of the world. Drought monitoring is a fundamental necessary process for assessing the severity of each drought episode, in order to initiate actions and measures for protecting the affected systems from droughts (Tsakiris 2017; Wilhite 1993). The monitoring of meteorological droughts should be based on a dense meteorological network including principally precipitation and temperature measurements. The data of the meteorological variables can then be transferred to the unit area of the study region (Tsakiris et al. 2016). Drought severity at each unit area is assessed through the calculation of some drought indices such as SPI (McKee et al. 1993) and RDI (Tsakiris and Vangelis 2005; Tsakiris et al. 2007a). Drought maps can be produced for each reference period starting from the first trimester of the year commencing in October (Tsakiris et al. 2007b).

The forecasting process starts with the severity level of the first trimester and through existing historical drought events, the transition probabilities to each severity level of the 12-month reference period are calculated. The forecasting uncertainty is reduced as we proceed from the 3-month reference period to greater reference periods (e.g. 6 or 9 months).

The forecasting process is the basis for establishing an early warning system in which apart from the technocratic aspects, the organisational / institutional dimension, the implementation process and the participation of stakeholders are also considered. For simplicity the last two aspects can be incorporated in the organisational / institutional dimension.

Materials and methods

The methodological steps in the decisional procedure on the measures and actions to be taken for each river basin (as proposed by the water resources management plans of the WFD) during a year with signs of drought can be divided into two broad categories:

- a) Technocratic
- b) Organizational / institutional

On the technocratic dimension the following basic steps should be followed:

1. The meteorological stations to be used are selected
2. The meteorological indices should be selected
3. The partition and integration of each basin regarding the drought indices selected should be devised
4. The potential consequences at each basin for each level of drought severity should be calculated
5. The levels alert and emergency should be established at each basin
6. Drought severity analysis should be performed leading to transition probabilities from 3 to 6, from 6 to 9 and from 9 to 12-month reference periods
7. Forecasts of drought severity and reports on possible actions should be made considering the initial conditions and the capacity of each system to cope with drought phenomena

On the organizational / institutional side the methodological steps to be followed are:

1. Establishment of the task force and supporting scientific team
2. Assignment of responsibilities, coordination, synergies and financial support
3. Decisional procedure for early warning announcements and actions (involving also key stakeholders)
4. Inventory of droughts and consequences (from the supporting scientific team)

5. Cooperation with local authorities and central government
6. Public awareness and mobilization of people
7. Detailed implementation process of measures and actions

Results and concluding remarks

A comprehensive preparedness planning for combating drought and drought consequences mainly contains technocratic and organizational / institutional aspects. The territorial units on which drought monitoring and warning framework is established are the river basins of WFD implementation plans.

A number of necessary steps both on the technocratic and organizational dimensions should be taken at times not affected by the intense / severe drought episodes.

The assignment of responsibilities, the establishment of a competent task force and the supporting scientific team, and the clear decisional process involving key stakeholders, are among the most important issues for a successful preparedness plan against droughts of each river basin.

References

- McKee TB, Doeskin NJ, Kleist J (1993) The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, 17–23 January 1993. American Meteorological Society, Boston, pp 179–184
- Tsakiris G (2017) Drought Risk Assessment and Management. *Water Resources Management* 31(10):3083–3095. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1698-2>
- Tsakiris G, Kordalis N, Tigkas D, Tsakiris V, Vangelis H (2016) Analysing Drought Severity and Areal Extent by 2D Archimedean Copulas. *Water Resources Management* 30:5723–5735. <http://doi.org/10.1007/s11269-016-1543-z>
- Tsakiris G, Pangalou D, Vangelis H (2007a) Regional drought assessment based on the Reconnaissance drought index (RDI). *Water Resources Management* 21(5): 821–833. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9105-4>
- Tsakiris G, Tigkas D, Vangelis H, Pangalou D. (2007b) Regional Drought Identification and Assessment. Case Study in Crete. In: Rossi G, Vega T, Bonaccorso B (eds), *Methods and Tools for Drought Analysis and Management*, Water Science and Technology Library, vol 62, Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5924-7_9
- Tsakiris G, Vangelis H (2005) Establishing a drought index incorporating evapotranspiration. *European Water* 9–10:3–11
- Wilhite DA (1993) The Enigma of Drought. In: Wilhite DA et al. (eds) *Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies*. Natural Resource Management and Policy, vol 2, Springer, Boston, MA