

5.4 Δίκτυα τα οποία περιλαμβάνουν Υδραυλικές Μηχανές

5.4.1 Εισαγωγή – Σχέσεις Είναι πολύ σημαντική η κατανόηση, ότι οι Υδραυλικές Μηχανές δίνουν μηχανικό έργο στη ροή – **αντλίες**, ή **αφαιρούν μηχανικό έργο** από τη ροή – **στροβίλοι**.

Σε καμία περίπτωση **δεν δίνουν** ή **αφαιρούν παροχή** ! ☹

Σε κάθε κόμβο, όπου υπάρχει υδραυλική μηχανή, **ισχύει η εξίσωση συνεχείας** !

Είναι προφανές, ότι η λειτουργία υδραυλικών μηχανών **επηρεάζει το Ενεργειακό Ισοζύγιο** του δικτύου

και εξ' αυτού η παροχή *αυξομειώνεται πριν και μετά τη θέση σε λειτουργία* της αντλίας ή του στροβίλου

και **όχι πριν ή μετά το κόμβο** όπου είναι τοποθετημένες !!

Η **ισχύς N** της μηχανής είναι : $N = (\gamma \times Q \times h_{\mu}) / \eta$ Γεν. (46)

Όπου : γ το ειδικό βάρος του ρέοντος υγρού σε t/m^3 .

Q η διερχόμενη - *δια της μηχανής* – παροχή σε m^3/s

h_{μ} το **μανομετρικό ύψος** της αντλίας (θετικό) ή του στροβίλου (αρνητικό)

(έργο ανά μονάδα βάρους ρέοντος ρευστού) σε **m**.

η ο **συντελεστής απόδοσης** της μηχανής αδιάστατος

➤ θα τον θεωρούμε καταχρηστικά σταθερό .

(Στη πραγματικότητα μεταβάλλεται με τη παροχή και είναι απαραίτητο - στη πράξη - να συμβουλευόμαστε τους πίνακες και διαγράμματα λειτουργίας της μηχανής, στοιχεία τα οποία παρέχει ο οίκος κατασκευής).

Η ισχύς **N** σε γαλλικούς ίππους CV ή PS είναι : $N = (\gamma \times Q \times h_{\mu}) / (75 \times \eta)$ Παραγ. (47)

γ το ειδικό βάρος του ρέοντος υγρού σε kg^* / m^3 .

Η σχέση (29) παίρνει ακόμη γενικότερη μορφή :

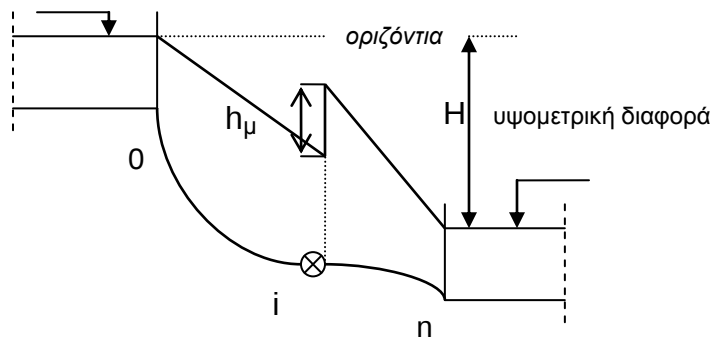
$$H + h_{\mu} = \sum_{(1)}^{(n)} (h_{fi}) + \sum_0^n (h_{ti}) + V_n^2 / (2 \times g) \quad \text{Γεν. (48)}$$

Όπου : η **υψομετρική διαφορά** των δεξαμενών, η της ανάντη δεξαμενής και της εκροής στην ατμόσφαιρα **δεν αποτελεί μόνο αυτή το ενεργειακό διαθέσιμο** - (ίσως να αποτελεί **έλλειμμα** !) → το **διαθέσιμο** εκφράζεται πλέον από τον όρο : **H + h_μ**

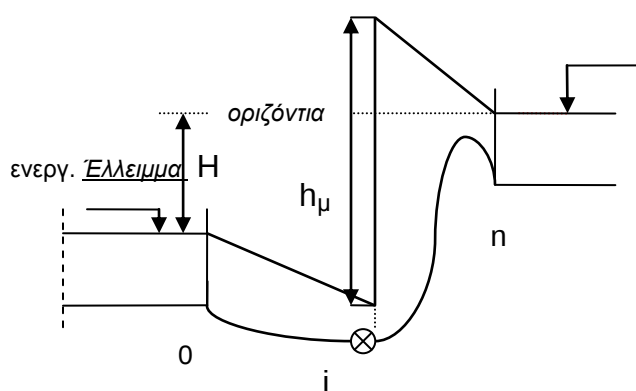
Οι τιμές των **H** και **h_μ** είναι **θετικές ή αρνητικές κατά περίπτωση** ! ☹

Εις την περίπτωση **κλειστού κυκλώματος** ενεργειακό διαθέσιμο είναι μόνο το **h_μ** !!

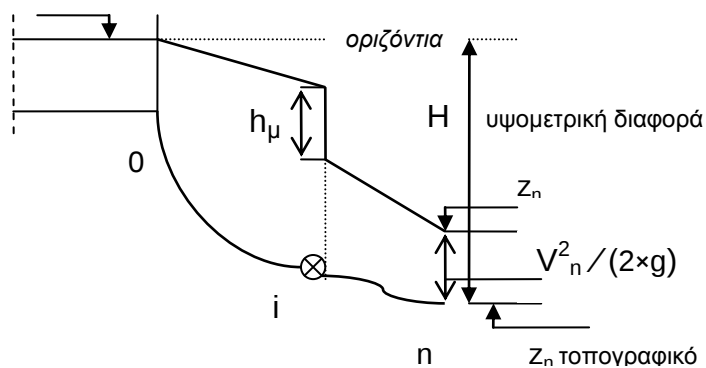
5.4.2 Τυπικές μορφές Γ.Ε



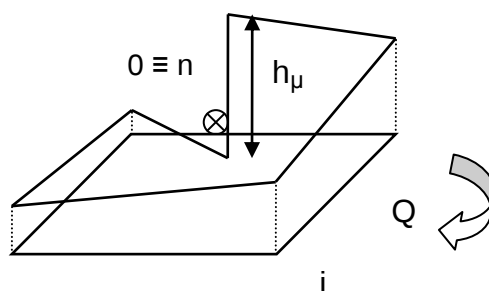
ΑΝΤΛΙΑ
 $h_{\mu} > 0$, $H > 0$



ΑΝΤΛΙΑ
 $h_{\mu} > 0$, $H < 0$



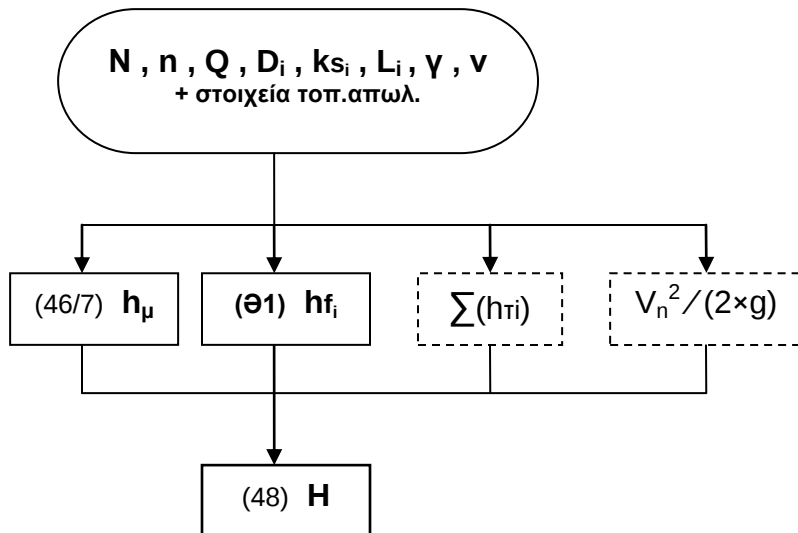
ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
 $h_{\mu} < 0$, $H > 0$



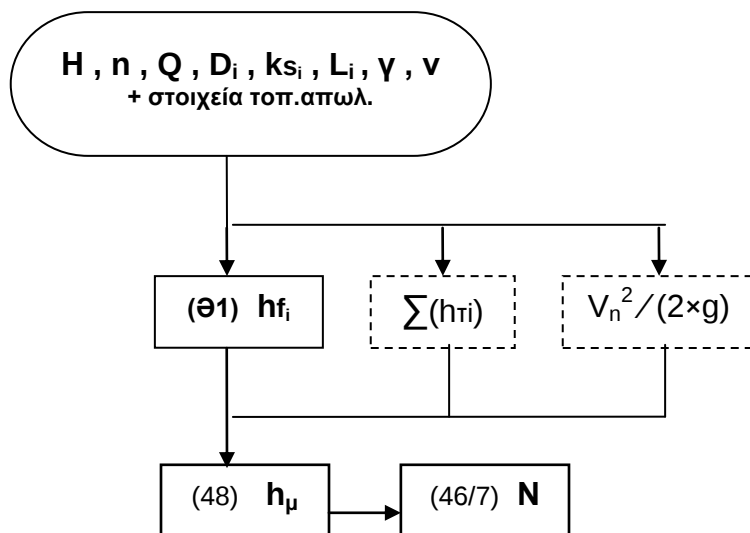
ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ
 $h_{\mu} > 0$, $H = 0$

5.4.3 Υψομετρική διαφορά **H** (Υ8)

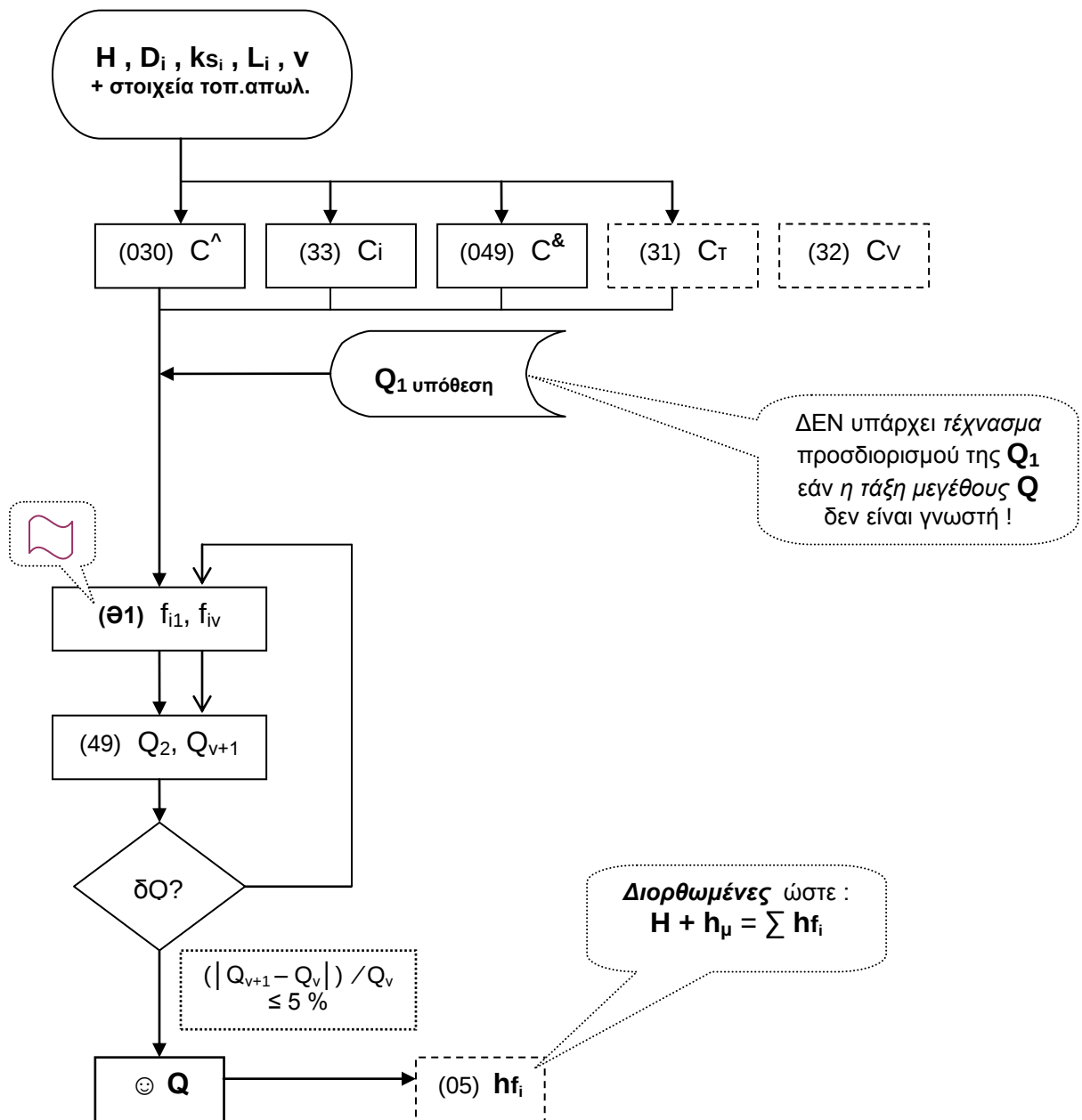
(εναλλακτικά υπολογισμός **Z_A** , **Z_B** , **Z_n** τοπογραφικό)



5.4.4 Ισχύς **N** (Υ9)



5.4.5 Παροχή **Q** (Υ10) (βλέπε 4.2.1 για σταθερές και 5.4.2 για πρόσημα H , h_μ)



$$C^\wedge = 8 / (g \times \pi^2) \approx 0,08263$$

Σταθ. (030)

$$C^\& = (75 \times n \times N) / \gamma$$

Σταθ. (049)

$$Q_{v+1} = \{ [C^\& + (Q_v \times H)] / [C^\wedge \times \sum_{(1)}^{(n)} (f_{iv} \times C_i) + C_T + C_V] \}^{0,333}$$

Επανλ. (49)

ΠΡΟΣΟΧΗ ! στην επιλογή της : Q_1 υπόθεση πρέπει : $[C^\& + (Q_1 \times H)] > 0$

- $H > 0$ ή $H < 0 \rightarrow$ βλέπε **5.4.2**

- $C^\& > 0$ για αντλία και $C^\& < 0$ για στρόβιλο (έχει το **πρόσημο** του h_μ !)

5.5 Δίκτυα τα οποία περιλαμβάνουν τουλάχιστον τρεις δεξαμενές

5.5.1 Εισαγωγή Το εξεταζόμενο πρόβλημα αφορά σε τρεις ή περισσότερες « **δεξαμενές** » : (**Υδροληψίες** ή **Υδροδοτήσεις**) συνδεόμενες με **αγωγούς**, οι οποίοι συμβάλλουν σε **ένα κοινό κόμβο**.

Υδροδοτήσεις, οι οποίες προφανώς δεν τροφοδοτούν το δίκτυο, αλλά τροφοδοτούνται απ' αυτό είναι **πιθανό / δυνατό** να είναι εκροές στην ατμόσφαιρα !

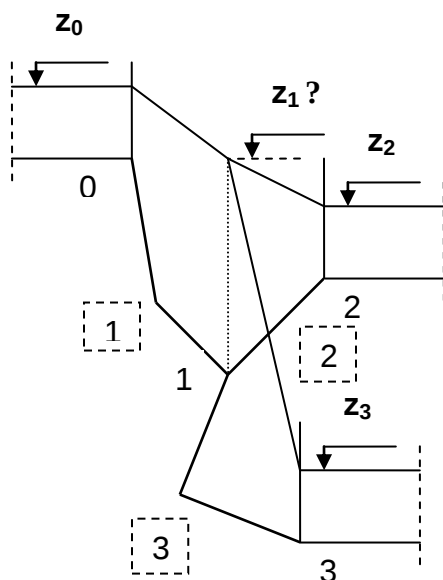
Είναι πολύ σημαντική η κατανόηση, ότι « **η καρδιά του προβλήματος** » είναι η **δυνατότητα υπολογισμού** του ενεργειακού υψομέτρου του **κοινού κόμβου** συμβολής των αγωγών !!

Είναι μάλλον ή βέβαιο, ότι εις την περίπτωση **δυνατότητας προσδιορισμού** του ενεργειακού υψομέτρου του κοινού κόμβου - προφανώς μέσω (Τ 1) σε κάποιον αγωγό - ο υπολογισμός των αγνώστων μεγεθών εις τους υπολοίπους κλάδους θα είναι **ευχερής** (Θεμελιώδη ή γνωστή μεθοδολογία).

Προς τούτο απαιτείται – **θεωρείται ήδη δεδομένη** - η **πρώτη** δεξιότητα του εδφ. §1.3.1 Θα επικεντρώσουμε λοιπόν τη προσοχή μας παρακάτω στην αντίθετη περίπτωση : Όχι φυσικά στην **απαράδεκτη** πλέον **μη ανάπτυξη** της **απαραίτητης** δεξιότητας αλλά στη **πραγματική αδυναμία προσδιορισμού** - από τα δεδομένα - του ενεργειακού υψομέτρου του κοινού κόμβου.

5.5.2 Τυπικές περιπτώσεις (μη προσδιορίσιμου z_1)

Σε όλες τις περιπτώσεις θεωρούνται δεδομένα ks_i, v



Q_1	D_1	L_1	Q_2	D_2	L_2	Q_3	D_3	L_3	z_0	z_2	z_3
?	✓	✓	?	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	?	✓	✓	?	✓	✓	?	✓	✓
✓	?	✓	?	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	✓
?	✓	✓	✓	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓
?	✓	✓	✓	?	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓
?	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?
?	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓

Σημείωση : Εις τα προβλήματα τα οποία ακολουθούν η ροή επίλυσης **τερματίζεται** μόλις επιτευχθεί ο προσδιορισμός του **διαστήματος** το οποίο **περιλαμβάνει** τη ζητούμενη **ορθή τιμή** .

Περαιτέρω λεπτομέρειες επί των μεθόδων σύγκλισης → **Άσκηση 408 S**

5.6 Προβλήματα με καθοριστικό ρόλο της πίεσης

5.6.1 Εισαγωγή Είναι γνωστό, ότι η ροή υπό πίεση παρουσιάζει προβλήματα, όταν η υποπίεση (τιμή μικρότερη της ατμοσφαιρικής), δηλαδή γραφικά η πιεζομετρική γραμμή χαμηλότερα από τον άξονα του αγωγού, υπερβεί ορισμένα όρια.

Στη πράξη το σύνηθες όριο είναι περίπου 8 m. (P_{op}) (συμπεριλαμβανομένων των περιθωρίων ασφαλείας).

Επικίνδυνες περιοχές είναι ☒ :

ανάληη αντλίας – κατάνη στροβίλου – σε τοπογραφικό αυχένα – σε σίφωνα.

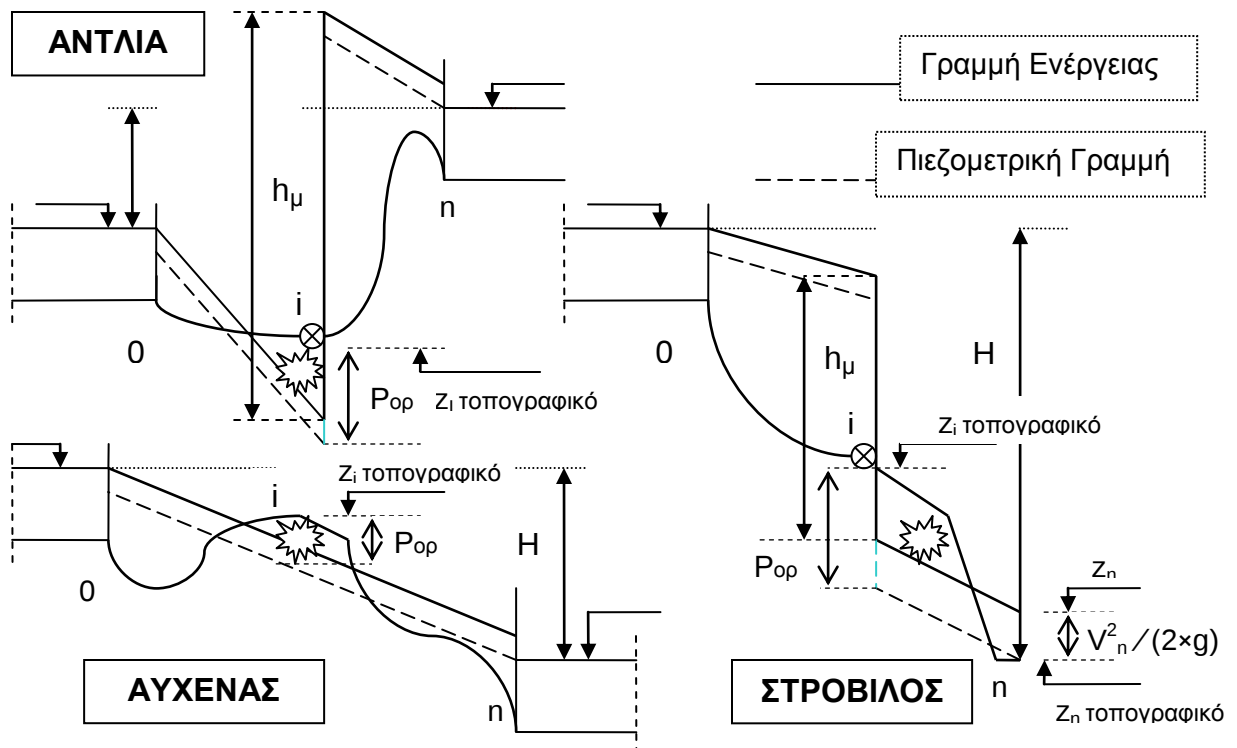
Αντίστροφο πρόβλημα αποτελεί ο έλεγχος αντοχής (σε υπερ πίεση) των τοποθετούμενων αγωγών, αναλόγως με το υλικό κατασκευής και τη συγκεκριμένη κλάση αντοχής του.

Και στις δύο κατηγορίες προβλημάτων αποκτά σημασία το τοπογραφικό υψόμετρο του (άξονα) του αγωγού, διότι επηρεάζεται εις τον υπολογισμό της πίεσης !

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται εις τον ακριβή ορισμό του ενεργειακού υψομέτρου (σημείο της Γραμμής Ενέργειας), διότι ο περιορισμός ανεκτής υποπίεσης αφορά εις το αντίστοιχο σημείο της Πιεζομετρικής Γραμμής !

Ο διαχωρισμός των δύο Γραμμών (τις οποίες γενικώς απλουστευτικά ταυτίσαμε), αποκτά σημασία τοπικά !! (βλ. § 5.6.2)

5.6.2 Τυπικές μορφές Γ.Ε σε υποπίεση



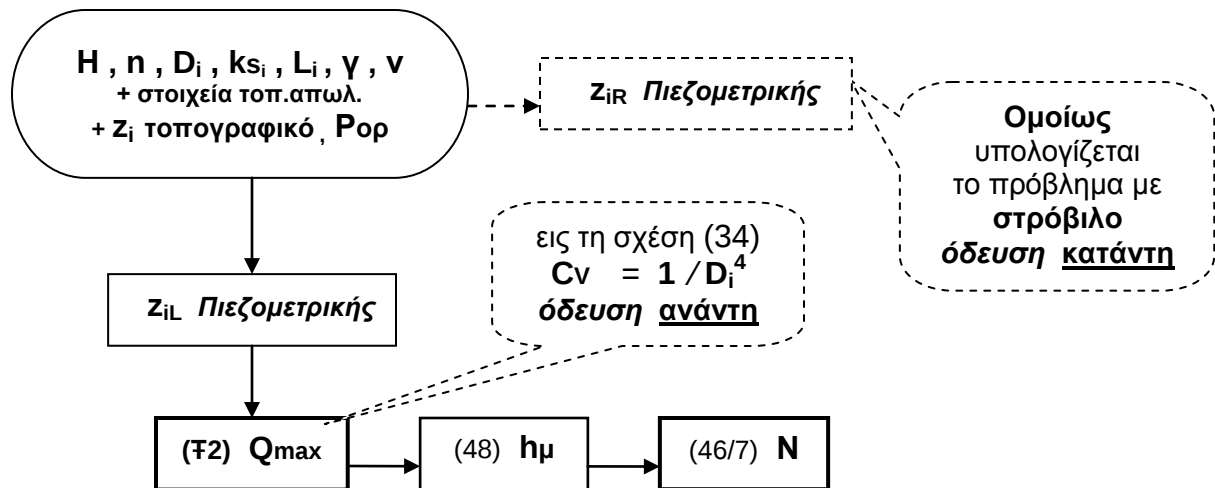
5.6.3 Χειρισμός περιπτώσεων Υποπίεσης Επιλέγεται η **ανεκτή υποπίεση**, η τιμή της οποίας είναι προφάνως χαμηλότερη ή ίση από το όριο (P_{op}) (σύνηθες ή ορισθέν).

Τούτο σημαίνει, ότι ορίζεται το ενεργειακό υψόμετρο του αντιστοίχου κόμβου.

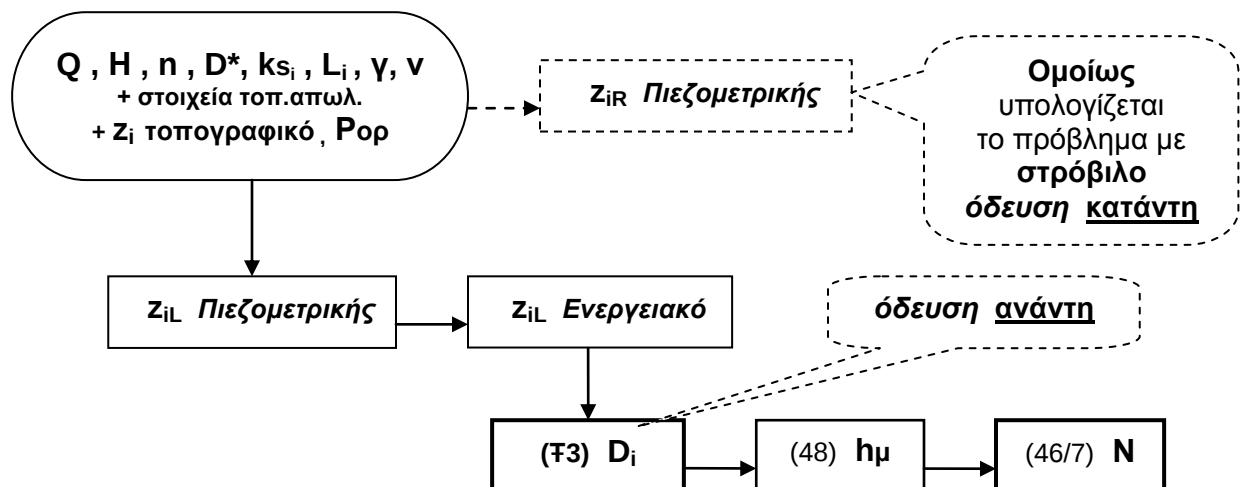
Οδεύοντας υπολογιστικά προς τα ανάντη ή τα κατόντη, είναι μάλλον ή βέβαιο, ότι ο υπολογισμός των αγνώστων μεγεθών εις τους αντίστοιχους κλάδους θα είναι ευχερής (Θεμελιώδη ή γνωστή μεθοδολογία).

Οι περιπτώσεις προβλημάτων, συνδυαζόμενων των : μορφή δικτύου, κόμβος όπου εμφανίζεται υποπίεση, μεγέθη επί των οποίων θα γίνει παρέμβαση δηλαδή επαναπροσδιορισμός, συνιστούν ένα ευάριθμο (πιθανόν και αγριεμένο) πλήθος. Επιλέξαμε και παρουσιάζουμε εις τη συνέχεια, ελάχιστες χαρακτηριστικές περιπτώσεις.

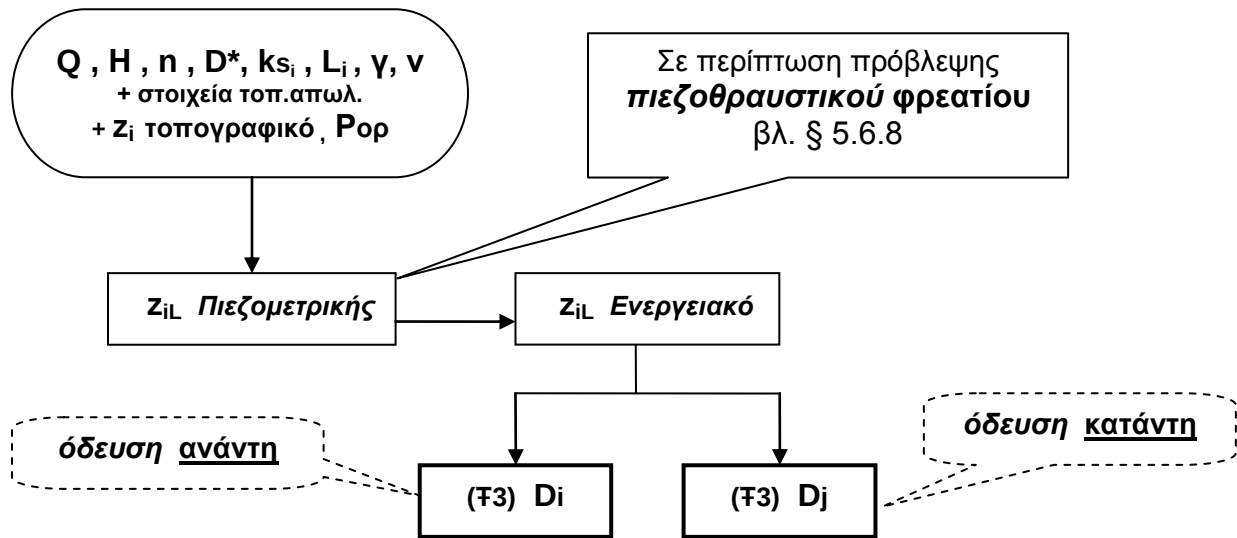
5.6.4 Μέγιστη Παροχή $Q_{max} \rightarrow (N)$, σε Απλό σύστημα με αντλία (Υ11)



5.6.5 Διάμετρος θεωρ. ενός ανάντη αγωγού $D_i \rightarrow (N)$, σε Απλό σύστημα με αντλία (Υ12)



5.6.6 Διάμετροι θεωρ. αγωγών : ενός ανάντη D_i και ενός ανάντη D_j , σε Αυχένα (Υ13)



5.6.7 Τυπικές μορφές Γ.Ε ελέγχου αντοχής σε πίεση
Ο έλεγχος επάρκειας της αντοχής των αγωγών βασίζεται :

- εις τη **στατική Γραμμή Ενέργειας (οριζόντια → μηδενική παροχή !)**, διότι όλα τα δίκτυα στη πράξη περιλαμβάνουν δικλείδες και είναι πιθανή περίπτωση η μη παρουσία ροής.
- εις την **αντοχή** του αγωγού.

Ακριβέστερα ,ο έλεγχος διενεργείται με τιμές μεγαλύτερες της στατικής Γ.Ε. κατά 20% περίπου, οι οποίες προκύπτουν από συνυπολογισμό εις την ανάλυση υπερπίεσεων – « υδραυλικού πλήγματος », φαινόμενο εμφανιζόμενο σε συνθήκες Μη Μόνιμης Ροής (πχ. λόγω ταχείας μεταβολής του σχετικού ανοίγματος των δικλείδων . Τούτο όμως δεν αποτελεί αντικείμενο του παρόντος Τεύχους και Μαθήματος.

