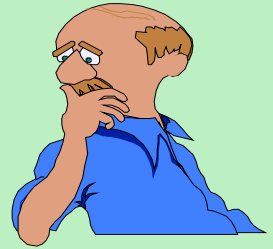
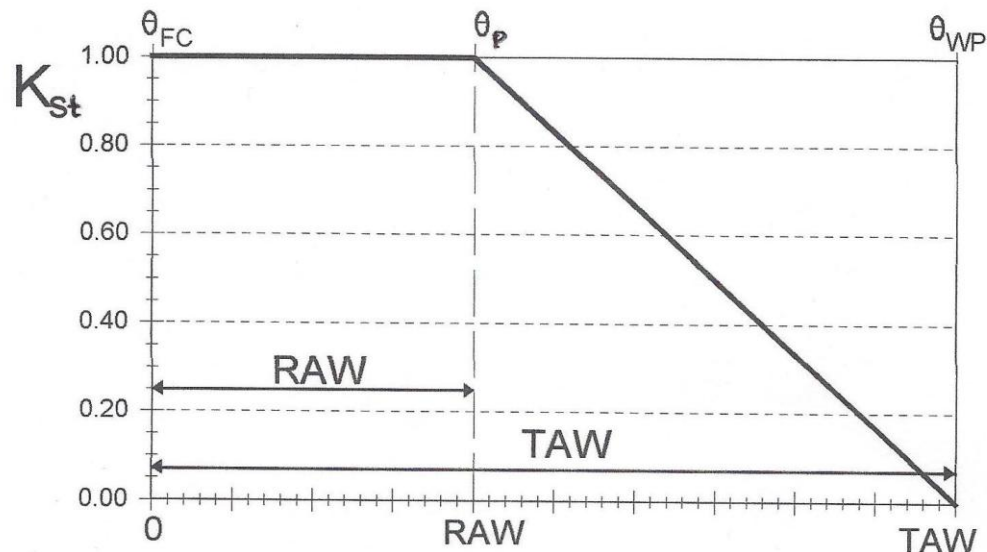


# Προγραμματισμός της άρδευσης

## Ακριβής ποσότητα & χρόνος εφαρμογής



- Δίνει τη δυνατότητα στον παραγωγό να διαχειριστεί σωστά το αρδευτικό νερό στα χωράφια του, να ελαχιστοποιήσει την υδατική καταπόνηση των φυτών και να μεγιστοποιήσει τις αποδόσεις.
- Μειώνει το κόστος νερού και εργασίας για τον παραγωγό λόγω εφαρμογής λιγότερων αρδεύσεων αξιοποιώντας έτσι στο μέγιστο την αποθηκευτικότητα του εδάφους με νερό αξιοποιήσιμο για το φυτό.
- Μειώνει το κόστος λιπασμάτων αφού ελαχιστοποιεί τις απώλειες νερού με επιφανειακή απορροή και τη βαθειά διήθηση αποφεύγοντας έτσι την έκπλυση των χρήσιμων για τα φυτά θρεπτικών στοιχείων.
- Αυξάνει το καθαρό κέρδος, με την αύξηση της απόδοσης και την παραγωγή προϊόντων καλύτερης ποιότητας.
- Μειώνει τα προβλήματα υπερκορεσμού των εδαφών με τη μείωση των απαιτήσεων στράγγισης.
- Βοηθάει στον έλεγχο της αλατότητας στο ριζόστρωμα γιατί με το σωστό προγραμματισμό γίνεται πιο αποτελεσματικός έλεγχος της έκπλυσης των αλάτων από τη ζώνη του ριζοστρώματος.
- Βοηθάει τους παραγωγούς στην απόκτηση επί πλέον εισοδημάτων, από τη χρήση νερού που εξοικονομείται για την άρδευση άλλων καλλιεργειών που σε περιπτώσεις έλλειψης νερού θα έμεναν απότιστες.

$\theta$  : soil water content

$$TAW = 1000 \cdot (\theta_{FC} - \theta_{WP}) \cdot z_r$$

$$RAW = p \cdot TAW = (\theta_{FC} - \theta_p) \cdot z_r$$

$$\Delta D_i = D_{i-1} - (P - RO)_i - I_i - CR_i + ET_{\epsilon,i} + DP_i$$

$$D_{i-1} = 1000 \cdot (\theta_{FC} - \theta_{i-1}) \cdot z_r$$

$$ET_{\epsilon,i} = K_s \cdot K_c \cdot ET_0$$

Για  $\theta > \theta_p$  έχουμε  $K_s = 1$ . Όταν όμως  $\theta < \theta_p$  τότε το  $K_s$

προσδιορίζεται από την εξίσωση:

$$K_s = \frac{\theta - \theta_{WP}}{\theta_p - \theta_{WP}}$$

$$\theta_p = \theta_{FC} - p \cdot (\theta_{FC} - \theta_{WP}) \quad I_{\text{avail}} = 1000 \cdot (\theta_{FC} - \theta_p) \cdot z_r + Leach$$

$$I_{\text{avail}} = 1000 \cdot (\theta_{FC} - \theta_{WP}) \cdot z_r + Leach$$

$$q_{\text{max}} = \frac{K_s}{\exp(a \Delta Z) - 1}$$

Μετά από έντονη βροχή ή άρδευση  $DP_i = (P_i - RO_i) + I_i - ET_{\epsilon,i} - D_{i-1} \geq 0$

# ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \cdot \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (1)$$

$Y_a$  = Η συγκομιζόμενη πραγματική απόδοση της καλλιέργειας

$Y_m$  = Η συγκομιζόμενη μέγιστη απόδοση της καλλιέργειας.

$ET_a$  = Η πραγματική Εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας

$ET_m$  = Η μέγιστη Εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας

$k_y$  = Ο Παράγων απόκρισης της απόδοσης.

Τιμές του  $K_y$  για διάφορες καλλιέργειες (FAO irrig & drain. paper 66)

Crop	$K_y$	Crop	$K_y$
Alfalfa	1.1	Safflower	0.8
Banana	1.2-1.35	Sorghum	0.9
Beans	1.15	Soybean	0.85
Cabbage	0.95	Spring wheat	1.15
Cotton	0.85	Sugarbeet	1.0
Groundnuts	0.70	Sugarcane	1.2
Maize	1.25	Sunflower	0.95
Onion	1.1	Tomato	1.05
Peas	1,15	Watermelon	1.1
Pepper	1.1	Winter wheat	1.05
Potato	1.1		

$k_y > 1$ . Η απόκριση της καλλιέργειας είναι πολύ ευαίσθητη στο έλλειμμα νερού με ανάλογες μεγαλύτερες μειώσεις της απόδοσης όταν μειωθεί η χρήση νερού λόγω υδατικού stress.

$k_y < 1$ . Η καλλιέργεια είναι πιο ανθεκτική στο έλλειμμα νερού και ανακάμπτει μερικώς από το stress, εκφράζοντας λιγώτερο ανάλογες μειώσεις στην απόδοση με τη μείωση της χρήσης νερού.

$k_y = 1$ . Η μείωση της απόδοσης είναι ευθέως ανάλογη στη μείωση της χρήσης νερού.

## Ελλειμματική άρδευση

Το πρόβλημα προκύπτει όταν υπάρχει έλλειψη νερού, οπότε πρέπει να τροποποιηθεί η κυκλική χορήγηση νερού, ώστε η μείωση της παραγωγής να κρατηθεί στο ελάχιστο. Η λύση που υιοθετείται πιο συχνά είναι να μειωθεί η ποσότητα που δίνεται σε κάθε άρδευση κατ' αναλογία με τη σχέση:

**(Διαθέσιμο νερό) / (Απαιτήσεις καλλιεργειών)**

ή πιο συχνά να επιμηκύνουν το εύρος άρδευσης κατ' αναλογία με τη σχέση:

**(Απαιτήσεις καλλιεργειών) / (Διαθέσιμο νερό)**

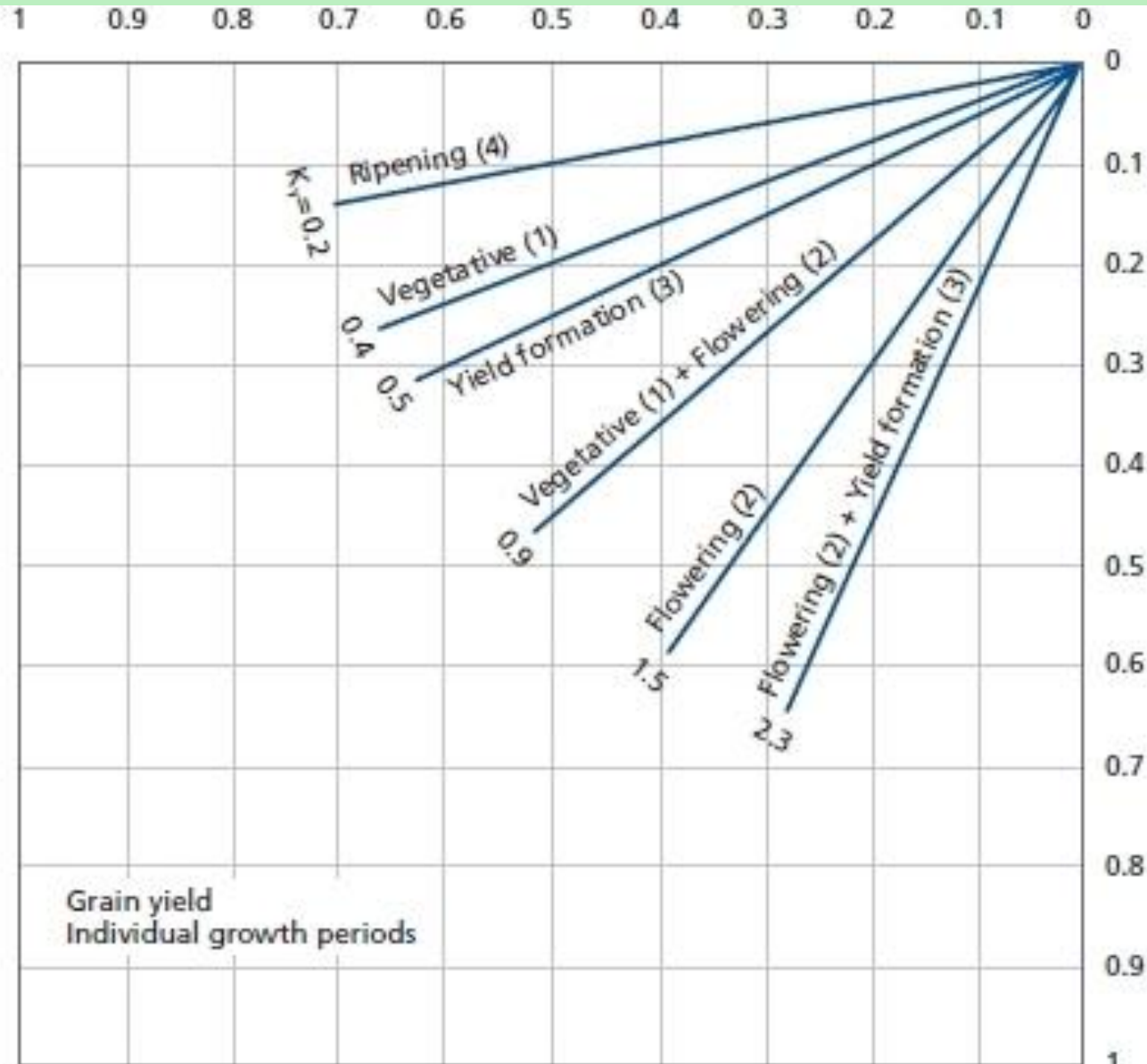
Καμιά λύση όμως απ αυτές δεν είναι πλήρως ικανοποιητική, γιατί δεν συμβαδίζει με τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών.

Οι κρίσιμες περίοδοι είναι διαφορετικές για κάθε καλλιέργεια και ως προς τη διάρκειά τους αφού εξαρτώνται και από τα χαρακτηριστικά του κλίματος.

Η απόκριση της καλλιέργειας σε απόδοση, διαφέρει κατά πολύ ανάλογα με πιο είναι το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο συμβαίνει το υδατικό stress.

Τυπικά τα στάδια της άνθησης και της διαμόρφωσης της παραγωγής είναι ευαίσθητα στο υδατικό stress, ενώ το stress που συμβαίνει κατά τη διάρκεια του σταδίου της ωρίμανσης έχει γενικά περιορισμένες επιπτώσεις, όπως συμβαίνει και για τα στάδια ανάπτυξης της βλάστησης, υπό την προϋπόθεση ότι η καλλιέργεια είναι ικανή να ανακάμψει από το stress σε μεταγενέστερα στάδια.

$$1 - (ET_a / ET_m)$$



Γραμμικές συναρτήσεις παραγωγής για το καλαμπόκι, που προέκυψαν ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο υποβλήθηκε η καλλιέργεια σε υδατικό stress. Στις γραμμές φαίνονται και οι αντίστοιχες τιμές για το  $k_y$ .

$$1 - (Y_a / Y_m)$$



## Διαδικασία υπολογισμού της πραγματικής απόδοσης $Y_a$

- ✓ Προσδιορίζουμε τη μέγιστη απόδοση  $Y_m$  της ποικιλίας της καλλιέργειας που εξετάζουμε, όπως αυτή καθορίζεται από τα γενετικά της χαρακτηριστικά και τις κλιματικές συνθήκες ανάπτυξής της, υποθέτοντας ότι οι άλλοι αγρονομικοί παράγοντες (δηλ. νερό, λιπάσματα, ζωικοί εχθροί, ζιζάνια και ασθένειες) δεν είναι περιοριστικοί.
- ✓ Υπολογίζουμε τη μέγιστη Εξατμισοδιαπνοή  $ET_m$  σύμφωνα με κάποια μεθοδολογία και υποθέτοντας ότι οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό καλύπτονται πλήρως ( $ET_m = k_c \cdot ET_0$ )
- ✓ Υπολογίζουμε την πραγματική Εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας  $ET_a$  κάτω από τις υφιστάμενες ειδικές συνθήκες που επικρατούν, όπως αυτή προσδιορίζεται από το διαθέσιμο νερό που παρέχεται στην καλλιέργεια.
- ✓ Υπολογίζουμε την πραγματική απόδοση  $Y_a$  με τη βοήθεια της επιλογής της κατάλληλης τιμής του  $k_y$  για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο, ή για τα διάφορα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας μέσω της εξίσωσης (1)

Crop	Vegetative period (1)			Flowering period	Yield formation	Ripening	Total growing period
	early (1a)	late (1b)	total	(2)	(3)	(4)	
Alfalfa			0.7-1.1				0.7-1.1
Banana							1.2-1.35
Bean			0.2	1.1	0.75	0.2	1.15
Cabbage	0.2				0.45	0.6	0.95
Citrus							0.8-1.1
Cotton			0.2	0.5		0.25	0.85
Grape							0.85
Groundnut			0.2	0.8	0.6	0.2	0.7
Maize			0.4	1.5	0.5	0.2	1.25
Onion			0.45		0.8	0.3	1.1
Pea	0.2			0.9	0.7	0.2	1.15
Pepper							1.1
Potato	0.45	0.8			0.7	0.2	1.1
Safflower		0.3		0.55	0.6		0.8
Sorghum			0.2	0.55	0.45	0.2	0.9
Soybean			0.2	0.8	1.0		0.85
Sugarbeet							
beet							0.6-1.0
sugar							0.7-1.1
Sugarcane			0.75		0.5	0.1	1.2
Sunflower	0.25	0.5		1.0	0.8		0.95
Tobacco	0.2	1.0			0.5		0.9
Tomato			0.4	1.1	0.8	0.4	1.05
Water melon	0.45	0.7		0.8	0.8	0.3	1.1
Wheat							
winter			0.2	0.6	0.5		1.0
spring			0.2	0.65	0.55		1.15