



Στοιχεία υπολογισμών άρδευσης με καταιονισμό

ΧΡΗΣΤΟΣ Α. ΜΟΥΡΟΥΤΟΓΛΟΥ

Καταιονισμός ή τεχνητή βροχή

- ▶ Η μεταφορά και η διανομή του νερού γίνεται κατά κανόνα με δίκτυο κλειστών σωληνωτών αγωγών υπό πίεση



*Αντλητικό συγκρότημα

- ▶ Αποτελείται από τον κινητήρα και την αντλία και σκοπός του είναι η εξασφάλιση της παροχής και της πίεσης που χρειάζονται για τη σωστή λειτουργία του αρδευτικού δικτύου



Το δίκτυο μεταφοράς

- ▶ Αγωγοί από:
 - ▶ Χάλυβα,
 - ▶ Αλουμίνιο,
 - ▶ Πλαστικό (PVC)

*Προορισμός του δικτύου μεταφοράς είναι να μεταφέρει το νερό που χρειάζεται με την απαιτούμενη πίεση σε όλες τις **υδροληψίες** των αγωγών εφαρμογής



Το δίκτυο εφαρμογής

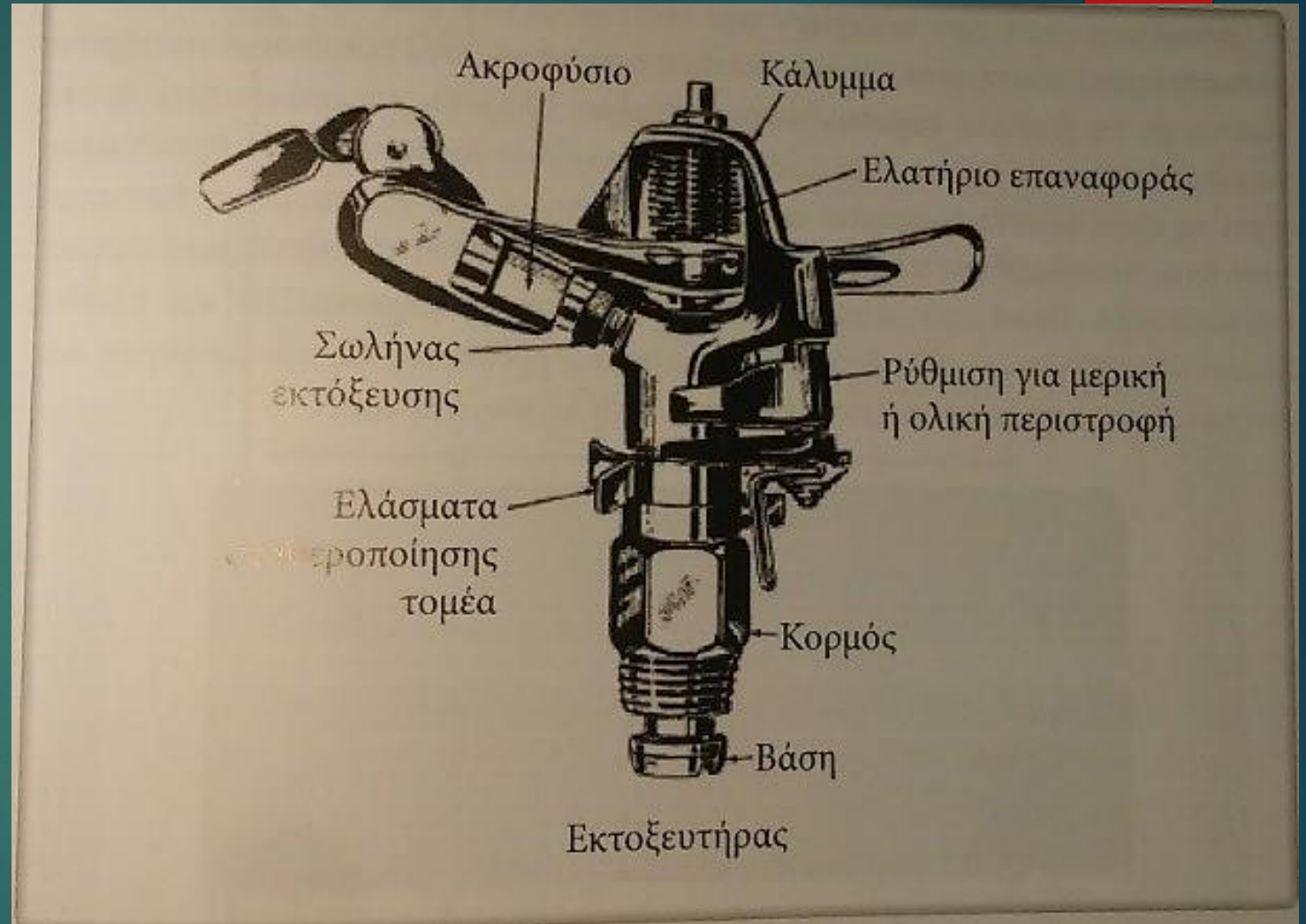
- ▶ Αποτελείται κατά κανόνα από αλουμίνιο και σε μικρότερο ποσοστό από πλαστικό (PVC)
- ▶ Σκοπός του είναι η κατά το δυνατό **ομοιόμορφη** κατανομή του νερού στο χωράφι με τη βοήθεια των εκτοξευτήρων
- ▶ Το μήκος των σωλήνων είναι ίσο με το μήκος του χωραφιού που πρόκειται να αρδευθεί, και πάνω στους σωλήνες τοποθετούνται οι εκτοξευτήρες,
- ▶ **Ο αριθμός** των εκτοξευτήρων εξαρτάται από την παροχή τους και την ακτίνα εκτόξευσης του νερού. Αυτά δίνονται από τους κατασκευαστές.



*ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ

▶ Ανάλογα με τις δυνατότητες οι εκτοξευτήρες διακρίνονται σε:

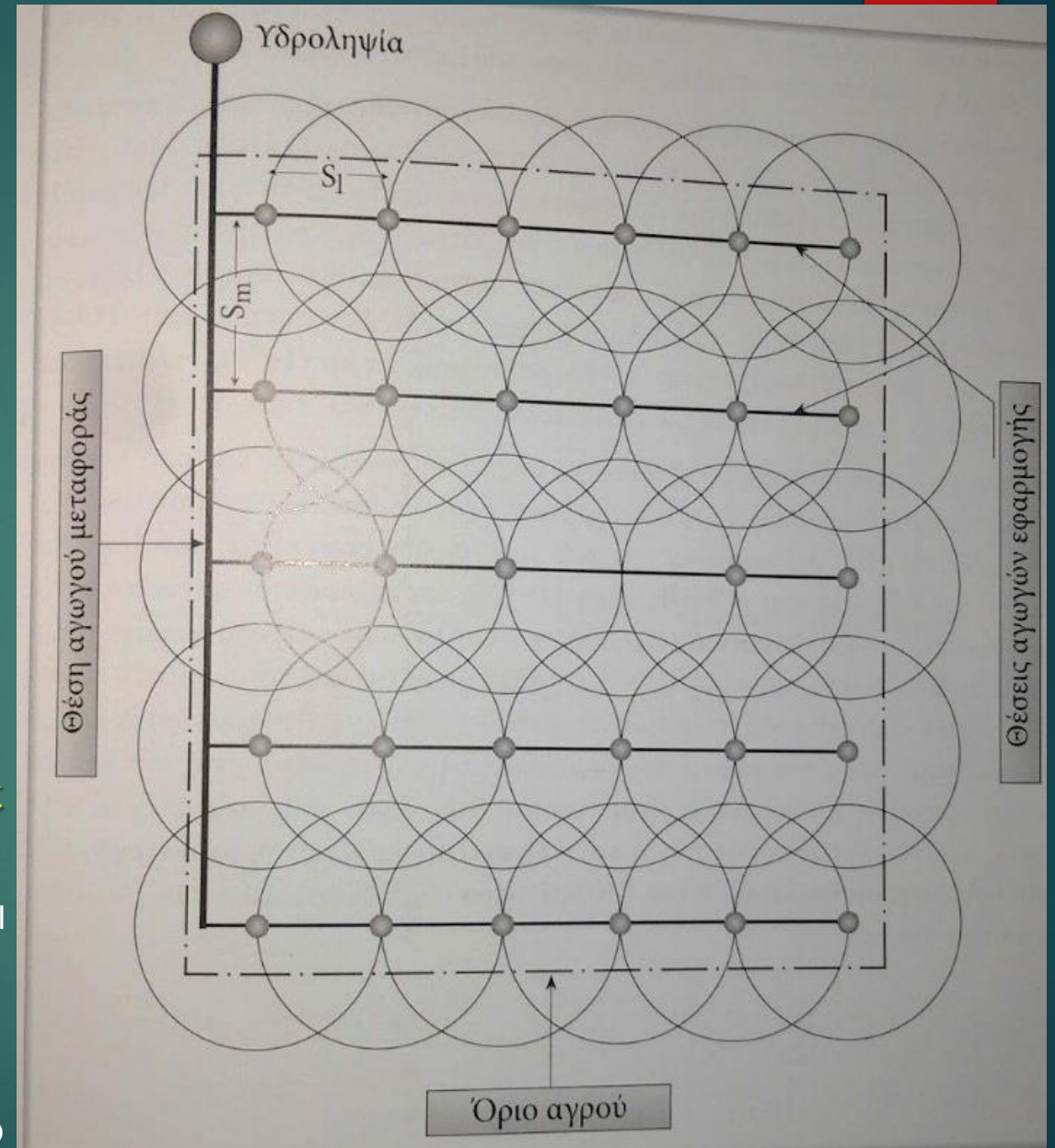
- ▶ Μικροί [0,8 - 2,0 atm, 35 - 400 lt / h, 1.5 - 5 m]
- ▶ Περιστροφικού τύπου βραδείας περιστροφής [1,5 - 3,0 atm, 0,5 - 5,0 m³/h, 6 - 30 m]
- ▶ Μεγάλοι, υψηλής πίεσης, περιστροφικού τύπου [3,0 - 7,0 atm, 20 - 150 m³/h, 30 - 80m]



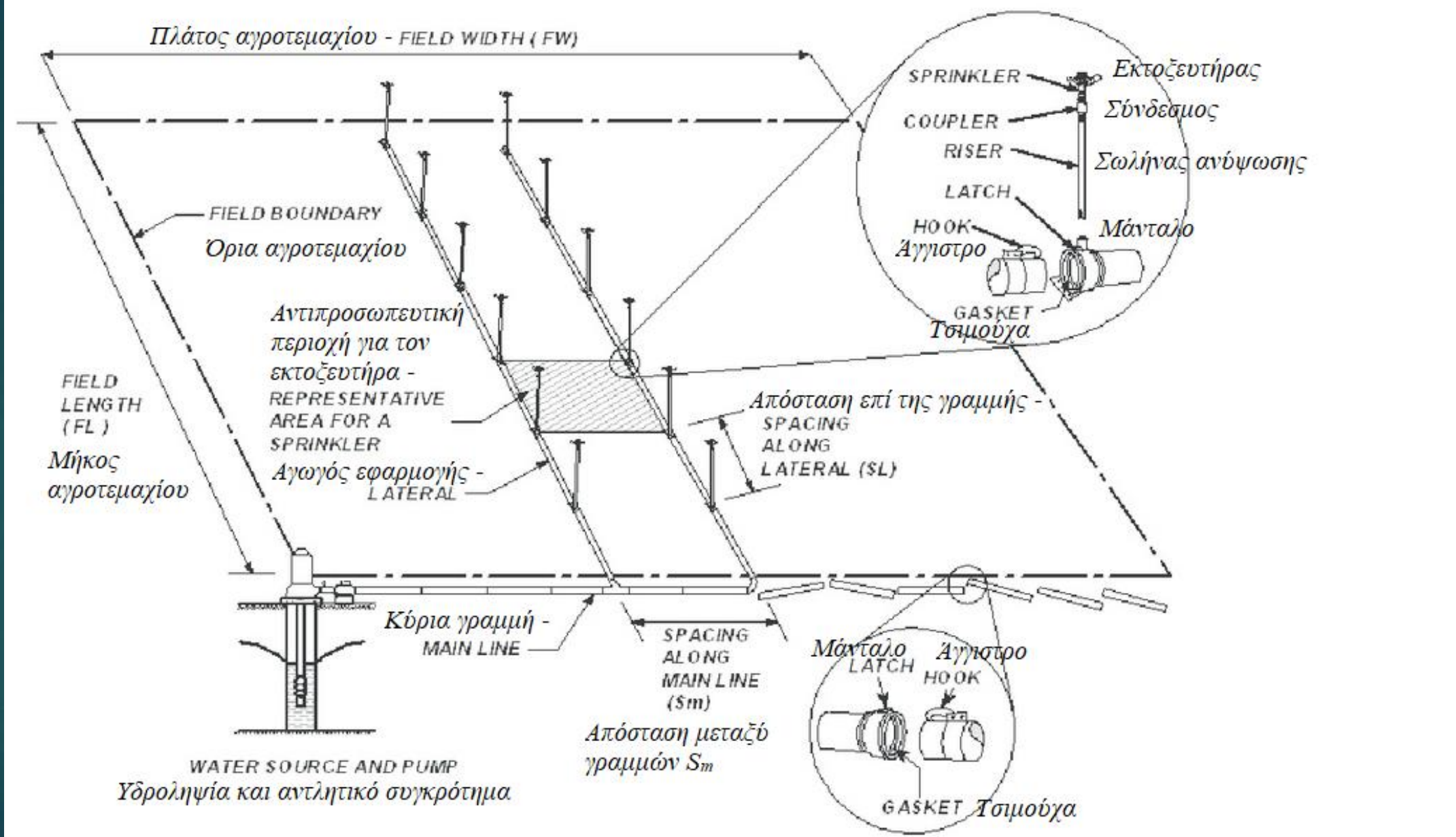
<https://www.youtube.com/watch?v=wdjftOSfiZ0>

Διατάξεις εκτοξευτήρων

- ▶ Ορθογωνική,
 - ▶ Τετραγωνική
 - ▶ Τριγωνική
-
- ❖ Σκοπός μας είναι η επίτευξη ομοιόμορφης κατανομής του νερού που επηρεάζεται σημαντικά και από την ταχύτητα του ανέμου.
 - ❖ Πρακτικά επιβάλλεται διακοπή της άρδευσης με ταχύτητες ανέμου $> 16 \text{ km/h}$.
 - ❖ ***Ο ρυθμός εφαρμογής του νερού θα πρέπει πάντοτε να είναι μικρότερος ή ίσος από τη διηθητικότητα του εδάφους που αντιστοιχεί σε χρόνο ίσο με τη διάρκεια της άρδευσης.
 - ❖ Από τον ρυθμό εφαρμογής επιλέγεται αρχικά ο κατάλληλος τύπος καταιονιστήρα.



Σχεδιάγραμμα αρδευτικού δικτύου με καταιονισμό



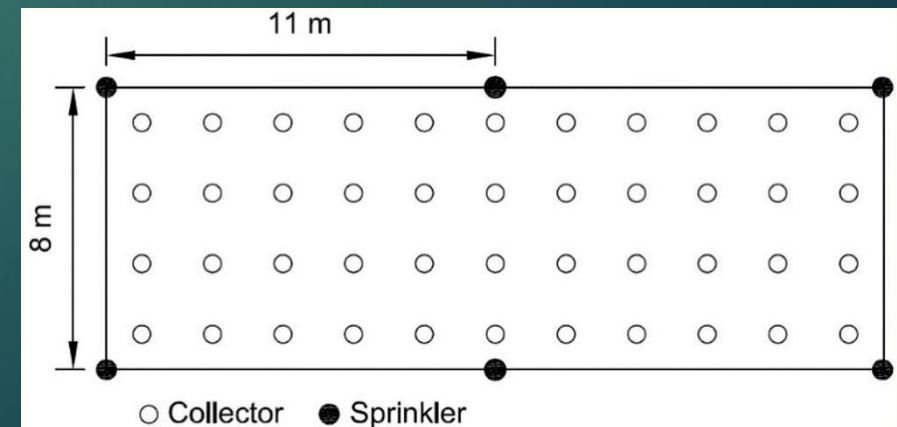
*Υπολογισμοί δικτύου άρδευσης με καταιονισμό: Συντελεστής ομοιομορφίας Christiansen

- ▶ Συντελεστής ομοιομορφίας Christiansen (C_u), δίνεται από τη σχέση [1]

$$C_u = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}} \right] \quad [1]$$

- ▶ x_i το ύψος του νερού που μαζεύεται σε κάθε δοχείο
- ▶ \bar{x} ο μέσος όρος των x_i
- ▶ n ο αριθμός των δοχείων
- ▶ Όταν είναι $C_u \geq 85$ η ομοιομορφία είναι καλή και η διάταξη θεωρείται αποδεκτή.

- ❖ Για τον υπολογισμό του στο χωράφι χαράζεται ένα δίκτυο από παράλληλες και κάθετες γραμμές που σχηματίζουν τετράγωνα.
- ❖ Στην κορυφή κάθε τετραγώνου τοποθετείται ένα βροχόμετρο ή ένα δοχείο που συλλέγει το νερό που πέφτει στο σημείο αυτό μετά τη λειτουργία του δικτύου για ορισμένο χρόνο.



Χωρίς παρατηρήσεις για τον υπολογισμό του συντελεστή ομοιομορφίας (Coefficient of Uniformity – C_u);

- ▶ Η διάταξη επιλέγεται βάσει των στοιχείων των κατασκευαστών
 - ▶ Λειτουργική πίεση εκτοξευτήρων (ύψος λειτουργίας)
 - ▶ Παροχή
 - ▶ Ακτίνα εκτόξευσης του νερού (ακτίνα διαβροχής)
 - ▶ Μέσο ύψος εφαρμοζόμενου νερού ανά ώρα (ταχύτητα εφαρμογής)
- ▶ Ορθογωνική διάταξη: $S_l \leq R$ και $S_m \leq R$
- ▶ Τετραγωνική διάταξη: $S_l = S_m \leq R \sqrt{2}$

- ❖ R: Η ακτίνα διαβροχής για την κανονική πίεση λειτουργίας που λαμβάνεται από πίνακες των κατασκευαστών
- ❖ S_l Η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων επί του αγωγού εφαρμογής [m]
- ❖ S_m Η απόσταση μεταξύ των αγωγών εφαρμογής [m]

*Αποδοτικότητα εφαρμογής του νερού E_d

- ▶ Δεν φτάνει το 100%
- ▶ Εξαρτάται από:
 - ▶ Τη διάταξη,
 - ▶ Τον τύπο του εκτοξευτήρα
 - ▶ Το ρυθμό εφαρμογής (ταχύτητα εφαρμογής)
 - ▶ Την ταχύτητα του ανέμου
- ▶ Είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ομοιομορφία κατανομής του νερού πάνω στο έδαφος
- ▶ **Ο υπολογισμός της γίνεται με στοιχεία ανάλογα με αυτά που συγκεντρώνονται για τον υπολογισμό του συντελεστή ομοιομορφίας, όμως η άρδευση πρέπει να διαρκεί όσο χρόνο χρειάζεται ώστε στο 90% των θέσεων παρατήρησης το ύψος του νερού να φτάνει ή και να ξεπερνά το καθαρό ύψος του νερού άρδευσης (d_n)

Παροχή ορθογωνικής διάταξης

- ▶ Η παροχή των εκτοξευτήρων σε συνάρτηση με τις μεταξύ τους αποστάσεις δίνεται από τους εξής τύπους (ανάλογα με τις μονάδες υπολογισμού):

$$q = \frac{S_l S_m J}{3600} \text{ σε } l \cdot s^{-1} \quad [2] \quad \text{ή} \quad q = \frac{S_l S_m J}{1000} \text{ σε } m^3 \cdot h^{-1} \quad [3]$$

- ▶ Όπου:
 - ❖ S_l Η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων επί του αγωγού εφαρμογής [m]
 - ❖ S_m Η απόσταση μεταξύ των αγωγών εφαρμογής [m]
 - ❖ J ο ρυθμός εφαρμογής σε mm h⁻¹

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Υπολογισμοί δικτύου άρδευσης με καταιονισμό: Συντελεστής ομοιομορφίας Christiansen

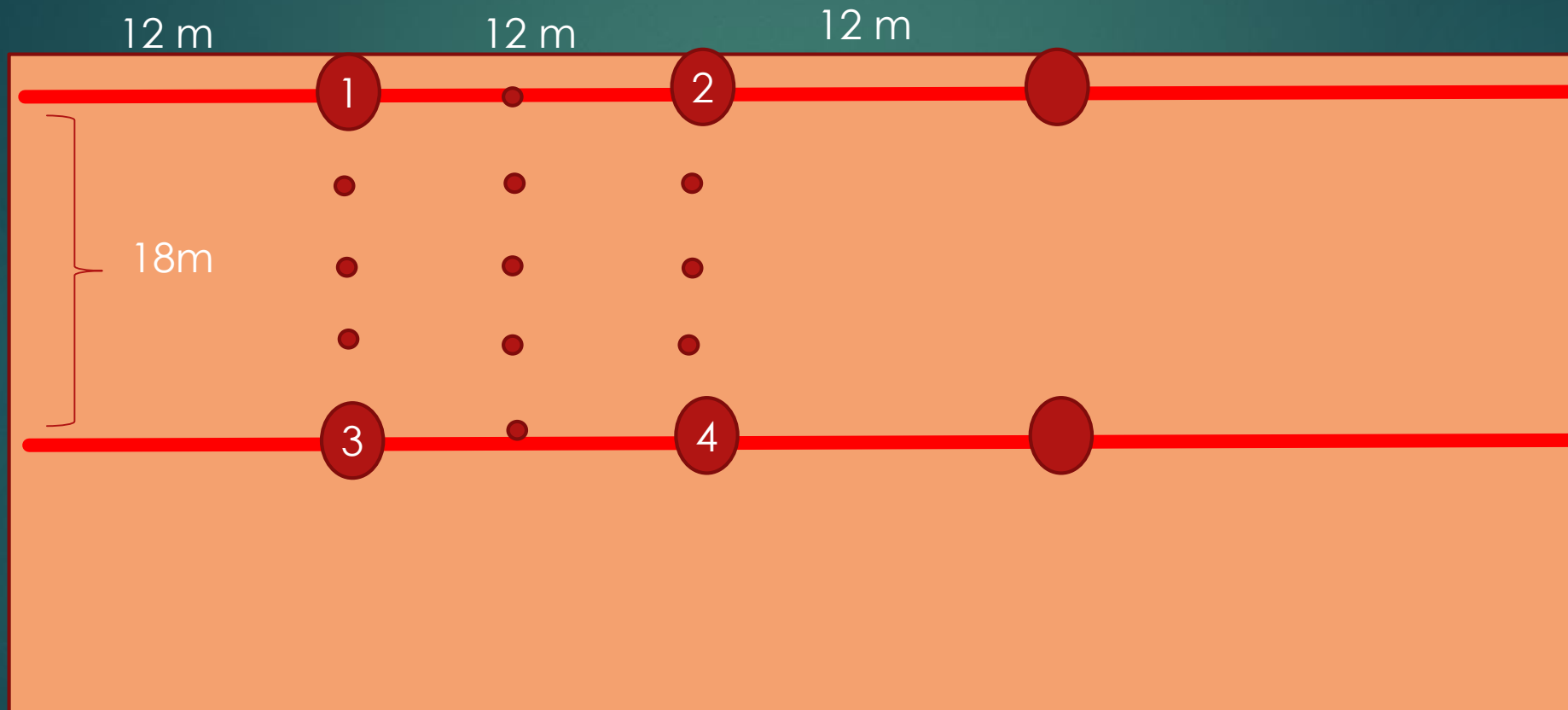
- ▶ Ένα χωράφι που καλλιεργείται με βαμβάκι έχει ωφέλιμη υγρασία ίση με $USM = dn = 72 \text{ mm}$. Το χωράφι αρδεύεται με καταιονισμό με διάταξη $12 \times 18 \text{ m}$ και ρυθμό εφαρμογής $J = 13 \text{ mm/h}$. Σε ένα τυπικό ορθογώνιο που σχηματίζεται από 4 εκτοξευτήρες τοποθετήθηκαν 12 δοχεία παρατήρησης σε αποστάσεις 6m μεταξύ τους. Μετά από άρδευση 5 ωρών στα δοχεία συγκεντρώθηκαν τα παρακάτω βάρη νερού (x_i) [mm] κατά τάξη φθίνοντος μεγέθους:
- ▶ $x_i = 88, 88, 87, 86, 83, 80, 78, 78, 76, 74, 72, 70$

Ζητούνται:

- ❖ Ο συντελεστής ομοιομορφίας C_u
- ❖ Η αποδοτικότητα εφαρμογής της άρδευσης E_a
- ❖ Η παροχή των εκτοξευτήρων σε L sec^{-1} και σε $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$



Διάταξη μέτρησης



**Λύση υπολογισμού C_u

- ▶ Υπολογισμός $\sum x_i = 960$ mm
- ▶ Μέσος όρος των υψών $\bar{x} = 960 \div 12 = 80$ mm
- ▶ Οι διαφορές (*προσοχή είναι απόλυτες τιμές*) $|x_i - \bar{x}|$ είναι αντίστοιχα:
8, 8, 7, 6, 3, 0, 2, 2, 4, 6, 8, 10

Οπότε το άθροισμα αυτών των διαφορών:

$$\sum |x_i - \bar{x}| = 64 \text{ mm}$$

$$\text{Άρα ο } C_u = 100 \cdot \left[1 - \frac{64}{12 \cdot 80} \right] = 93,3 \%$$

- ▶ Κατά συνέπεια, η διάταξη 12 x 18 είναι αποδεκτή αφού $C_u \geq 85 \%$

$$C_u = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}} \right]$$

** Λύση αποδοτικότητας εφαρμογής της άρδευσης E_a

$$E_a = \frac{SM}{Q_f}$$

- ▶ Από το νερό που εφαρμόστηκε με την άρδευση, στο έδαφος αποθηκεύτηκαν ως **ωφέλιμη υγρασία**: Στα 11 από τα 12 δοχεία γέμισαν ή ξεπεράστηκαν τα 72 mm που είναι η **USM = $dh = 72 \text{ mm}$ (εκφώνηση)** άρα: $\frac{11 \cdot 72 + 70}{12} = 71,83 \text{ mm}$

- ▶ Έτσι, από τον τύπο υπολογισμού της $E_a = \frac{71,83}{80} = 89,8\%$

Είναι το μέσο
ύψος νερού που
συγκέντρωσαν τα
δοχεία

** Λύση υπολογισμού της παροχής των εκτοξευτήρων q

$$\text{▶ } q = \frac{12 \times 18 \times 13}{3600} = 0,78 \text{ L sec}^{-1}$$

$$\text{▶ } q = \frac{12 \times 18 \times 13}{1000} = 2,808 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$$

$$q = \frac{S_l S_m J}{3600} \text{ σε } l \cdot s^{-1}$$

$$q = \frac{S_l S_m J}{1000} \text{ σε } m^3 \cdot h^{-1}$$

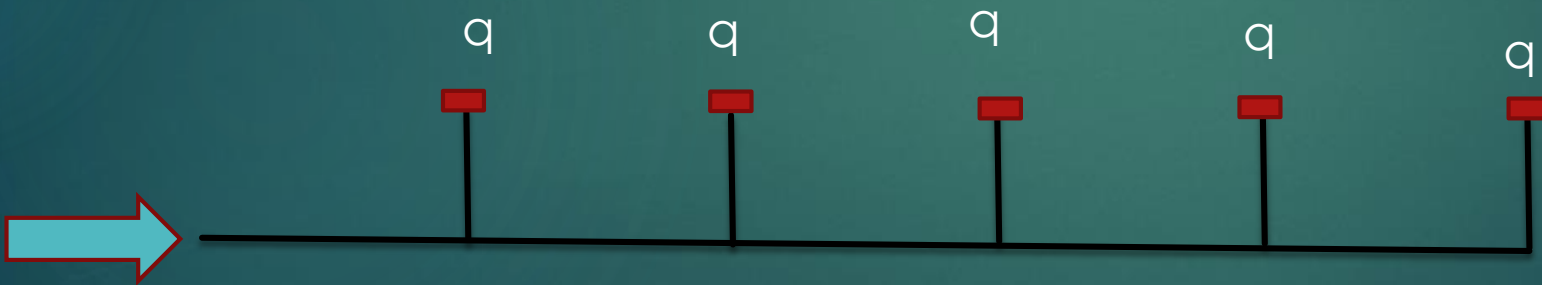
Η παροχή Q_1 στην αρχή ενός αγωγού εφαρμογής

$$Q_1 = N \cdot q \quad [4]$$

- ▶ Όπου N ο αριθμός των εκτοξευτήρων
- ▶ q η παροχή ανά εκτοξευτήρα [$m^3 h^{-1}$]
- ▶ Η παροχή μειώνεται προοδευτικά μέχρι το τέλος του αγωγού (όπου γίνεται q)
- ▶ Στην πράξη, λόγω της κίνησης του νερού έχουμε απώλειες φορτίου λόγω τριβών
- ▶ **Η διακύμανση δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10% της παροχής των εκτοξευτήρων, γεγονός που επιτυγχάνεται όταν η διακύμανση του φορτίου (**πίεσης**) στον αγωγό δεν υπερβαίνει το 20% του λειτουργικού φορτίου των εκτοξευτήρων.
- ▶ Οι κάθε είδους απώλειες φορτίου δεν πρέπει να ξεπερνούν το όριο αυτό

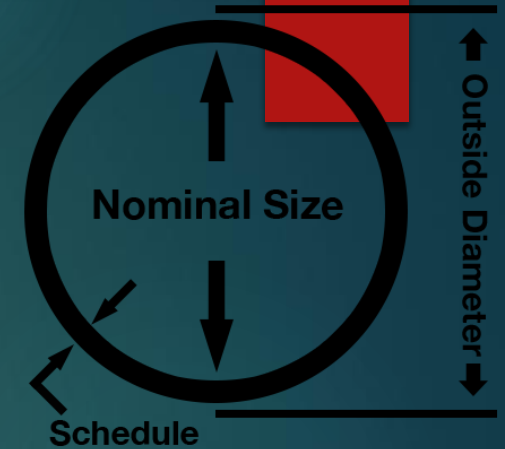
Για το προηγούμενο παράδειγμα:

- ▶ $2,808 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ βγάζει ο ένας εκτοξευτήρας
- ▶ Αν λοιπόν έχω 5 τέτοιους εκτοξευτήρες, πόσο νερό πρέπει να «φέρει» ο αγωγός εφαρμογής;
- ▶ $Q_1 = N \cdot q = 5 \times 2,808 = 14,04 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$



**Υπολογισμός διαμέτρου του αγωγού εφαρμογής

- ▶ Υπολογίζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες απώλειες H_{max}
- ▶ Γίνεται παραδοχή μιας διαμέτρου και υπολογίζονται οι γραμμικές απώλειες H_f για τη δεδομένη παροχή
- ▶ Αν $H_f = H_{max}$, τότε η διάμετρος που επιλέχθηκε είναι η σωστή
- ▶ Αν $H_f < H_{max}$, με σημαντική διαφορά μεταξύ τους, μικραίνουμε τη διάμετρο
- ▶ Αν $H_f > H_{max}$ με σημαντική διαφορά μεταξύ τους, μεγαλώνουμε τη διάμετρο



*Παράδειγμα υπολογισμού της διαμέτρου ενός αγωγού εφαρμογής. Εκφώνηση

- ▶ Για την άρδευση ενός αγρού καλλιεργημένου με καλαμπόκι, χρησιμοποιείται αγωγός εφαρμογής μήκους $L = 288\text{m}$.
- ▶ Ο αγωγός αποτελείται από αγωγούς αλουμινίου μήκους 6m έκαστος και συνδέονται μεταξύ τους με ταχυσυνδέσμους.
- ▶ Πάνω στον αγωγό εφαρμογής είναι τοποθετημένοι 16 εκτοξευτήρες παροχής $4,25\text{ m}^3/\text{h}$ έκαστος με απόσταση $Pl = 18\text{m}$ και η απόσταση του πρώτου καταιονιστήρα από την αρχή είναι επίσης $Sl = 18\text{m}$.
- ▶ Η λειτουργική πίεση των εκτοξευτήρων είναι $Pa = 30\text{m}$

A. Μέγιστες επιτρεπόμενες απώλειες H_{max}

$$H_{max} = 100 \cdot 0,2 \cdot P_a / L \cdot F \quad [5]$$

- ▶ H_{max}: οι μέγιστες επιτρεπόμενες απώλειες σε m /100m αγωγού,
- ▶ P_a: η λειτουργική πίεση του καταιονιστήρα (= 30m)
- ▶ L: το μήκος του αγωγού εφαρμογής (=288m)
- ▶ F: Συντελεστής περιορισμού \longrightarrow

Άρα:

$$H_{max} = 100 \cdot 0,2 \cdot 30 / 288 \cdot 0,382 = 5,45\text{m}/100\text{m} \text{ αγωγού}$$

Συντελεστής περιορισμού (F) για τον υπολογισμό των ολικών γραμμικών απωλειών αγωγών εφαρμογής με πολλαπλούς καταιονιστήρες

Αριθμός καταιονιστήρων, N	F(+)	F(*)	Αριθμός καταιονιστήρων, N	F(+)	F(*)
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
1	1,000	1,000	12	0,393	0,367
2	0,639	0,519	14	0,387	0,364
3	0,534	0,441	16	0,382	0,363
4	0,485	0,412	18	0,379	0,361
5	0,457	0,396	20	0,376	0,360
6	0,438	0,387	25	0,371	0,358
7	0,425	0,381	30	0,367	0,357
8	0,416	0,377	35	0,365	0,356
9	0,408	0,373	40	0,363	0,355
10	0,402	0,371	>40	0,360	0,355

(+) όταν η απόσταση του πρώτου καταιονιστήρα από την αρχή είναι S_i

(*) » » » » » » S_i/2

Γ. Πίνακας γραμμικών απωλειών

Η παροχή ανά καταιονιστήρα είναι $4,25 \text{ m}^3/\text{h}$, άρα η συνολική παροχή $Q = 4,25 * 16 = 68 \text{ m}^3/\text{h}$

Γραμμικές απώλειες (Hf) σε m/100 m αγωγών εφαρμογής από αλουμίνιο, με πάχος τοιχωμάτων 1,27 mm που αποτελούνται από σωλήνες μήκους 9 m ενωμένους με ταχυσυνδέσμους. Οι υπολογισμοί βασίζονται στη σχέση των Hazen - Williams με C=130

Παροχή αγωγού		Εξωτερική διάμετρος αγωγού			
$l\text{-s}^{-1}$	$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$	D=50,8 mm (2 in)	D=76,2 mm (3 in)	D=101,6 mm (4 in)	D=127,0 mm (5 in)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0,63	2,27	0,40	0,05		
1,26	4,54	1,44	0,18		
1,89	6,81	3,06	0,39		
2,52	9,08	5,20	0,66	0,15	
3,15	11,35	7,85	1,00	0,23	
3,78	13,63	11,01	1,40	0,33	
4,42	15,90	14,65	1,87	0,44	
5,05	18,17	18,76	2,39	0,57	0,19
5,68	20,44	23,33	2,98	0,70	0,23
6,31	22,71	28,36	3,62	0,85	0,28
7,57	27,25		5,07	1,20	0,39
8,83	31,79		6,74	1,59	0,52
10,09	36,34		8,64	2,04	0,67
11,35	40,88		10,74	2,54	0,83
12,62	45,42		13,06	3,08	1,01
13,88	49,96		15,58	3,68	1,21
15,14	54,50		18,30	4,32	1,42
16,40	59,05		21,22	5,01	1,65
17,66	63,59		24,35	5,7	1,89
18,92	68,13			6,54	2,15
20,19	72,67			7,37	2,42

Το 6,54 όμως είναι μεγαλύτερες απώλειες από αυτές που υπολογίσαμε! Άρα θα πρέπει να πάω στον αμέσως μεγαλύτερο σωλήνα. $2,15 < 5.45$, άρα ο αγωγός θα είναι **D=127,0mm (5 in)**.

Παράδειγμα υπολογισμού του απαιτούμενου φορτίου (πίεσης) στην αρχή του σωλήνα εφαρμογής

- ▶ Από το προηγούμενο παράδειγμα της άρδευσης του καλαμποκιού, έχουμε επιπρόσθετα τα εξής δεδομένα:
 - ▶ Η λειτουργική πίεση των εκτοξευτήρων είναι $P_a = 30\text{m}$. (3 at)
 - ▶ Οι εκτοξευτήρες είναι τοποθετημένοι πάνω σε σωλήνες ανύψωσης ύψους $P_r = 2,5\text{m}$
 - ▶ Ποιό είναι το απαιτούμενο φορτίο (πίεση) στην αρχή του αγωγού εφαρμογής για να λειτουργεί σωστά η διάταξη της άρδευσης;

Υπολογισμός των ολικών γραμμικών απωλειών

- ▶ Ο τύπος που μας δίνει τις ολικές γραμμικές απώλειες είναι:

$$P_f = L \cdot H_f \cdot F / 100 \quad [6]$$

- ▶ Το $L = 288 \text{ m}$
- ▶ Το H_f το υπολογίσαμε στα $2,15 / 100\text{m}$ σωλήνα αφού επιλέξαμε τελικά τον μεγαλύτερο σωλήνα
- ▶ $F = 0,382$ (από πίνακα),
- ▶ Συνεπώς: $P_f = 2,36 \text{ m}$

Υπολογισμός του απαιτούμενου φορτίου στην αρχή του αγωγού

- ▶ Ο τύπος που μας δίνει το απαιτούμενο φορτίο στην αρχή του αγωγού εφαρμογής είναι:

$$P_{I \text{ in}} = P_a + 0,75 \cdot P_f + P_r \pm H_{\text{υψομέτρου}} [7]$$

- ▶ Όπου:
 - ▶ P_a η πίεση λειτουργίας του εκτοξευτήρα
 - ▶ P_f οι γραμμικές απώλειες πίεσης
 - ▶ P_r το ύψος του σωλήνα ανύψωσης
- ▶ Συνεπώς για το προηγούμενο παράδειγμα **$P_{I \text{ in}} = 30 + 0,75 \cdot 2,36 + 2,5 = 34.27 \text{ m}$ ή $3,4 \text{ atm}$**

Αυτοπροωθούμενα συστήματα καταιονισμού

- ▶ Λόγω μείωσης εργατικών χεριών, αυξάνεται η εμφάνιση τέτοιων εκτοξευτήρων στη χώρα.
- ▶ Ο αυτοκινούμενος εκτοξευτήρας υψηλής πίεσης (καρούλι) είναι ένας μεγάλος υψηλής πίεσης εκτοξευτήρας που τροφοδοτείται με νερό μέσω ενός εύκαμπτου σωλήνα από πολυαιθυλένιο και κινείται από το ένα μέχρι το άλλο άκρο του χωραφιού αρδεύοντας μια λωρίδα εδάφους.



Αυτοπροωθούμενα συστήματα καταιονισμού

- ▶ Το συγκρότημα αποτελείται από ένα φορείο πάνω στο οποίο βρίσκεται ο εκτοξευτήρας και από ένα άλλο φορείο που φέρει ένα τύμπανο πάνω στο οποίο τυλίγεται ο εύκαμπτος σωλήνας.
- ▶ Στο φορείο αυτό καταλήγει ο κύριος αγωγός μεταφοράς που φέρνει το νερό από την υδροληψία και συνδέεται με εύκαμπτο σωλήνα που είναι τυλιγμένος στο τύμπανο
- ▶ Το τύμπανο περιστρέφεται (τυλίγοντας το σωλήνα και έλκοντας το φορείο του εκτοξευτήρα)
- ▶ Η περιστροφή αυτή γίνεται με τη βοήθεια υδραυλικής τουρμπίνας ή ενός εμβόλου (εκμεταλλευόμενοι την ροή του νερού που τροφοδοτεί την διάταξη)

Χαρακτηριστικά του εκτοξευτήρα

- ▶ Ο κάθε εκτοξευτήρας χαρακτηρίζεται από:
 - Τη διάμετρο του ακροφυσίου
 - Τον τύπο του ακροφυσίου (επιστομίου),
 - Το φορτίο κάτω από το οποίο λειτουργεί
 - Τη γωνία εκτόξευσης (18° μέχρι 32°).

Ακροφύσια

- ▶ Κωνικά ακροφύσια (επιστόμια) δίνουν
 - Μεγαλύτερη ακτίνα εκτόξευσης που συνεπάγεται
 - Μεγαλύτερο πλάτος αρδευόμενης λωρίδας
 - Μικρότερο ρυθμό καταιόνισης
- ▶ Ακροφύσια με δακτυλίους
 - Καλύτερο καταμερισμό των σταγόνων σε χαμηλές πιέσεις,
 - Πολύ σημαντικό για την άρδευση ευαίσθητων καλλιεργειών



Ο ρυθμός εφαρμογής (ένταση καταίονισης)

- ▶ Πρέπει να μην υπερβαίνει τη διηθητικότητα του εδάφους για την αποφυγή επιφανειακής απορροής.
- ▶ Ο ρυθμός αυτός υπολογίζεται κατά προσέγγιση με τη σχέση:

$$J = \frac{1000 Q}{\pi(0,9 R)^2} \times \frac{360}{\varphi^\circ} = 393 \frac{Q}{R^2} \times \frac{360}{\varphi^\circ} = 1572 \frac{Q}{D^2} \times \frac{360}{\varphi^\circ} \quad [8]$$

▶ Όπου:

- J είναι ο κατά προσέγγιση ρυθμός εφαρμογής ή ένταση καταίονισης από ένα μετακινούμενο εκτοξευτήρα σε mm/h,
- Q είναι η παροχή του καταιονιστήρα σε m³/h,
- R είναι η ακτίνα εκτόξευσης σε m,
- D είναι η διάμετρος διαβροχής σε m και
- φ° είναι η γωνία περιστροφής του καταιονιστήρα (μέρος του κύκλου που διαβρέχεται σε μοίρες).

Φορείο τυμπάνου

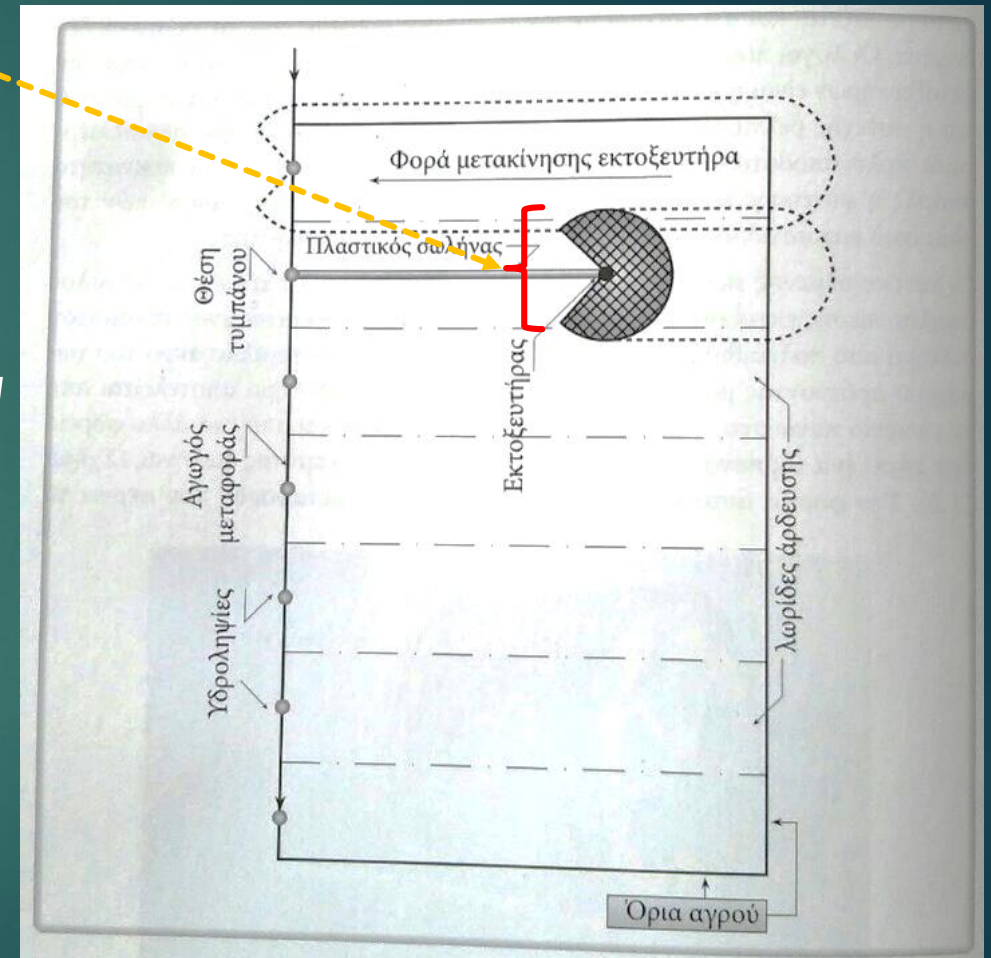
- ▶ Οι κυριώτεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ικανότητα του συγκροτήματος να διατηρεί σταθερή ταχύτητα είναι:
 - i. Η παροχή,
 - ii. Το φορτίο,
 - iii. Η δύναμη έλξης του σωλήνα που μεταβάλλεται ανάλογα με το μήκος και τη διάμετρο του
 - iv. Ο τύπος και το ανάγλυφο του εδάφους πάνω στο οποίο σύρεται.



Πλάτος αρδευόμενης λωρίδας

► Είναι συνάρτηση:

- Της διαμέτρου διαβροχής που εξασφαλίζει ο εκτοξευτήρας
- Της ομοιομορφίας εφαρμογής του νερού, η οποία επηρεάζεται σημαντικά από:
 - i. Την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου,
 - ii. Την παροχή του εκτοξευτήρα,
 - iii. Τη γωνία εκτόξευσης,
 - iv. Τον τύπο του ακροφυσίου και
 - v. Το φορτίο στον εκτοξευτήρα.



Ταχύτητα μετακίνησης του εκτοξευτήρα

- ▶ Ρυθμίζεται έτσι που να γίνονται μια ή, το πολύ, δύο διαδρομές την ημέρα.

Ολικό Βάθος άρδευσης (ή και ύψος άρδευσης)

$$d_t = \frac{1000 Q}{W \cdot S} \quad [9]$$

- ▶ d_t είναι το ολικό βάθος άρδευσης σε mm,
- ▶ Q είναι η παροχή του εκτοξευτήρα σε m^3/h ,
- ▶ W είναι το πλάτος της λωρίδας σε m και
- ▶ S είναι η ταχύτητα μετακίνησης του εκτοξευτήρα σε m/h.

Καθαρό βάθος άρδευσης (d_n)

- ▶ Πολλαπλασιάζοντας το ολικό βάθος άρδευσης d_t με την αποδοτικότητα του συστήματος (που κυμαίνεται από 65 έως 80%)

$$\times 65 - 80\% d_t$$

Απώλειες φορτίου του αγωγού και του φορείου του τύμπανου

- ▶ Οι πλαστικοί σωλήνες που χρησιμοποιούνται στα καρούλια:
 - ▶ Έχουν μήκος περίπου 300 m,
 - ▶ Είναι εύκαμπτοι, με ισχυρά τοιχώματα που αντέχουν σε υψηλές πιέσεις
 - ▶ Είναι ικανοί να έλκουν το φορείο του εκτοξευτήρα υπερνικώντας και την αντίσταση του εδάφους με το οποίο βρίσκονται σε επαφή.
 - ▶ Οι προδιαγραφές των σωλήνων αυτών καθώς και οι γραμμικές απώλειες δίνονται από τους κατασκευαστές.

Ολικές γραμμικές απώλειες του αγωγού

- ▶ Οι (P) υπολογίζονται με τη σχέση:

$$P = \frac{H_f \cdot L}{100} \quad [10]$$

- ▶ Όπου:

- P οι απώλειες σε m
- H_f οι γραμμικές απώλειες σε m
- L το μήκος του αγωγού σε m

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

