

ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ - PLANNING FOR DRIP IRRIGATION

Η στάγδην άρδευση καλλιεργειών παρέχει πολλά πλεονεκτήματα:

- Οικονομία νερού
- Εύκολη και αποτελεσματική λίπανση
- Περιορισμός ζιζανίων
- Μεγαλύτερη ευκολία στις καλλιεργητικές εργασίες
- Ανεξαρτητοποίηση άρδευσης από άνεμο και ανάγλυφο εδάφους
- Ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας
- Άρδευση μεγάλων εκτάσεων με μικρές παροχές και χαμηλές πιέσεις

Με την μέθοδο της στάγδην άρδευσης δεν είναι απαραίτητο να υγρανθεί ολόκληρος ο όγκος του εδάφους αλλά τμήμα αυτού που βρίσκεται κοντά στις ρίζες των φυτών. Η ποσότητα του νερού που πρέπει να χορηγηθεί (δόση εφαρμογής) εξαρτάται από τις υδατικές απαιτήσεις της κάθε καλλιέργειας, το ενεργό βάθος ριζοστρώματος της καλλιέργειας, την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί το νερό, και το ποσοστό του όγκου του εδάφους που πρέπει να υγρανθεί. Η δόση εφαρμογής δίνεται από τον τύπο:

$$Iad = (Fc - PWP) * ASW * RD * P * 10 * f / Ea$$

όπου: **Iad** - ημερήσια δόση άρδευσης mm/ημέρα ή m³/στρέμμα/ημέρα
Fc - υδατοϊκανότητα του εδάφους (%β.ξ.ε.)
PWP - σημείο μόνιμης μάρανσης καλλιέργειας (%β.ξ.ε.)
ASW - φαινόμενο ειδικό βάρος εδάφους (%β.ξ.ε.)
RD - βάθος ριζοστρώματος καλλιέργειας (cm) (βλ. Πίνακα 1.)
P - ποσοστό ύγρανσης εδάφους (βλ. Πίνακα 2.)
f - συντελεστής εξάντλησης υγρασίας (0,3 για τις ευαίσθητες μέχρι 0,6 για ανθεκτικές καλλιέργειες)
Ea - συντελεστής απόδοσης συστήματος (0,85 - 0,95)

Τιμές εδαφικής υγρασίας	Σύσταση εδάφους		
	Ελαφρή	Μέσο	Βαρύ
Υδατοϊκανότητα %β.ξ.ε.	10,2	22,5	26,7
Σημείο μάρανσης %β.ξ.ε.	2,1	8,0	10,5
Φαινόμενο ειδικό βάρος gr/cm ³	1,5 - 1,6	1,2 - 1,5	1,0 - 1,2
Διηθητικότητα εδάφους (mm/h)	17,8 - 25,4	8,5 - 17,8	2,5 - 8,5

Η επιφάνεια του εδάφους που διαβρέχει ένας σταλάκτης εξαρτάται από την παροχή του και τον τύπο του εδάφους. Στον πίνακα 3 αναγράφεται η μέση διάμετρος διαβροχής σε μέτρα για τους τρεις βασικούς τύπους εδαφικούς τύπους και διαφορετικές παροχές σταλακτών.

Παροχή σταλάκτη (l/h)	Διάμετρος διαβροχής σταλάκτη (m)		
	Ελαφρύ (E)	Μέσο (M)	Βαρύ (B)
1,5	0,25	0,60	1,10
2,0	0,40	0,90	1,20
4,0	0,75	1,25	1,60
8,0	1,25	1,60	2,10
12,0	1,60	2,00	2,50

Ενεργό βάθος ριζοστρώματος (cm) Active depth of root-zone (cm)	(RD)
Αγκινάρα	30 - 50 Artichoke
Αγγούρι	30 - 50 Cucumber
Αμπέλι	60 - 80 Vineyard
Αραβόσιτος	40 - 60 Corn
Βαμβάκι	60 - 80 Cotton shrub
Ζαχαρότευτλο	50 - 70 Sugar-beets
Καπνός	50 - 70 Tobacco
Καρότο	40 - 60 Carrot
Κρεμμύδι	20 - 40 Onion
Λάχανο	30 - 50 Cabbage
Μαρούλι	20 - 30 Lettuce
Μηδική	60 - 80 Trefoil
Μπιζέλι	40 - 60 Pea
Οπωροφόρα	50 - 70 Orchard
Πατάτες	40 - 60 Potato
Πεπονοειδή	50 - 70 Melon fields
Σιτηρά	30 - 50 Wheat
Σόγια	30 - 50 Soya
Σπανάκι	20 - 30 Spinach
Ντομάτα	30 - 50 Tomato
Φασόλι	30 - 50 Bean
Φράουλα	20 - 30 Strawberry patches

Παροχή σταλ. Dripper disch. (l/h)	Se	Ποσοστό ύγρανσης εδάφους - Ground moisture proportion (P)									
		SI									
		0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
1,5	E-(0,2)-L	38	33	25	20	15	12	10	8	6	5
	M-(0,5)-M	88	70	58	47	35	28	23	18	14	12
	B-(0,9)-H	100	100	92	73	55	44	37	28	22	18
2,0	E-(0,3)-L	50	40	33	26	20	16	13	10	8	7
	M-(0,7)-M	100	80	67	53	40	32	26	20	16	14
	B-(1,0)-H	100	100	100	80	60	48	40	30	24	20
4,0	E-(0,6)-L	100	80	67	53	40	32	26	20	16	14
	M-(1,0)-M	100	100	100	80	60	48	40	30	24	20
	B-(1,3)-H	100	100	100	100	80	64	53	40	32	27
8,0	E-(1,0)-L	100	100	100	80	60	48	40	30	24	20
	M-(1,3)-M	100	100	100	100	80	64	53	40	32	27
	B-(1,7)-H	100	100	100	100	100	80	67	50	40	34
12,0	E-(1,3)-L	100	100	100	100	80	64	53	40	32	27
	M-(1,6)-M	100	100	100	100	100	80	67	50	40	34
	B-(2,0)-H	100	100	100	100	100	100	80	60	48	40

Se - ισαποχή σταλακτών (m) ίση με το 80% της διαμέτρου διαβροχής
 dripper distance (m) equal to 80% of irrigated diameter surface
 SI - απόσταση (m) μεταξύ των γραμμών άρδευσης / dripline distance (m)

Drip irrigation provides many advantages:

- Water economy
- Easy and effective fertigation
- Restriction in weeds and the necessity for weeds destroyers
- Efficiency in farming
- Irrigation possible despite winds and irregular land
- Ideal humidity conditions
- Irrigation of large areas with small flow rates and low pressures

With drip irrigation it is not necessary to wet whole areas but only the section closest to the root zone. The quantity of water which is required for irrigation varies according to crop needs, effective depth of the root zone, soil retention of water and the proportion of soil that must be wetted.

The quantity of water to be applied is calculated with the following equation :

$$Iad = (Fc - PWP) * ASW * RD * P * 10 * f / Ea$$

where: **Iad** - daily quantity of water mm/day or m³/1000sq.m/day

Fc - soil retainment of water (%weight of dry soil.)

PWP - point of permanent crop wilting (%w.d.s)

ASW - apparent specific weight of soil (%w.d.s)

RD - effective depth of root zone of crop (cm) (see Table 1.)

P - proportion of ground moisture (see Table 2.)

f - coefficient of moisture fatigue

(0,3 for sensitive up to 0,6 for hardy crops)

Ea - coefficient of system efficiency (0,85 - 0,95)

Values of soil moisture	Soil compactness		
	Light	Medium	Heavy
Water restrain %w.d.s.	10,2	22,5	26,7
Permanent wilting %w.d.s.	2,1	8,0	10,5
Apparent spec. weight gr/cm ³	1,5 - 1,6	1,2 - 1,5	1,0 - 1,2
Soil straining (mm/h)	17,8 - 25,4	8,5 - 17,8	2,5 - 8,5

The irrigated surface achieved with drippers depends on the drippers discharge and the soil type. Table 3 shows the average irrigated diameter in meters for three basic soil types and various dripper discharges.

Dripper discharge (l/h)	Irrigated diameter of dripper (m)			
	Light (L)	Medium (M)	Heavy (H)	
1,5	0,25	0,60	1,10	
2,0	0,40	0,90	1,20	
4,0	0,75	1,25	1,60	
8,0	1,25	1,60	2,10	
12,0	1,60	2,00	2,50	

ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ - PLANNING FOR DRIP IRRIGATION

Οι υδατικές ανάγκες της καλλιέργειας καθορίζονται από την εξατμισοδιαπνοή του φυτού (διαπνοή - η ποσότητα του νερού που απορροφάται από τις ρίζες και αποβάλλεται από το φύλλωμα, και εξατμηση - η ποσότητα του νερού που εξατμίζεται από το έδαφος και το φύλλωμα της καλλιέργειας στην ατμόσφαιρα).

$$ET = K * (t + 18) * \rho / 66$$

όπου **ET** - υδατοκατανάλωση mm/ημέρα ή m³/στρέμμα/ημέρα
K - συντελεστής υδατοκατανάλωσης φυτού (βλ. Πίνακα 4.)
t - μέση θερμοκρασία του μήνα σε °C
ρ - μηνιαίο ποσοστό διάρκειας ημέρας (βλ. Πίνακα 5.)

Ως οδηγός για πρακτικές εφαρμογές μπορεί να θεωρηθούν, χωρίς να απέχουν πολύ από την πραγματικότητα, οι παρακάτω τιμές ημερησίων αναγκών υδατοκατανάλωσης κατά είδος φυτού:

- α) αμπέλια 2,2-3,5 mm νερού ή m³/στρέμ/ημέρα
- β) οπωροφόρα και γραμμικές καλλιέργειες 3,0-4,5 m³/στρέμ/ημέρα
- γ) κηπευτικά και ανθοκομικές καλλιέργειες 4,5-5,5 m³/στρέμ/ημέρα

Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων ονομάζεται εύρος άρδευσης ή συχνότητα άρδευσης. Η συχνότητα και η διάρκεια άρδευσης εξαρτώνται από την διηθητικότητα του εδάφους καθώς και από τις υδατικές απαιτήσεις της καλλιέργειας.

Εύρος άρδευσης $Di = (Iad * Ea) / (ET * 70)$ ημέρες

Διάρκεια άρδευσης $Ti = (Iad * Se * SI) / q$

όπου: **Ti** - διάρκεια άρδευσης σε ώρες (h)
Se - ισαποχή σταλακτών πάνω στο σωλήνα (m)
SI - ισαποχή σταλακτιφόρων (m)
q - παροχή σταλάκτη (l/h)

Κατά τον σχεδιασμό ενός δικτύου στάγδην άρδευσης επιδιώκεται πολλές φορές η διαίρεσή του σε μικρότερες αυτοτελείς λειτουργικές μονάδες που παρέχουν την δυνατότητα χρησιμοποίησης σωλήνων μικρότερης διαμέτρου με απώτερο σκοπό την μείωση του κόστους. Ο δυνατός αριθμός στάσεων λειτουργίας του δικτύου υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$Qa / Q\delta \leq Ns \leq 24Di / Ti$$

όπου: **Ns** - αριθμός στάσεων λειτουργίας
Qa - απαιτούμενη παροχή (m³/h)
Qδ - διαθέσιμη παροχή (m³/h)

Η απαιτούμενη παροχή υπολογίζεται από την σχέση:

$$Qa = A * (Iad / Ti) \text{ (m}^3\text{/h)}$$

όπου **A** - έκταση σε στρέμματα

Η παροχή που πρέπει να μεταφέρει ημερησίως ο κύριος αγωγός ενός δικτύου στάγδην άρδευσης ονομάζεται δυναμικότητα του αρδευτικού δικτύου και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Qc = A * (ET / Ea)$$

όπου: **Qc** - η δυναμικότητα του δικτύου σε m³/ημέρα
A - έκταση σε στρέμματα
ET - υδατοκατανάλωση m³/στρέμμα/ημέρα
Ea - βαθμός απόδοσης συστήματος (0,85 - 0,95)

The water needs of a crop are defined from: a)transpiration - the amount of water absorbed from the roots and released from the leafs b)evaporation - the amount of water vaporized from the ground and from the leafs of the crop in the atmosphere.

$$ET = K * (t + 18) * \rho / 66$$

where: **ET** - applied water mm/day or m³/1000sq.m/day
K - coefficient of water consumption of crop (see Table 4.)
t - average monthly temperature in °C
ρ - monthly proportion of day-light (see Table.)

As a guideline for practical applications (without abstain a lot from reality) we can consider the following values as daily water recoments according to various cultivations:

- a) vines 2,2-3,5 mm water or m³/1000sq.m/day
- b) orchards and linear cultivations 3,0-4,5 m³/1000sq.m/day
- c) horticulture and floriculture cultivations 4,5-5,5 mm³/1000sq.m/day

The time interval between two irrigations is named irrigation breadth or frequency of irrigation. The frequency and the duration of irrigation depends on the straining of soil and the water needs of the cultivation.

Irrigation frequency $Di = (Iad * Ea) / (ET * 70)$ days

Duration of irrigation $Ti = (Iad * Se * SI) / q$

where: **Ti** - duration of irrigation in hours (h)
Se - distance of drippers on the pipe (m)
SI - distance of driplines (m)
q - dripper discharge (l/h)

In planning a dripline irrigation network we aim in dividing the field into smaller operational units to achieve reduction of cost using pipes with smaller outside diameter. The maximum number of operational divisions is calculated from the following equation:

$$Qa / Q\delta \leq Ns \leq 24Di / Ti$$

where: **Ns** - number of operational divisions
Qa - required flow rate (m³/h)
Qδ - available flow rate (m³/h)

The required flow rate is calculated from the following equation:

$$Qa = A * (Iad / Ti) \text{ (m}^3\text{/h)}$$

where **A** - field area in 1000sq.m

The total discharge that has to be conveyed daily by the main pipe is named network valency and is calculated from the following equation:

$$Qc = A * (ET / Ea)$$

where: **Qc** - network valency in m³/day
A - field area in 1000sq.m
ET - applied water m³/1000sq.m/day
Ea - coefficient of system efficiency (0,85 - 0,95)

Πίνακας 4 Table 4	Φυτικός συντελεστής Crop coefficient (K)	
Αμπέλι	0,73	Vineyard
Αραβόσιτος	0,75	Corn
Βαμβάκι	0,62	Cotton shrub
Εσπεριδοειδή	0,56	Citrus trees
Ζαχαρότευτλα	0,70	Sugar-beets
Καρότα	0,59	Carrot
Μηδική	0,81	Trefoil
Μπιζέλια	0,53	Pea
Οπωροφόρα	0,63	Orchard
Πατάτες	0,67	Potato
Πεπονοειδή	0,74	Melon fields
Ρύζι	1,11	Rice
Σιτηρά	0,68	Wheat
Τομάτα	0,70	Tomato
Φασόλια	0,65	Bean
Φράουλες	0,66	Strawberry patches

Πίνακας 5 Table 5	Μηνιαίο ποσοστό διάρκειας ωρών ημέρας βόρειου ημισφαιρίου Monthly rate of day hours of northern hemisphere (ρ)											
Γεωγραφικό πλάτος Geographic latitude	Ιανουάριος January	Φεβρουάριος February	Μάρτιος March	Απρίλιος April	Μάιος May	Ιούνιος June	Ιούλιος July	Αύγουστος August	Σεπτέμβριος September	Οκτώβριος October	Νοέμβριος November	Δεκέμβριος December
34°	7,10	6,91	8,36	8,80	9,71	9,70	9,88	9,33	8,36	7,90	7,02	6,92
35°	7,05	6,88	8,35	8,82	9,76	9,77	9,93	9,37	8,36	7,88	6,97	6,86
36°	6,99	6,86	8,35	8,85	9,81	9,83	9,99	9,40	8,36	7,85	6,92	6,79
37°	6,93	6,83	8,34	8,87	9,87	9,89	10,05	9,44	8,37	7,82	6,87	6,72
38°	6,78	6,79	8,34	8,90	9,92	9,95	10,10	9,47	8,38	7,80	6,82	6,66
39°	6,82	6,76	8,33	8,93	9,97	10,02	10,16	9,51	8,38	7,77	6,77	6,48
40°	6,76	6,72	8,33	8,95	10,02	10,08	10,22	9,54	8,38	7,75	6,72	6,52
41°	6,96	6,69	8,32	8,98	10,08	10,15	10,29	9,56	8,39	7,73	6,67	6,45
42°	6,62	6,65	8,31	9,00	10,14	10,21	10,35	9,62	8,40	7,70	6,62	6,38

ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ - PLANNING FOR DRIP IRRIGATION

Ο υπολογισμός ταχυτήτων ροής, απωλειών πίεσης και ομοιομορφίας παροχής στην αρχή και του τέλους του σταλακτηφόρου σωλήνα είναι σημαντικοί παράγοντες για την σωστή λειτουργία και την αποτελεσματικότητα του συστήματος.

Τα όρια της ταχύτητας ροής κυμαίνονται (για στρωτή ροή - $Re < 3000$) από 0,5m/sec (ελάχιστη) μέχρι 2,0m/sec (μέγιστη)

$$U = Q/E = 4Q/\pi \cdot d^2$$

όπου: **U** - ταχύτητα ροής σε αγωγό (m/sec)
Q - παροχή του αγωγού (m³/h)
E - η διατομή της επιφάνειας (m²)
d - η εσωτερική διάμετρο του αγωγού (m)
π - 3,14

Οι απώλειες στο κεντρικό αγωγό μεταφοράς νερού δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$DH = 1,131 \cdot 10^{99} \cdot (Q/C)^{1,852} \cdot D^{-4,87} \cdot L$$

όπου: **DH** - απώλειες πίεσης αγωγού (m)
Q - παροχή (m³/h)
C - συντελεστής τραχύτητας (120 για πλαστικούς σωλήνες)
D - εσωτερική διάμετρο αγωγού (mm)
L - συνολικό μήκος αγωγού μεταφοράς (m)

Οι απώλειες πίεσης στον σταλακτηφόρο σωλήνα δίνεται από τη σχέση:

$$DH = 0,436 \cdot (Q/R \cdot L)^{1,76} \cdot D^{-4,76} \cdot L \cdot F$$

όπου: **DH** - απώλειες πίεσης σταλακτηφόρου σωλήνα (m)
Q - παροχή σταλάκτη (lt/h)
R - ισαποχή σταλακτών (m)
L - μήκος σταλακτηφόρου σωλήνα (m)
D - εσωτερική διάμετρο σταλακτηφόρου σωλήνα (mm)
F - συντελεστής αριθμού εκροών (0,345 - 0,4)

Η επιλογή μεγέθους σταλακτηφόρου σωλήνα καθώς και τύπου σταλάκτη (απλός ή αυτορρυθμιζόμενος) εξαρτάται από την μορφολογία του εδάφους και τις γεωμετρικές διαστάσεις του εκάστοτε αγρού. Οι πιέσεις λειτουργίας στα αρδευτικά δίκτυα στάγδην δεν ξεπερνούν τις 4atm, ενώ σημαντικό ρόλο για την σωστή λειτουργία και μακροζωία του συστήματος η παρουσία φίλτρων κρίνεται απαραίτητη.

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟ ΑΛΑΤΑ

Σε περιοχές όπου στο νερό υπάρχει υψηλή περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτά άλατα μαγνησίου και ασβεστίου και κατα συνέπεια προκαλούνται ιζήματα τέτοιων αλάτων, θα πρέπει να γίνεται μια περιοδική συντήρηση του δικτύου με χρήση οξέων (HCL, H₃PO₄) σε αναλογία 0,5% - 1% της ποσότητας νερού που θα εφαρμοστεί στο χρόνο καθαρισμού.

Η διαδικασία καθαρισμού είναι η εξής :

- Άνοιγμα των τερματικών των σταλακτηφόρων για ξέπλυμα δικτύου από τυχόν ξένα σωματίδια.
- Κλείσιμο τερματικών και γέμισμα υδρολίπαντήρα με την απαραίτητη ποσότητα οξέος.
- Ρύθμιση της κεφαλής υδρολίπανσης ώστε να εξασφαλιστεί διαφορά πίεσης 1 Atm, για χρονικό διάστημα καθαρισμού 10 - 15 λεπτά.
- Ξέπλυμα δικτύου με νερό άρδευσης.

Η συχνότητα καθαρισμού του αρδευτικού συστήματος με οξύ εξαρτάται από την περιεκτικότητα του νερού σε άλατα, ενώ ο χρόνος καθαρισμού δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 15 λεπτά. Συνήθως ένας καθαρισμός μετά από κάθε αρδευτική περίοδο είναι αρκετός.

Παράδειγμα: Δίκτυο σταλακτηφόρου που απαιτεί παροχή 50m³/h, θα καθαριστεί με HCL οξύ σε περιεκτικότητα 0,6% για χρονικό διάστημα 12 λεπτών. Η ποσότητα οξέος που θα χρησιμοποιηθεί είναι :
 $0,6\% \times 50 \text{ m}^3/\text{h} = 300$ λίτρα οξέος για μία ώρα
 Χρονικό διάστημα καθαρισμού 12 λεπτά, 1/5 της ώρας
 Ποσότητα οξέος = $1/5 \times 300 = 50$ λίτρα

Factors like water velocity, pressure losses and flow uniformity in the beginning and in the end of the dripline must be taken into consideration for the proper operation and efficiency of the network.

Range for water velocity (normal flow - $Re < 3000$) from 0,5m/sec (minimum) up to 2,0m/sec (maximum)

$$U = Q/E = 4Q/\pi \cdot d^2$$

where: **U** - water velocity in pipe (m/sec)
Q - discharge (m³/h)
E - cross section area (m²)
d - internal diameter of pipe (m)
π - 3,14

Pressure loss in the main pipe is calculated from the following equation:

$$DH = 1,131 \cdot 10^{99} \cdot (Q/C)^{1,852} \cdot D^{-4,87} \cdot L$$

where: **DH** - pressure loss in the main pipe (m)
Q - discharge (m³/h)
C - roughness coefficient (120 for plastic pipes)
D - internal diameter of the pipe (mm)
L - total length of main pipe (m)

Pressure loss in the dripline is calculated from the following equation:

$$DH = 0,436 \cdot (Q/R \cdot L)^{1,76} \cdot D^{-4,76} \cdot L \cdot F$$

where **DH** - pressure loss in the dripline (m)
Q - dripper discharge (lt/h)
R - distance between drippers (m)
L - length of dripline (m)
D - internal diameter of dripline (mm)
F - coefficient depending on the discharge orifice (0,345 - 0,4)

The choice of dripline size as well as the type of dripper (simple or self-compensating) is depends on ground morphology and the size of the field. Pressures in drip irrigation networks do not exceed 4atm, and for the proper operation and life span of the system filters are essential.

NETWORK MAINTENANCE FROM SALT DEPOSITS

In areas where the water has high concentration of water dissolved salts as magnesium or calcium, it is best to maintain our network periodical with acids (HCL, H₃PO₄) with proportion 0,5% - 1% of the total amount of water which is going to be used for the network clearing.

The procedure is :

- Open the terminals from the driplines for network flushing
- Close terminals of driplines and fill fertilizer tank with the appropriate amount of acid.
- Adjust the fertigation head in order to achieve pressure deferential 1 Atm, for duration of 10 - 15 minutes.
- Network flushing with irrigation water

The sequence of network cleaning with acids is depending from the proportion of salts in the water, and the duration of cleaning should not exceed 10 - 15 minutes. Usually a network cleaning after every irrigation period is enough

Example: Dripline network demands 50m³/h, is going to be cleaned with HCL acid at proportion 0,6% for duration of 12 minutes. The required quantity of acid is :
 $0,6\% \times 50 \text{ m}^3/\text{h} = 300$ liters per hour
 Cleaning duration 12 minutes, 1/5 hour
 Quantity of acid = $1/5 \times 300 = 50$ liters

ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΤΑΛΑΚΤΗΦΟΡΟΥ ΣΩΛΗΝΑ

DRIPLINE ARRANGEMENT

