4.2 Υδροστατική πίεση

**Υδροστατική πίεση ονομάζεται η πίεση που ασκεί ένα υγρό το οποίο βρίσκεται σε ισορροπία, σε κάθε επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή.** Είναι η πίεση που προκαλεί πόνο στα τύμπανα των αυτιών μας, όταν βουτάμε βαθιά στη θάλασσα.

**Πού οφείλεται όμως αυτή η πίεση που προκαλούν τα υγρά;**

Η Υδροστατική πίεση είναι μια **ιδιότητα των υγρών** που **οφείλεται στην δύναμη της βαρύτητας!**

Ένα κουτί που ηρεμεί πάνω σε ένα τραπέζι, ασκεί πίεση πάνω στην επιφάνεια του τραπεζιού λόγω του βάρους του. Αντίστοιχα όταν βρισκόμαστε μέσα στην θάλασσα σε κάποιο βάθος, το νερό μας ασκεί δύναμη και κατ' επέκταση πίεση γιατί από πάνω μας βρίσκεται όλη η μάζα του. Είναι σαν να μας καταπλακώνει λόγω του βάρους του!

Φυσικά, όταν βρισκόμαστε μέσα στη θάλασσα μόνο μέχρι τους ώμους μας, το νερό ασκεί και πάλι μία δύναμη στο σώμα μας, η οποία όμως δεν είναι αρκετά μεγάλη ώστε να νιώσουμε ενόχληση.

**Πώς μετράμε την υδροστατική πίεση;**

Σε πειράματα αλλά και στην καθημερινότητα, χρησιμοποιούμε **ειδικά όργανα** για να παίρνουμε μετρήσεις της υδροστατικής πίεσης: **τα μανόμετρα**.
 Ένας χαρακτηριστικός τύπος μανόμετρου είναι **ο σωλήνας τύπου U, που περιέχει υδράργυρο ή κάποιο άλλο υγρό**.

Για να πάρουμε μετρήσεις, τοποθετούμε τον σωλήνα του μανομέτρου μέσα στο υγρό, στο ύψος όπου θέλουμε να βρούμε την υδροστατική πίεση. Όταν στη μεμβράνη που βρίσκεται μέσα στο σωλήνα ασκείται πίεση, τότε οι δύο στάθμες του υγρού έχουν διαφορετικό ύψος. Αυτή ακριβώς η διαφορά ύψους, είναι ανάλογη της υδροστατικής πίεσης σε εκείνο το σημείο του υγρού.

**Από ποιους άλλους παράγοντες εξαρτάται η υδροστατική πίεση;**

Εκτελώντας πειράματα με μανόμετρα και χρησιμοποιώντας παρατηρήσεις από την καθημερινή μας ζωή, μπορούμε να βρούμε μερικούς ακόμα παράγοντες που επηρεάζουν την υδροστατική πίεση που ασκεί ένα υγρό σε ισορροπία:

* **Είναι ίδια προς κάθε κατεύθυνση.**
Δεν έχει σημασία ο προσανατολισμός της επιφάνειας στην οποία ασκείται υδροστατική πίεση, καθώς τα υγρά “σπρώχνουν” προς κάθε επιφάνεια με την οποία έρχονται σε επαφή.
Δεν είναι τυχαίο άλλωστε, που τα πλοία κατασκευάζονται έτσι ώστε να αντέχουν την πίεση που δέχονται σε όλες τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το νερό.
* **Αυξάνεται ανάλογα με το βάθος.**Καθώς κατεβαίνουμε προς όλο και μεγαλύτερο βάθος, καθώς δηλαδή προχωρούμε από την επιφάνεια προς τα κάτω, αυξάνεται και το βάρος του υγρού που βρίσκεται από πάνω μας, οπότε και η υδροστατική πίεση που δεχόμαστε.
Γι’ αυτό άλλωστε τα φράγματα κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι πιο παχιά στον πάτο τους, καθώς εκείνα τα σημεία τους πρέπει να μπορούν να αντισταθούν σε πολύ μεγαλύτερες πιέσεις.
* **Είναι ανάλογη με την πυκνότητα του υγρού**.
Αφού ισχύει ότι , αυτό σημαίνει ότι ένα υγρό με μεγαλύτερη πυκνότητα θα περιέχει περισσότερη μάζα στον ίδιο όγκο. Έτσι, **το βάρος του υγρού που βρίσκεται από πάνω μας θα είναι μεγαλύτερο,** οπότε θα **δεχόμαστε μεγαλύτερη υδροστατική πίεση.**

Μπορούμε να συνοψίσουμε όλα τα παραπάνω με τον νόμο της υδροστατικής πίεσης:

**Σε βάθος h μέσα σε ένα υγρό πυκνότητας ρ, η υδροστατική πίεση θα είναι: p = ρ ∙ g ∙ h**

Αν θέλουμε να μελετήσουμε τις **μονάδες μέτρησης της υδροστατικής πίεσης**, τότε:

* **Η πυκνότητα**  (Μετριέται σε χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο)
* **Tο g** είναι η **επιτάχυνση της βαρύτητας** (Μετριέται σε μέτρα ανά σεκόντ στο τετράγωνο) και έχει σταθερή τιμή 
* **Tο h**, δηλαδή το **βάθος**: **h→m**(Μετριέται σε μέτρα)
* Άρα, **συνολικά**: 

**Πώς λειτουργούν τα συγκοινωνούντα δοχεία;**

Από το νόμο της υδροστατικής πίεσης, **το σχήμα του δοχείου μέσα στο οποίο βρίσκεται το υγρό δεν έχει σημασία αφού δεν εμφανίζεται πουθενά στην εξίσωση ο όγκος ή το εμβαδόν του δοχείου**. **Μόνο το βάθος, η πυκνότητα και η επιτάχυνση της βαρύτητας.**

Στα δοχεία που βλέπεις στο βίντεο, η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Πώς λοιπόν μπορούμε να το ερμηνεύσουμε αυτό, σύμφωνα με το νόμο της υδροστατικής πίεσης;

**Τα δοχεία** που βλέπουμε **συγκοινωνούν μέσω του σωλήνα που βρίσκεται στη βάση τους**. Αφού το υγρό που βρίσκεται στον σωλήνα ισορροπεί, **πρέπει στα σημεία Α, Β και Γ η υδροστατική πίεση να είναι ίδια.**

Έτσι μπορούμε να γράψουμε ότι **pA= pB= pΓ**

Επομένως, εφαρμόζοντας τον νόμο της υδροστατικής πίεσης, έχουμε ότι:

**pA= ρ∙g∙hA, pB= ρ∙g∙hB, pΓ= ρ∙g∙hΓ**

Δηλαδή, **ρ∙g∙hA= ρ∙g∙hB= ρ∙g∙hΓ**

Οπότε, **hA= hB= hΓ**

Με άλλα λόγια, και τα τρία σημεία βρίσκονται σε ίδιο βάθος, δηλαδή η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού στα τρία δοχεία βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

Αυτός είναι και ο λόγος που οι δεξαμενές νερού κατασκευάζονται σε μεγάλο ύψος. Με αυτό τον τρόπο, το νερό φτάνει ακόμα και στους πιο ψηλούς ορόφους των διαφόρων κτιρίων που τροφοδοτεί το δίκτυο ύδρευσης.

**Παραδείγματα ασκήσεων**

**1. Με βάση το παρακάτω σχήμα:**



**α. Η υδροστατική πίεση είναι μεγαλύτερη στο σημείο Α ή στο σημείο Β;**

**β. Η υδροστατική πίεση είναι μεγαλύτερη στο σημείο Β ή στο σημείο Δ;**

**γ. Υπολογίστε την υδροστατική πίεση στο σημείο Β αν****και ρνερού= 1000**.

**δ. Αν αντί για νερό γεμίσουμε παρόμοια το δοχείο με ένα υγρό πυκνότητας ρ=800kg/m3, πόση είναι τώρα η υδροστατική πίεση στο σημείο Β;**

**α.** Αφού ισχύει ότι p = ρ∙g∙h, στο σημείο Β η υδροστατική πίεση είναι μεγαλύτερη απ’ ότι στο Α, αφού βρίσκεται σε μεγαλύτερο βάθος.

**β.** Η υδροστατική πίεση στα σημεία Β και Δ είναι ακριβώς ίση, αφού βρίσκονται στο ίδιο βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Το σχήμα του δοχείου δεν έχει σημασία.

**γ.** Εφαρμόζουμε το νόμο της υδροστατικής πίεσης: pB=ρνερού∙g∙hΒ, όπου hB= 1m+1m = 2m.

 Έτσι pB= 1000∙10∙2 = 20000Pa = 20∙103Pa = 20kPa.

**δ.** Αντίστοιχα, εφαρμόζουμε και πάλι το νόμο της υδροστατικής πίεσης, μόνο που τώρα έχουμε διαφορετική πυκνότητα:

pB’ = ρ’∙g∙hB= 800∙10∙2 = 16000Pa = 16∙103Pa = 16kPa

**2. Η πυκνότητα του νερού είναι ρνερού=1000kg/m3, το ύψος της ελεύθερης στάθμης του σε κάθε ένα από τα δοχεία που φαίνονται είναι h=0,4m, και τα εμβαδά των πυθμένων των δοχείων είναι ΑΑ=40cm2, ΑB=80cm2 και ΑΓ=120cm2. Να βρείτε τη δύναμη που ασκείται στον πυθμένα κάθε δοχείου λόγω της υδροστατικής πίεσης.**

Για την πίεση ισχύει γενικότερα ότι  . Έτσι, F = p∙A, δηλαδή για να υπολογίσουμε την δύναμη που ασκείται στον κάθε πυθμένα, χρειαζόμαστε το εμβαδόν του Α και την υδροστατική πίεση που του ασκείται, p.

Ενώ λοιπόν γνωρίζουμε από την εκφώνηση τα εμβαδά των πυθμένων, μπορούμε να βρούμε την υδροστατική πίεση μέσω του αντίστοιχου νόμου:

p = ρ∙g∙h

 Όπου αφού το h είναι ίδιο και για τα τρία δοχεία, τότε αντίστοιχα και η υδροστατική πίεση στους πυθμένες τους θα είναι ίση. Έτσι:

pA= pB = pΓ= ρ∙g∙h = 1000∙10∙0,4 = 4000Pa = 4∙103Pa = 4kPa

Προτού χρησιμοποιήσουμε τη σχέση F = p∙A, πρέπει πρώτα να μετατρέψουμε τα εμβαδά από cm2 σε m2.
Αφού 1cm = 10-2m και 1cm2= 10-4m2 , έχουμε ότι:

ΑΑ= 40cm2= 40∙10-4m2= 4∙10-3m2,

ΑB= 80cm2= 80∙10-4m2= 8∙10-3m2,

ΑΓ= 120cm2= 120∙10-4m2= 12∙10-3m2

Οπότε αντίστοιχα:

FA= pA∙AA= 4∙103∙4∙10-3= 16∙100N = 16N

FΒ= pΒ∙AΒ= 4∙103∙8∙10-3= 32N

FΓ= pΓ∙AΓ = 4∙103∙12∙10-3= 48N

**Σύνοψη:**

* **Υδροστατική πίεση ονομάζεται η πίεση που ασκεί ένα υγρό το οποίο βρίσκεται σε ισορροπία, σε κάθε επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή.**Είναι μια**ιδιότητα των υγρών που οφείλεται στην δύναμη της βαρύτητας**.
* Για να παίρνουμε μετρήσεις της υδροστατικής πίεσης, χρησιμοποιούμε **μανόμετρα**. Ένας χαρακτηριστικός τύπος μανόμετρου είναι ο σωλήνας τύπου U, που περιέχει υδράργυρο ή κάποιο άλλο υγρό.
* **Η υδροστατική πίεση που ασκεί ένα υγρό σε ισορροπία είναι ίδια προς κάθε κατεύθυνση, αυξάνεται ανάλογα με το βάθος και είναι ανάλογη με την πυκνότητα του υγρού.**
* **Σύμφωνα με το νόμο της υδροστατικής πίεσης, σε βάθος h μέσα σε ένα υγρό πυκνότητας ρ, η υδροστατική πίεση θα είναι p = ρ∙g∙h**.
* Το **σχήμα του δοχείου**μέσα στο οποίο βρίσκεται το υγρό **δεν έχει σημασία**, **μόνο**το **βάθος**, η **πυκνότητα**και η **επιτάχυνση της βαρύτητας**.
* Σε **δοχεία που συγκοινωνούν**, **η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο**.