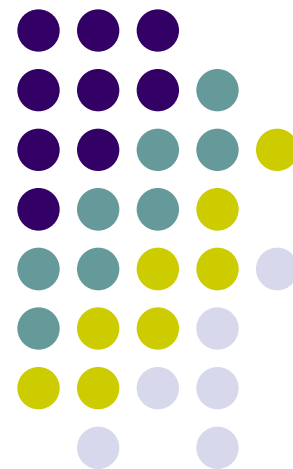


ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ

Εισαγωγή



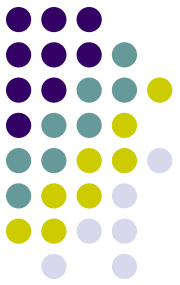
Χρίστος Α. Καραβίτης
Επικ. Καθηγητής,
Διαχείριση Υδατικών Πόρων,
Τμήμα ΑΦΠ &
Γεωργικής Μηχανικής
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



Πρόγραμμα Άνοιξη 2014



ΗΜ/ΝΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΜΕΛΕΤΗ	ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΘΕ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
Part I: ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ-ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ-ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ					
28/2			Υδραυλική Γενικές αρχές- Υδροστατική πίεση		Άσκηση 1
07/3			Υδροστατικές Δυνάμεις Εξίσωση Συνέχειας		Άσκηση 2
14/3			Συνέχεια – Bernoulli		Άσκηση 3
21/3			Ανοικτοί Αγωγοί		Άσκηση 4



- <http://wrm.aua.gr/>
- <http://www.aua.gr/wrm/>



Χρίστος Α. Καραβίτης, M.Sc., Ph.D. Σχεδιασμός και Διαχείριση Υδατικών Πόρων,
Επικ. Καθηγητής, Τομέας Διαχείρισης Υδατικών Πόρων,
Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής,
[ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ](http://www.ntua.gr)

Καλώς ήλθατε

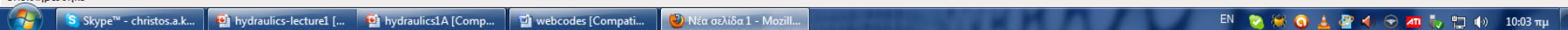
Καλώς ήλθατε στην Ιστοσελίδα υποστήριξης των μαθημάτων:

Προπτυχιακά Μαθήματα

Μεταπτυχιακά Μαθήματα

Προκειμένου οι σπουδαστές του Γ.Π.Α. να έχουν πρόσβαση στις σελίδες των σημειώσεων, πρέπει να έχουν αποκτήσει σχετικό Λογαριασμό Χρήστη (Όνομα Χρήστη, Κωδικός Πρόσβασης)

Ολοκληρώθηκε





Χρίστος Α. Καραβίτης, M.Sc., Ph.D. Σχεδιασμός και Διαχείριση Υδατικών Πόρων,
Επικ. Καθηγητής, Τομέας Διαχείρισης Υδατικών Πόρων,
Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής,
[ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ](http://www.aua.gr)

Προπτυχιακά Μαθήματα

Καλώς ήλθατε στην Ιστοσελίδα υποστήριξης των Προπτυχιακών Μαθημάτων:

[Διαχείριση Υδατικών Πόρων ΑΦΠ&ΓΜ 9^ο Εξάμηνο](#)

[Γεωργοοικονομικές Γεωργοτεχνικές Μελέτες ΑΦΠ&ΓΜ 9^ο Εξάμηνο](#)

[Σχεδιασμός και Διαχείριση Φυσικών Πόρων ΑΦΠ&ΓΜ 8^ο Εξάμηνο](#)

[Αντιπλημμυρικά Έργα ΑΦΠ&ΓΜ \(ΔΥΠ+ΕΔΑΦ\) 8^ο Εξάμηνο](#)

[Σχέδιο Auto-cad ΑΦΠ&ΓΜ 7^ο Εξάμηνο](#)

[Γεωργική Υδραυλική ΦΠ 4^ο Εξάμηνο](#)

[Γ. Υδραυλική - Αρδεύσεις Αγρ. Οικονομία & Ανάπτυξη 4^ο Εξάμηνο](#)

[Γ. Υδραυλική - Αρδεύσεις Ζωική Παραγωγή 4^ο Εξάμηνο](#)

[Διαχείριση Περιβάλλοντος ΑΦΠ&ΓΜ 3^ο Εξάμηνο](#)

[Επιστροφή στην Αρχική Σελίδα](#)

Προκειμένου οι σπουδαστές του Γ.Π.Α. να έχουν πρόσβαση στις σελίδες των σημειώσεων, πρέπει να έχουν αποκτήσει σχετικό Λογαριασμό Χρήστη (Όνομα Χρήστη, Κωδικός Πρόσβασης)

Γ. Υδραυλική – Αρδεύσεις 4^ο Εξάμηνο undgrad7 AE246



Χρίστος Α. Καραβίτης, M.Sc., Ph.D. Σχεδιασμός και Διαχείριση Υδατικών Πόρων,
Επικ. Καθηγητής, Τομέας Διαχείρισης Υδατικών Πόρων,
Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής,
[ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ](http://www.ntua.gr)

Προπτυχιακά Μαθήματα

Καλώς ήλθατε στην Ιστοσελίδα υποστήριξης των Π

[Διαχείριση Υδατικών Πόρων ΑΦΠ&ΓΜ 9^ο Εξάμ](#)

[Γεωργοοικονομικές Γεωργοτεχνικές Μελέτες Α](#)

[Σχεδιασμός και Διαχείριση Φυσικών Πόρων Α](#)

[Αντιπλημμυρικά Έργα ΑΦΠ&ΓΜ \(ΔΥΠ+ΕΛΑΦ\) 8^ο Εξάμηνο](#)

[Σχέδιο Auto-cad ΑΦΠ&ΓΜ 7^ο Εξάμηνο](#)

[Γεωργική Υδραυλική ΦΠ 4^ο Εξάμηνο](#)

[Γ. Υδραυλική - Αρδεύσεις Αγρ. Οικονομία & Ανάπτυξη 4^ο Εξάμηνο](#)

[Γ. Υδραυλική - Αρδεύσεις Ζωική Παραγωγή 4^ο Εξάμηνο](#)

[Διαχείριση Περιβάλλοντος ΑΦΠ&ΓΜ 3^ο Εξάμηνο](#)

Απαιτείται πιστοποίηση

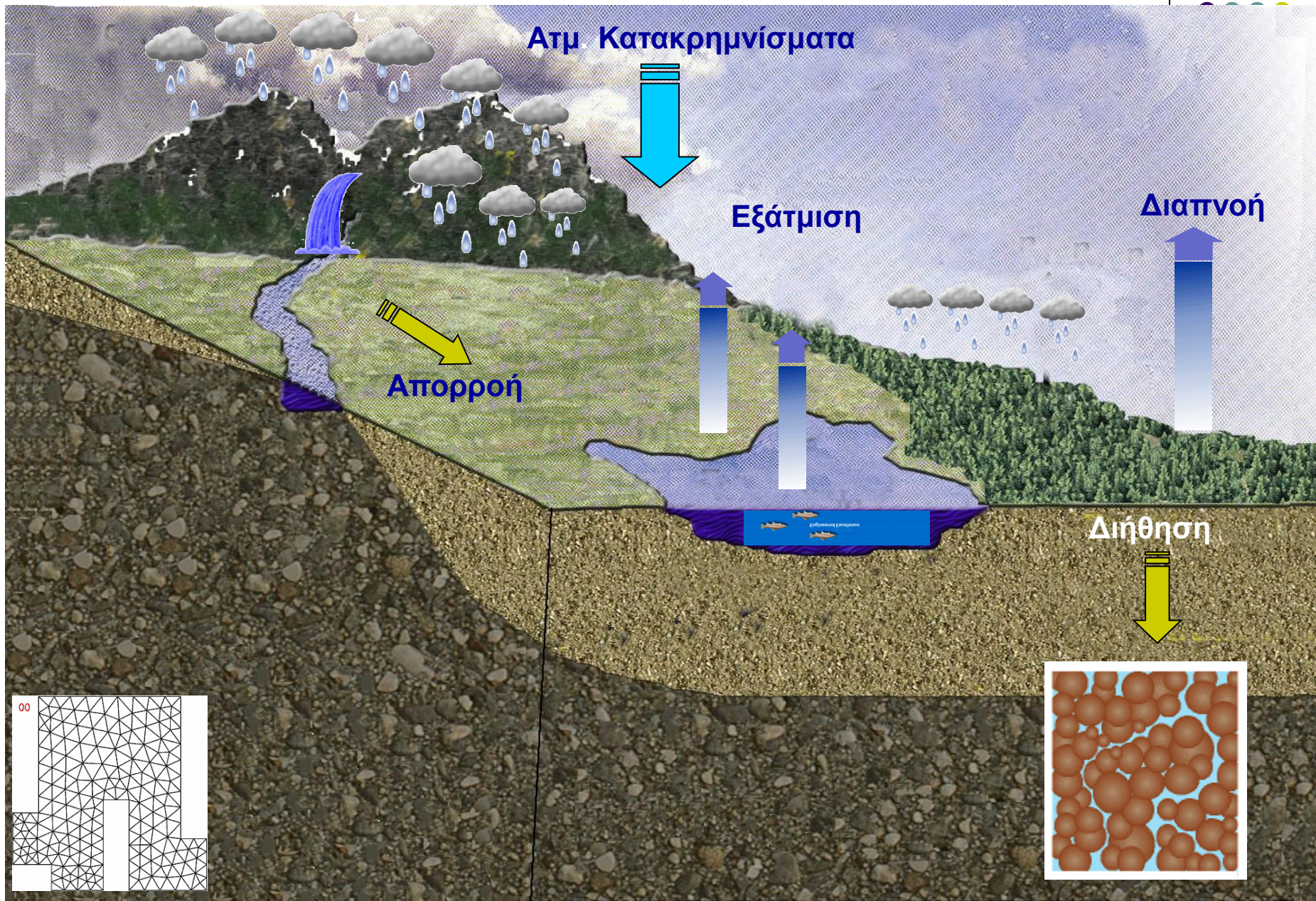
Απαιτείται όνομα χρήστη και κωδικός από το <http://www.aua.gr>. Η σελίδα δηλώνει: "FastTrack Server"

Όνομα χρήστη:

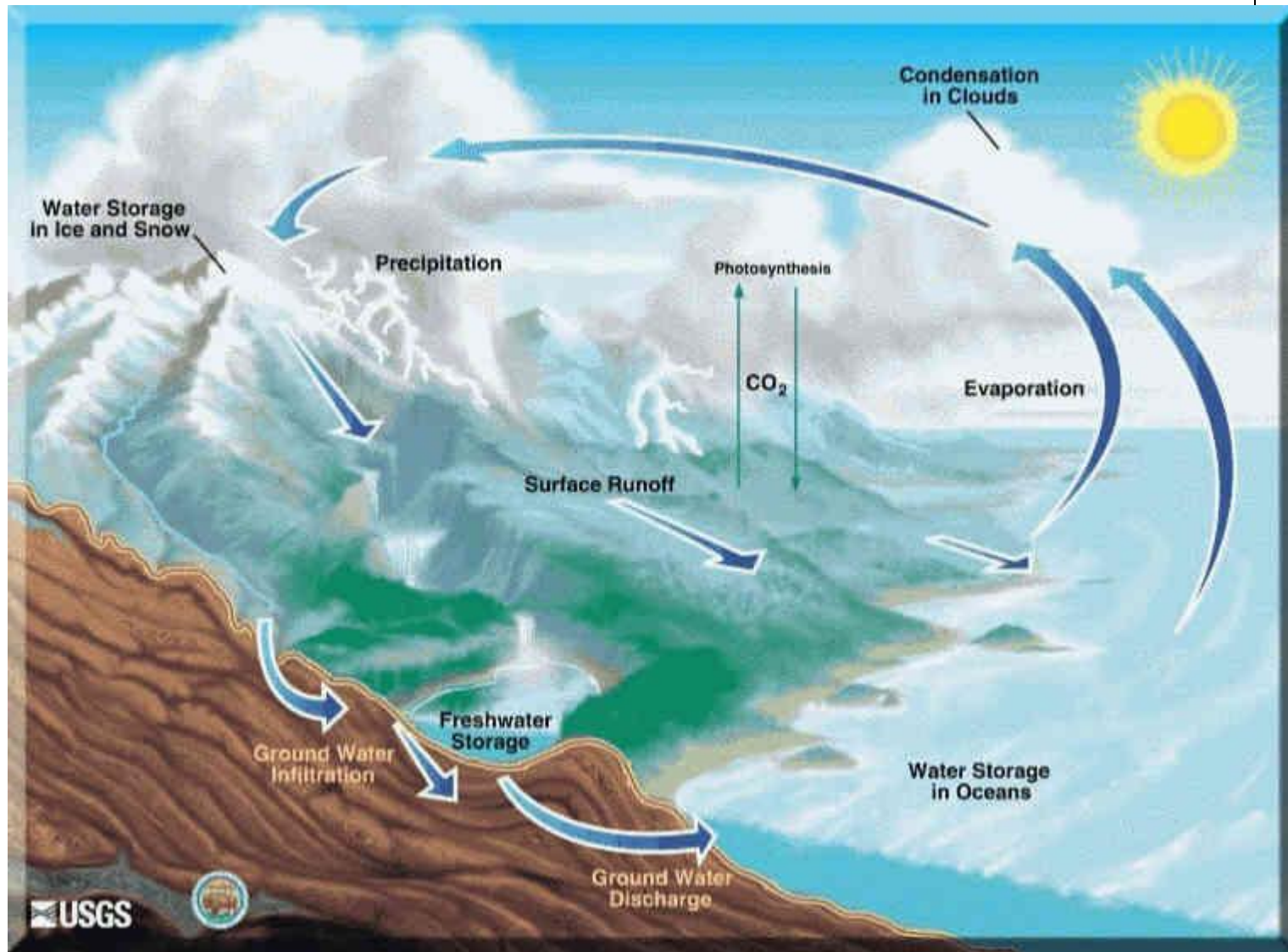
Κωδικός πρόσβασης:

OK Ακύρωση

Υδρολογικός Κύκλος

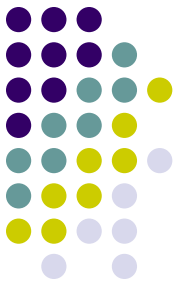


The Amount of Water on the Earth is Constant



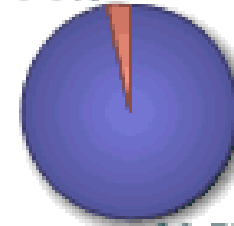
Υδρολογικός Κύκλος

ΤΟ ΝΕΡΟ ΣΤΗ ΓΗ



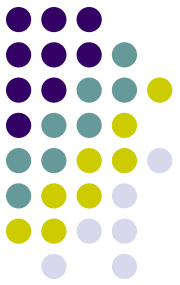
Νερό στη Γη

3.5%



96.5%

■ Ωκεανοί ■ Υπόλοιπο

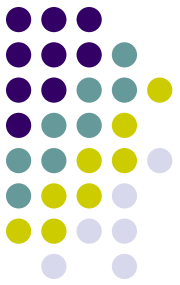


Κοινωνία και νερό

- Ο άνθρωπος απαιτεί πόσιμο γλυκό νερό για να επιβιώσει, γι' αυτό και σε όλη την περίοδο της εξέλιξης του ζούσε κοντά σε ποταμούς και λίμνες.

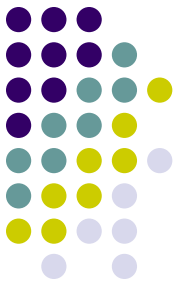


ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ



- Επιφανειακά ύδατα
- Υπόγεια ύδατα

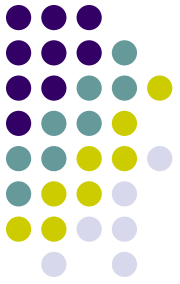
Επιφανειακά Υδατα



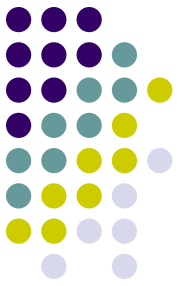
- Απορροή
- Ποταμοί
- Λίμνες



'98 5 22



ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΛΙΜΝΩΝ



- ΦΥΣΙΚΕΣ (ΛΙΜΝΕΣ, ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ)
- ΤΕΧΝΗΤΕΣ (ΦΡΑΓΜΑΤΑ-ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ, ΛΙΜΝΟΔΕΞΑΜΕΝΕΣ)





ΛΙΜΝΕΣ ΠΡΕΣΠΕΣ

This is a map of Greece and its surrounding regions, including parts of Turkey, Albania, and North Macedonia. The map shows the coastline, major islands, and inland areas. Eight specific lakes are highlighted with blue trapezoidal markers and labeled in white Greek text. The lakes are arranged from north to south, following a general diagonal path from the northwest to the southeast. The labels are: ΛΙΜΝΕΣ ΠΡΕΣΠΕΣ (Prespa Lakes), ΛΙΜΝΗ ΔΟΙΡΑΝΗ (Doiran Lake), ΛΙΜΝΗ ΒΙΣΤΩΝΙΔΑ (Vistonida Lake), ΛΙΜΝΗ ΚΕΡΚΙΝΗ (Kerkira Lake), ΛΙΜΝΗ ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑ (Vegoritida Lake), ΛΙΜΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ (Kastoria Lake), ΛΙΜΝΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (Ioannina Lake), ΛΙΜΝΗ ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ (Trichonida Lake), and ΛΙΜΝΗ ΥΛΙΚΗ (Ylikhi Lake).

ΛΙΜΝΗ ΔΟΙΡΑΝΗ

ΛΙΜΝΗ ΒΙΣΤΩΝΙΔΑ

ΛΙΜΝΗ ΚΕΡΚΙΝΗ

ΛΙΜΝΗ ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑ

ΛΙΜΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

ΛΙΜΝΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΙΜΝΗ ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ

ΛΙΜΝΗ ΥΛΙΚΗ

Λίμνη Ιωαννίνων



Λίμνη Καστοριάς



Λίμνη Κερκίνη



Λίμνη Πλαστήρα



Λίμνη Τριχωνίδα





Μικρή Πρέσπα

Μεγάλη Πρέσπα



Λίμνη- Λιμνοθάλασσα Βιστωνίδα



Λίμνη Βεγορίτιδα

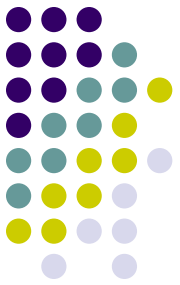


Λίμνη Δοϊράνης



Λίμνη Υλίκη

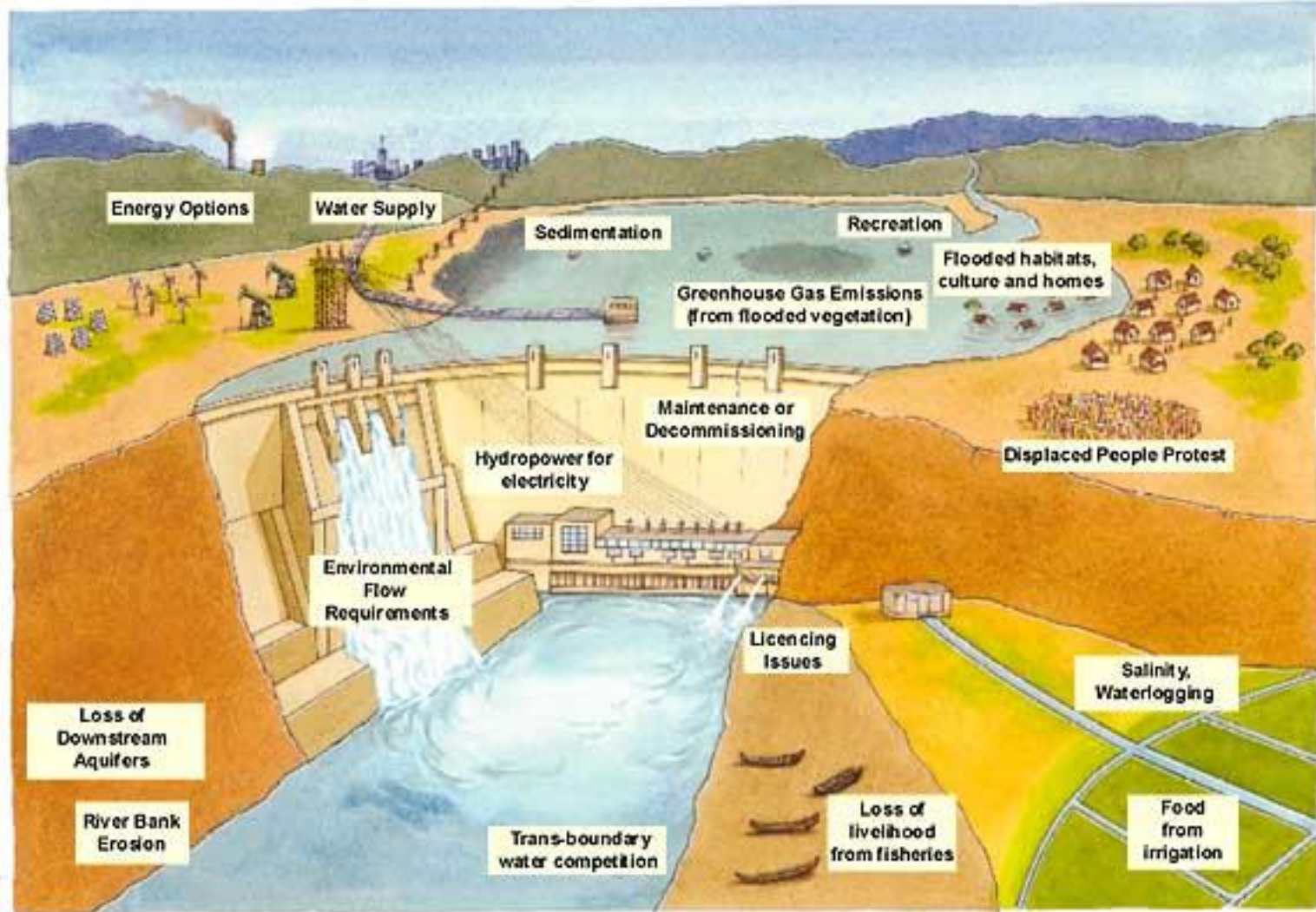




ΦΡΑΓΜΑΤΑ - ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ

- Έλεγχος Πλημμυρών
- Υδροηλεκτρική Ενέργεια
- Αρδευση
- Αστικός και Βιομηχανικός Εφοδιασμός σε νερό
- Ποιότητα νερού
- Ψυχαγωγία



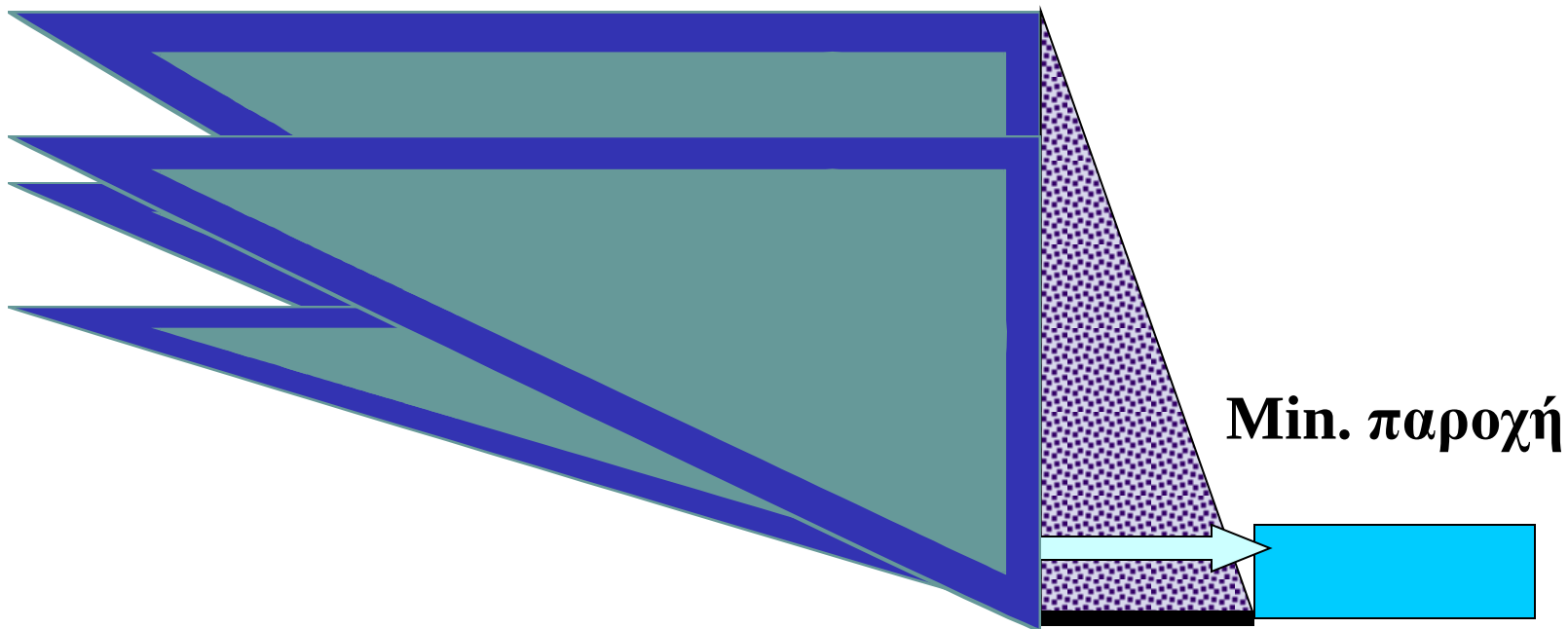


From <http://www.dams.org>

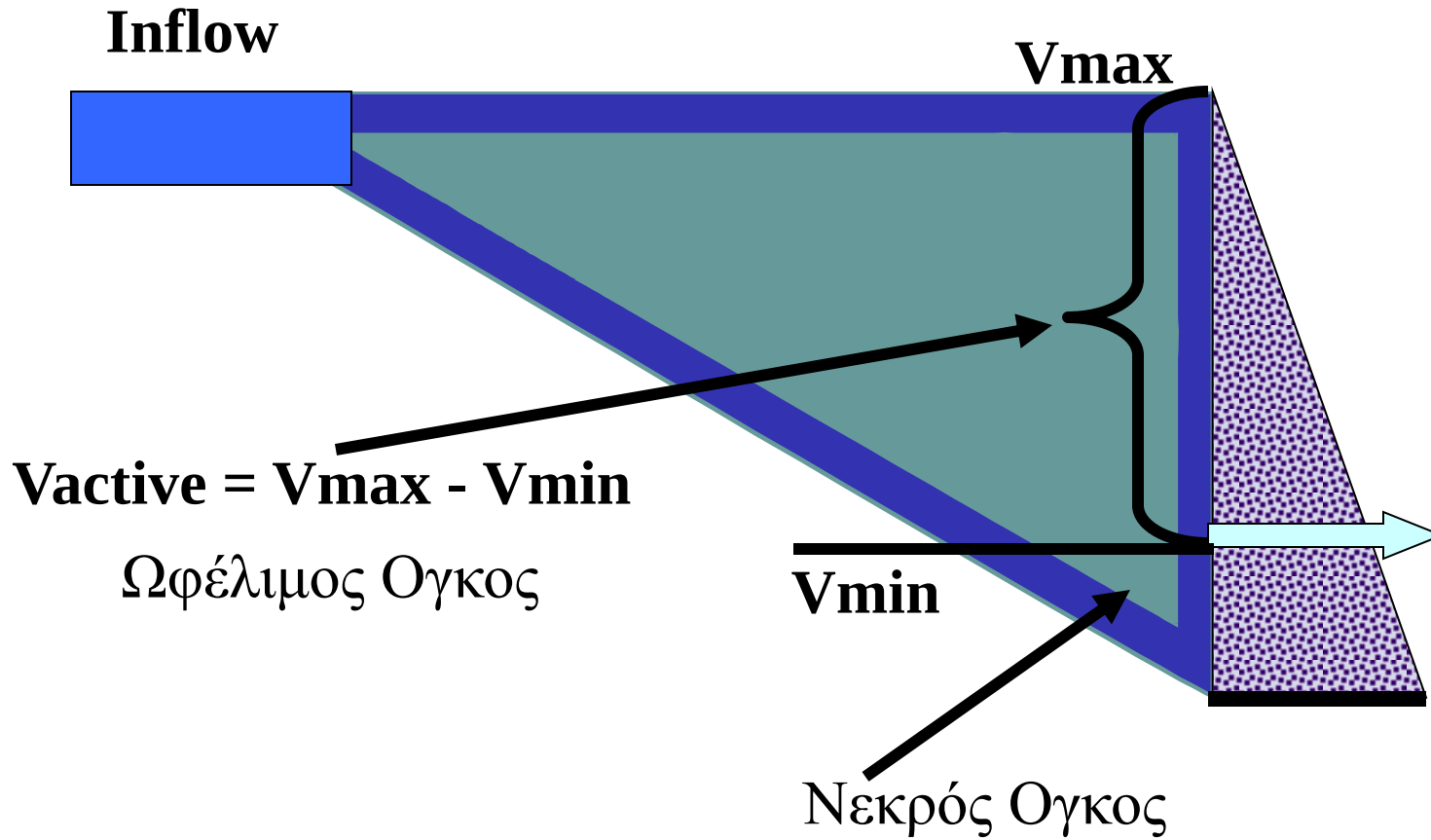
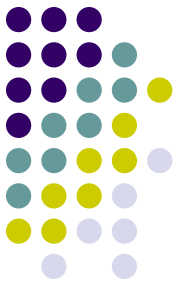
Λειτουργία Ταμιευτήρα



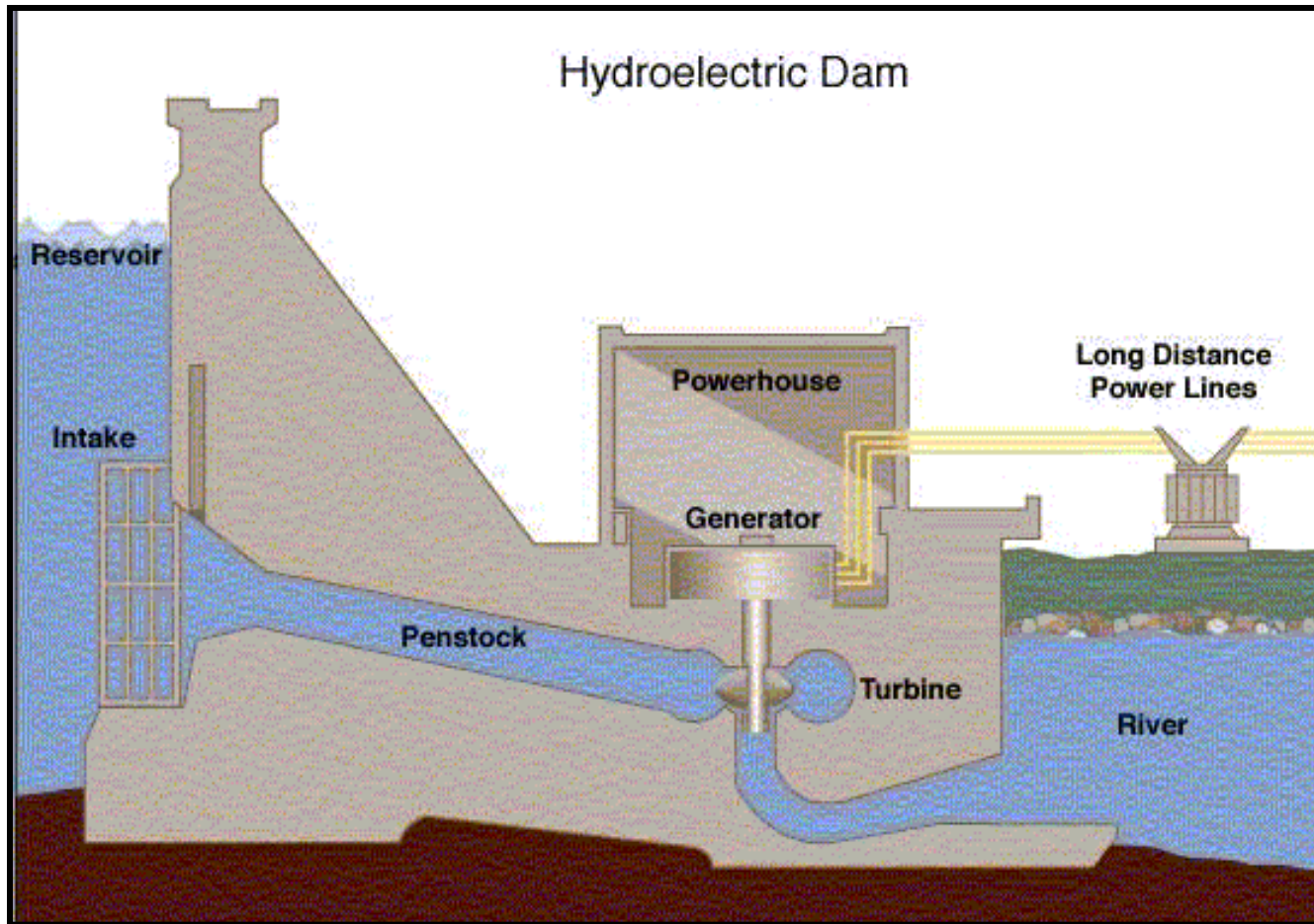
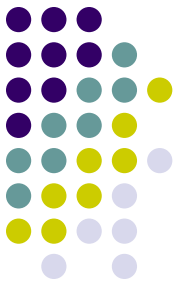
Εισροή



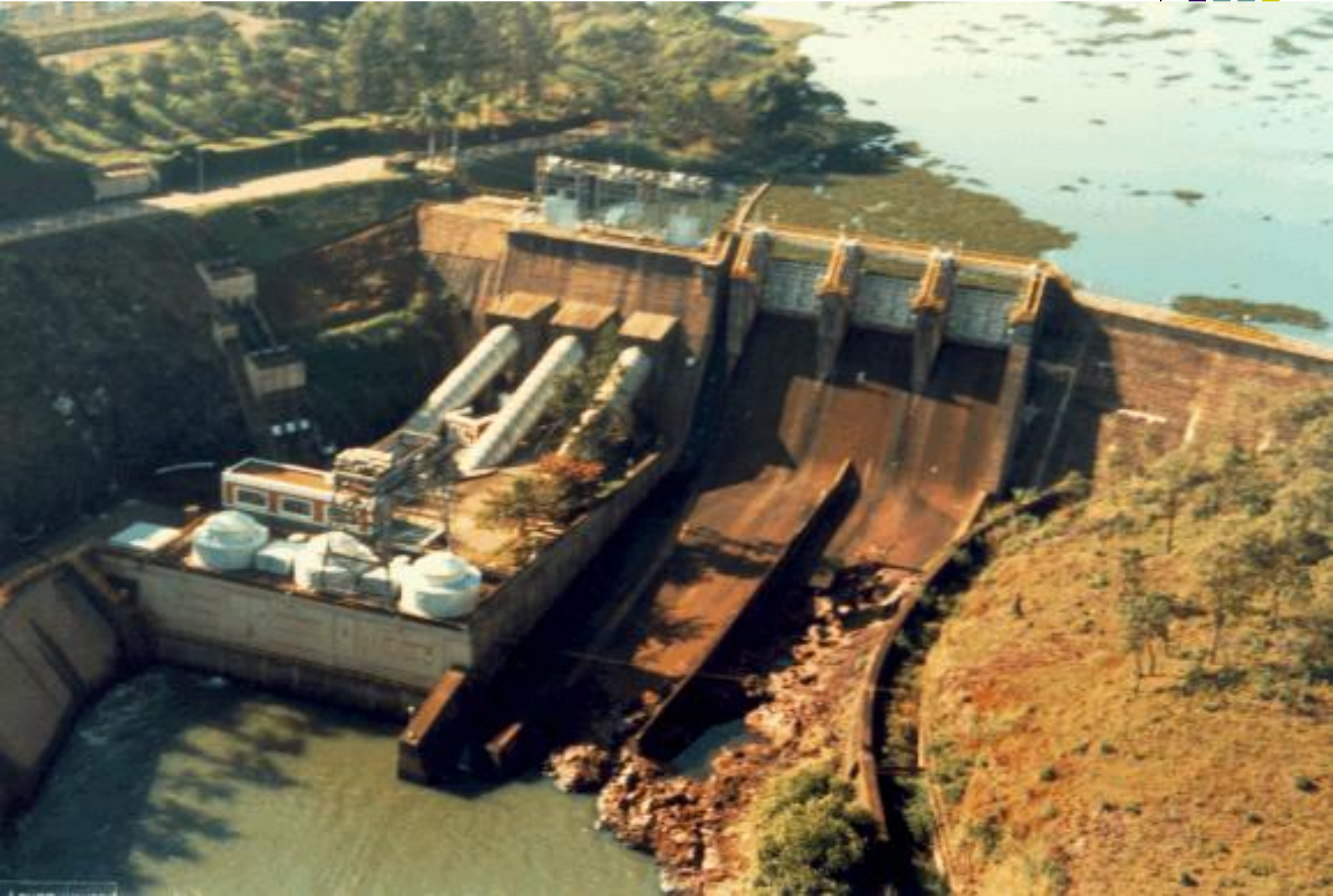
Λειτουργικές Ζώνες



ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ TVA



Reservoir, Brazil



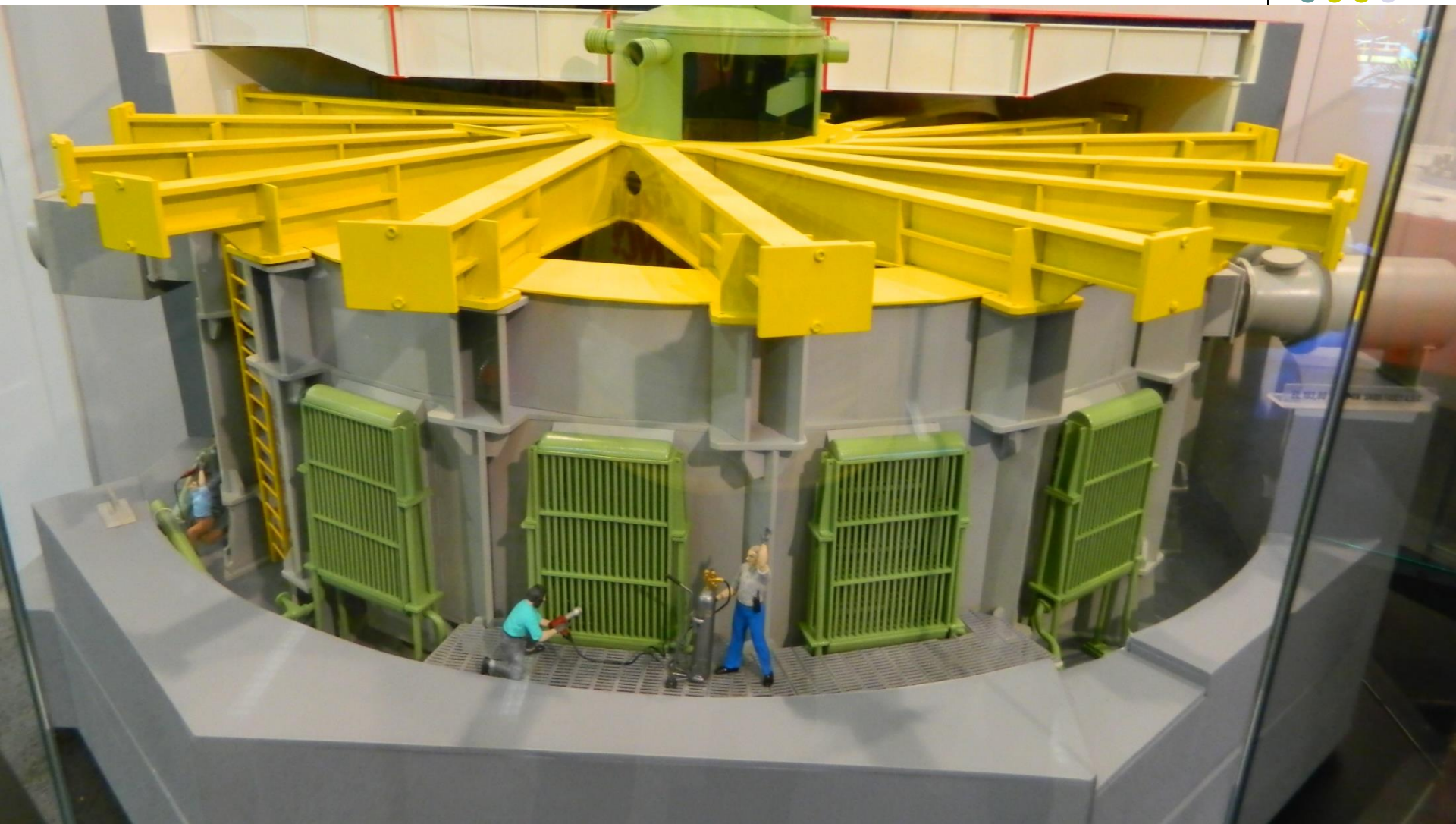














ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ

Επιφάνεια σε υψόμετρο 150m: **28 km²**

Ολική χωρητικότητα

σε υψόμετρο 144,2 m: **785 εκατομμύρια m³**

Ολική χωρητικότητα

σε υψόμετρο 149 m: **1000 εκατομμύρια m³**

Μέγιστη στάθμη λειτουργίας: **144,20 m**

Ελάχιστη στάθμη λειτουργίας: **142 m**

ΦΡΑΓΜΑ

Κατασκευαστής: **Εταιρία ΟΔΩΝ**

& ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Τύπος: **Χωμάτινο φράγμα**

από αμμοχάλικο με αργιλικό πυρήνα.

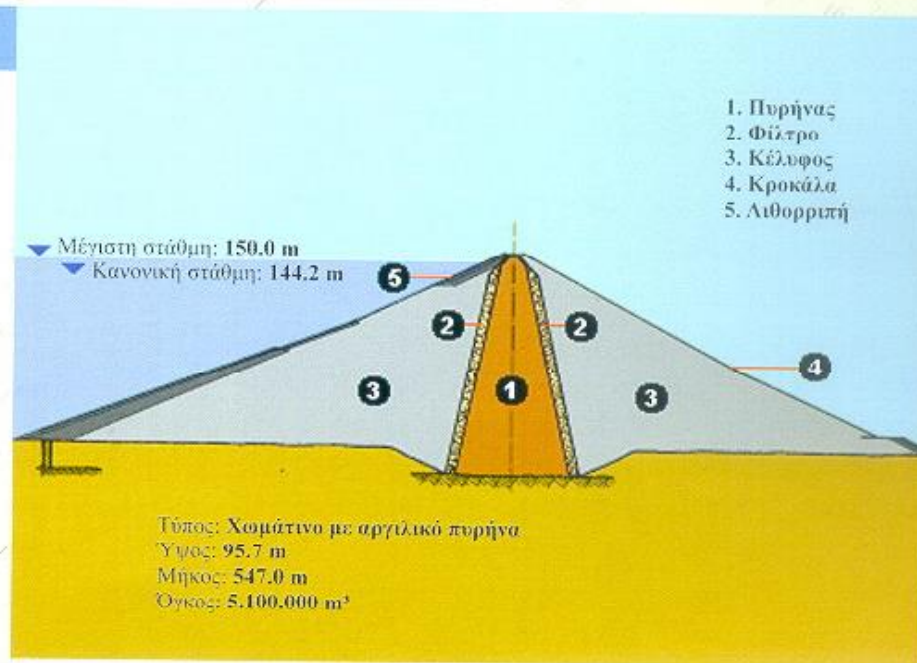
Μέγιστο ύψος: **95,7 m**

Υψόμετρο στέψης: **154 m**

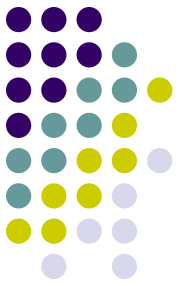
Πλάτος στέψης: **8 m**

Μήκος στέψης : **547 m**

Μέγιστο πλάτος βάσης: **375 m**



ΚΑΣΤΡΑΚΙ



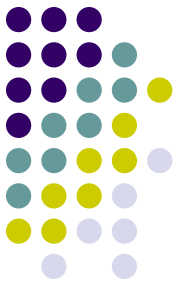
ΚΡΕΜΑΣΤΑ



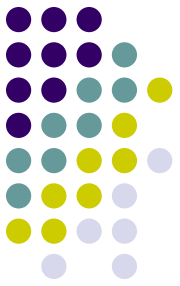


Λίμνη Κρεμαστών

ΕΥΗΝΟΣ



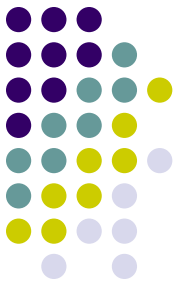
Ρύπανση-ποιότητα



Ρύπανση των υδάτων ονομάζεται οποιαδήποτε μεταβολή των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων του νερού (θαλασσών, ποταμών, λιμνών), λόγω της παρουσίας σε αυτό διαφόρων ουσιών σε ποσότητα που υπερβαίνει τα [φυσιολογικά όρια](#)



ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

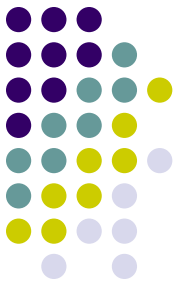


- Αγροτική ρύπανση
(λιπάσματα, παρασιτοκτόνα)
- Βιομηχανική ρύπανση
- Ρύπανση από πετρελαιοειδή
- Τοξικές χημικές ουσίες
- Οξινή βροχή





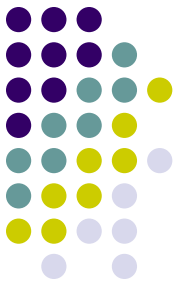
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗ



- Δραστηριότητες που ρυπαίνουν υδάτινους αποδέκτες, είναι οι απορρίψεις που αφορούν ανθρώπινες χρήσεις.
- Τα ακάθαρτα νερά χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη τους περιεκτικότητα σε οργανικά συστατικά και συνήθως αποχετεύονται σε θάλασσες, λίμνες ή ποταμούς ή και απορροφητικούς βόθρους, ρυπαίνοντας και μολύνοντας και τα υπόγεια νερά.







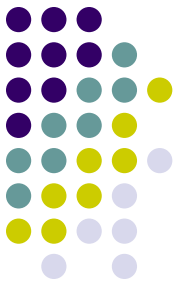
ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

- Η βιομηχανική χρήση του νερού για ψύξη καταλήγει στη θερμική ρύπανση του νερού.
- Με την απελευθέρωση στο νερό ενέργειας υπό την μορφή θερμότητας ή ραδιενέργειας δημιουργείται η θερμική ρύπανση των υδάτων η οποία προκαλεί άνοδο στην θερμοκρασία του νερού

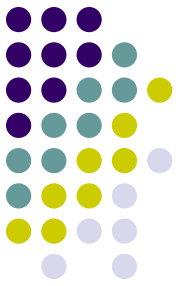




ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ



- Οι αστικές και κτηνοτροφικές απορρίψεις με το μικροβιακό τους φορτίο προξενούν διάφορες μολύνσεις. Συγκεκριμένα, ορισμένα βακτήρια προξενούν τυφοειδή πυρετό, δυσεντερία, γαστρεντερίτιδα και χολέρα. Ιοί στο νερό και ορισμένα στελέχη τους προκαλούν πολυομελίτιδα και ηπατίτιδα, ενώ αυγά και νύμφες μερικών παρασίτων (ασκαρίδα κ.ά.) βρίσκονται πολλές φορές στα ακάθαρτα νερά, προκαλώντας άλλες ασθένειες.
- Οι τύποι των παθογόνων αυτών μικροοργανισμών βρίσκονται σε αστικά και κτηνοτροφικά λύματα.

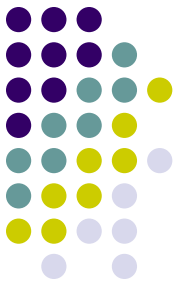


ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ



A photograph of a pond or lake heavily infested with bright green algae, likely a cyanobacteria bloom. The foreground and middle ground are covered in a thick layer of this green scum. The water in the center of the pond is dark and reflects the surrounding forest. The background is a dense line of trees with green foliage under a clear blue sky. The word "Ευτροφισμός" is overlaid in the center of the image.

Ευτροφισμός



ΜΟΛΥΝΣΗ

- Στη χώρα μας, οι απορροφητικοί βόθροι που εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε μεγάλο ποσοστό, αποτελούν το χειρότερο μέσο διάθεσης των ακάθαρτων νερών, αφού ρυπαίνουν και μολύνουν το φυσικό αποδέκτη, το έδαφος και τα υπόγεια νερά.















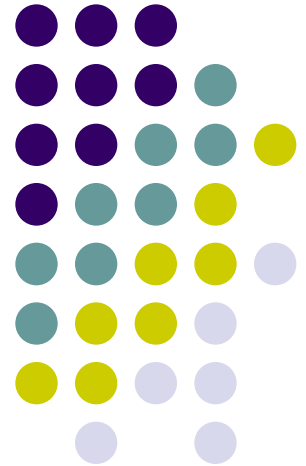


The Problem is Global

The Solution is Possible



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ



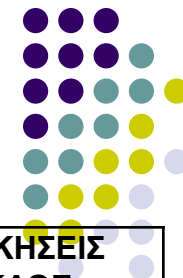
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ?

Υδραυλική- Εργαστήριο 1



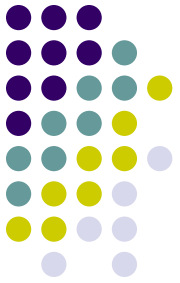
Χρίστος Α. Καραβίτης
Διαχείριση Υδατικών Πόρων
Τμήμα ΑΦΠ & ΓΜ, Γ.Π.Α.

Πρόγραμμα Άνοιξη 2014



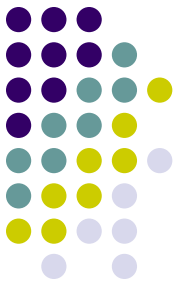
ΗΜ/ΝΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΜΕΛΕΤΗ	ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΘΕ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
Part I: ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ-ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ-ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ					
28/2			Υδραυλική Γενικές αρχές- Υδροστατική πίεση		Άσκηση 1
07/3			Υδροστατικές Δυνάμεις Εξίσωση Συνέχειας		Άσκηση 2
14/3			Συνέχεια – Bernoulli		Άσκηση 3
21/3			Ανοικτοί Αγωγοί		Άσκηση 4

ΜΕΛΕΤΗ



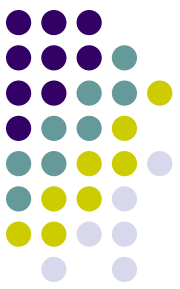
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ-1. ppt

Εισαγωγή



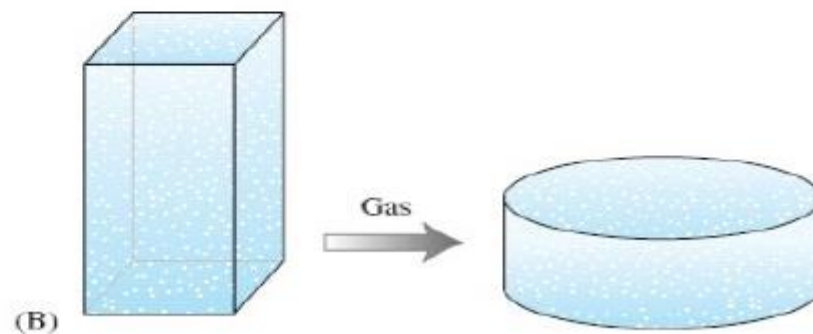
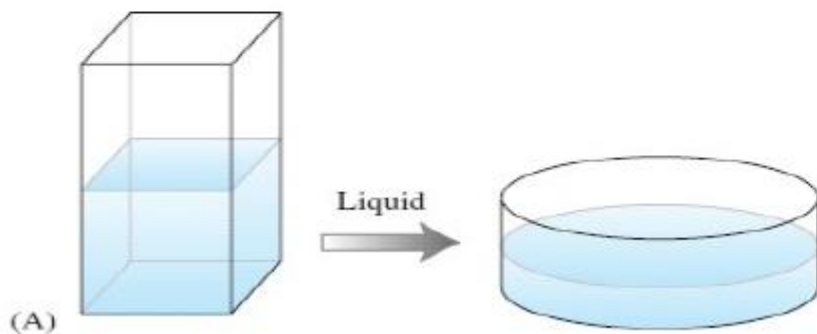
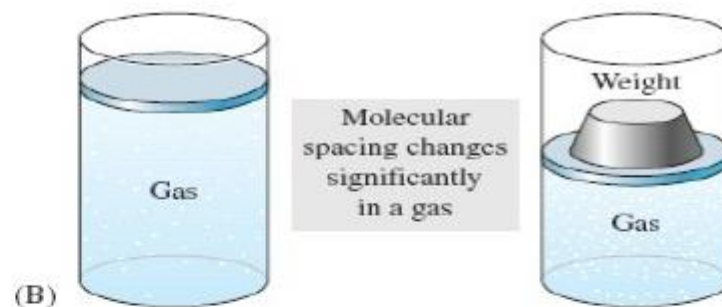
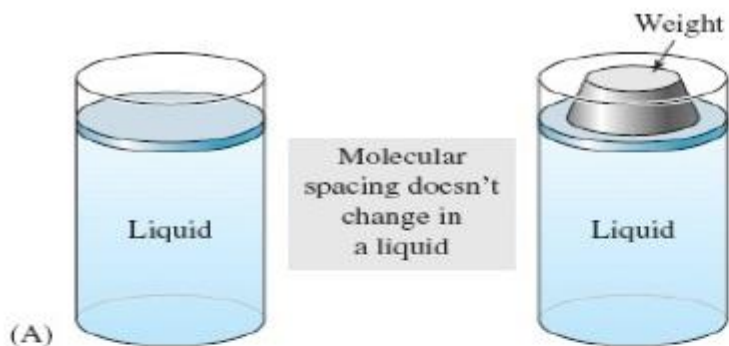
- Ρευστομηχανική = Μηχανικές ιδιότητες των ρευστών (υγρών και αερίων)
- Υδρομηχανική = Υδροστατική + Υδροδυναμική
- Υδραυλική = η εφαρμοσμένη Υδρομηχανική
- Εφαρμογές: Υδρεύσεις – Αρδεύσεις – Μηχανολογία
- Αναλυτική και εμπειρική επιστήμη

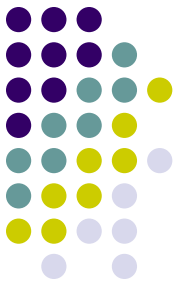
Εισαγωγή – Διάκριση των ρευστών



- Ρευστά = μεταβάλλουν τις σχετικές θέσεις των όγκων των στοιχείων τους (μη στατική ισορροπία σε διάτμηση)
- Αέρια = συμπιεστά (μεταβολή ρ με P)
- Στερεά = ελαστική παραμόρφωση σε διάτμηση
- Ρευστά = συνεχής και μόνιμη παραμόρφωση σε διάτμηση
- Ιδανικό ρευστό = μηδενικές δυνάμεις τριβής μεταξύ των μορίων ή απείρως μικρή ΔF ,

Διάκριση των ρευστών από τα αέρια



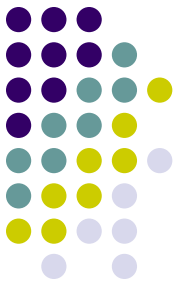


Πυκνότητα – ειδικό βάρος

- $\rho = m/V$ $\rho = \text{μάζα} / \text{όγκο} \text{ (kg.m}^{-3}\text{)}$
 $\rho = \gamma/g$ $\rho_{\text{νερού}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \text{ στους } 4^\circ\text{C}$
 $\gamma = \text{ειδικό βάρος (kg m}^{-3} \text{ m s}^{-2} = \text{Nm}^{-3}\text{)}$

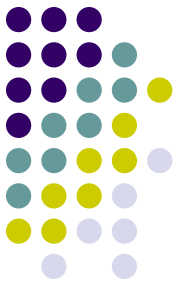
Σχετικό ειδικό βάρος (specific gravity) =
βάρος σώματος / βάρος ίσου όγκου νερού

την θερμοκρασία



Temperature (°C)		0	10	15	20	40	60	80	100
ρ (kg/m ³)	Water	999.8	999.7	999.1	998.2	992.2	983.2	971.8	958.4
	Air	1.293	1.247	1.226	1.205	1.128	1.060	1.000	0.9464

Σημεία τήξης και βρασμού



Element	Melting or boiling point at 1 atm	Temperature	
		°C	°F
Oxygen	Boiling	−182.97	−297.35
Sulfur	Boiling	444.60	832.28
Antimony	Melting	630.50	1166.90
Silver	Melting	960.8	1761.4
Gold	Melting	1063.0	1945.4
Water	Melting	0	32
	Boiling	100	212
Hydrogen	Boiling	−252.7	−422.86
Helium	Boiling	−268.9	−452.02
Nitrogen	Boiling	−195.8	−320.44

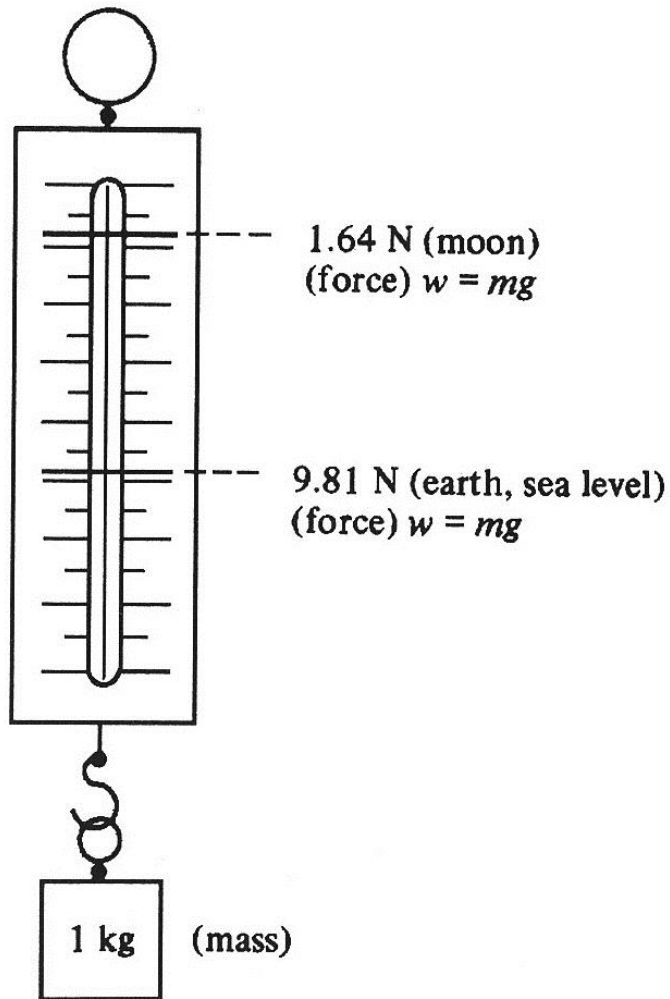
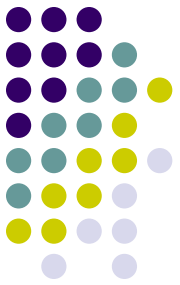


Figure 1.2 Mass and force.

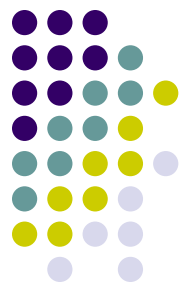
$$B = m g$$

$$\gamma = \rho g$$

$$s = \rho / \rho_w = \gamma / \gamma_w$$

$$P = F/A$$

Μονάδες βασικών μεγεθών στο SI



Δύναμη → $1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

Πίεση → $1\text{Pa} = 1\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

$$1\text{Torr} = 1\text{mmHg} = 13.6\text{mmH}_2\text{O}$$

$$1\text{Atm} = 760\text{Torr} = 101325\text{Pa} = 1\text{kp} \cdot \text{cm}^2$$

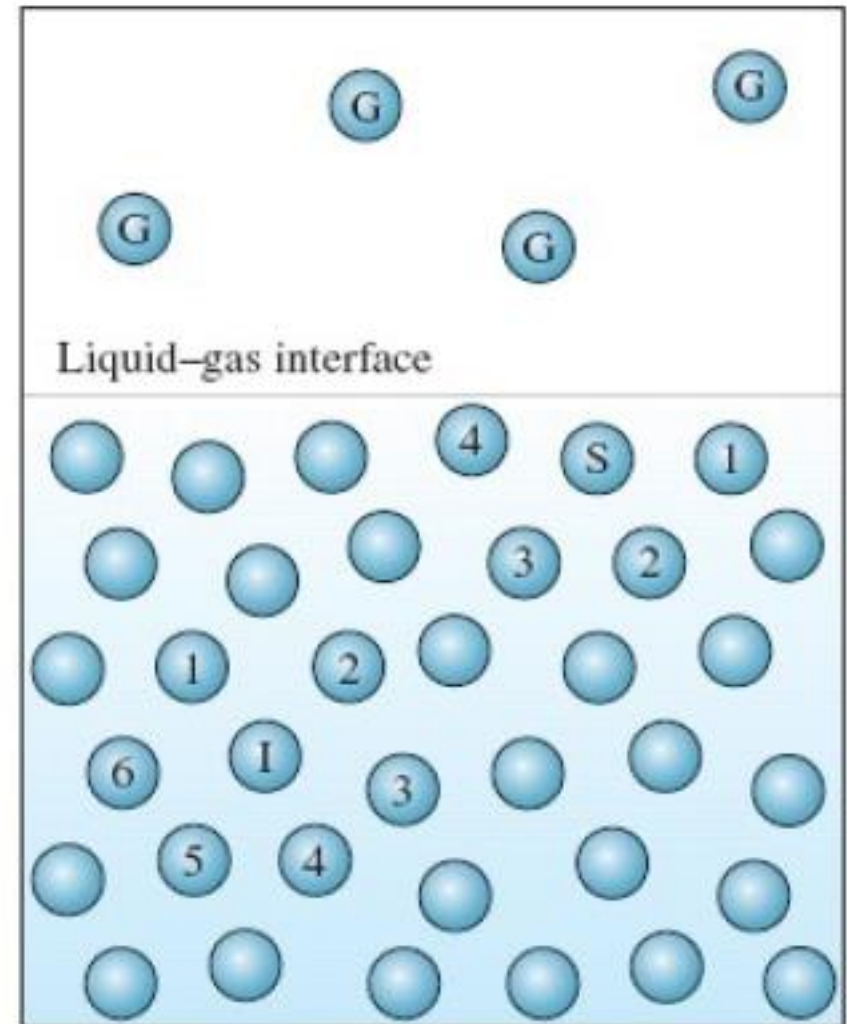
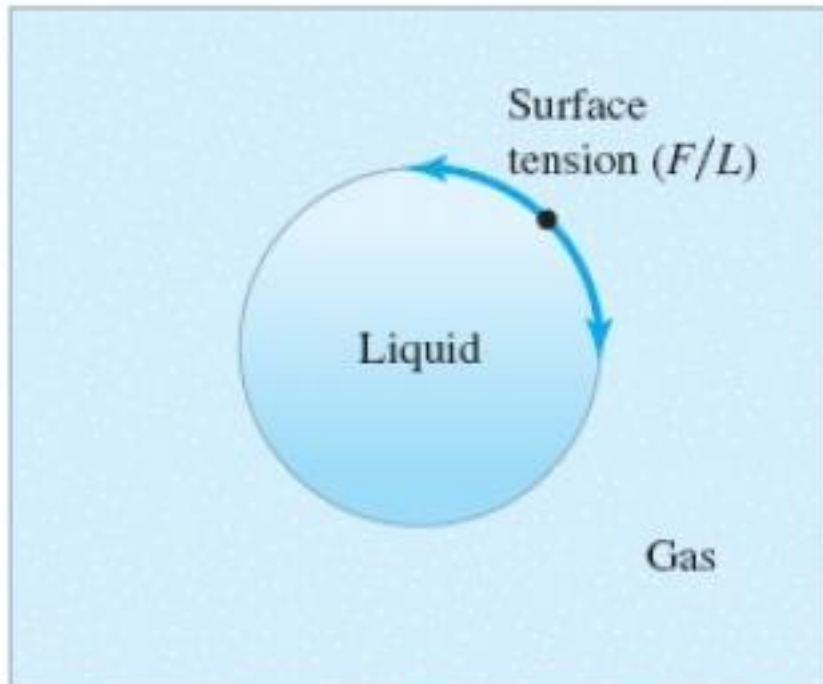
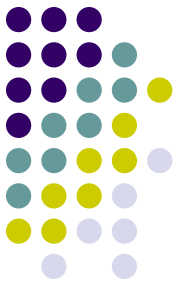
→ $1\text{bar} = 10^5\text{Pa} = 10^3\text{mbar} = 750.1\text{Torr}$

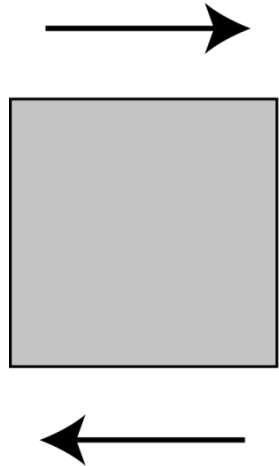
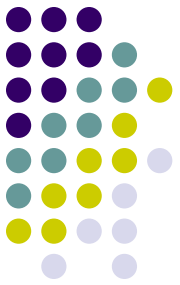
Πίεση υδρατμών, Επιφανειακή τάση



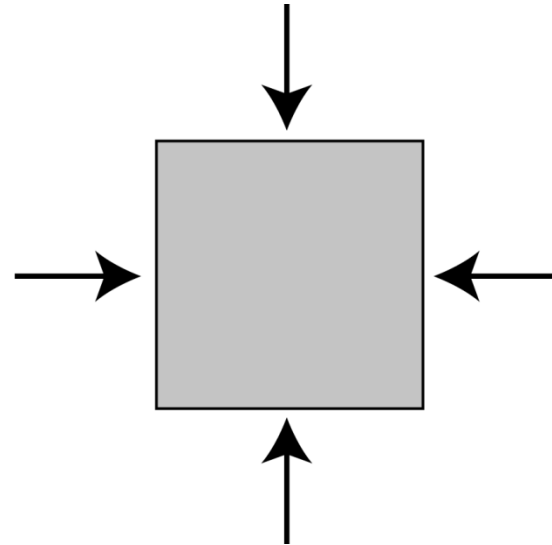
- Πίεση υδρατμών
- Επιφανειακή τάση: απαιτούμενη ενέργεια για μεταφορά μορίων στην επιφάνεια = το έργο για να μεταφερθεί από το εσωτερικό ένα μοναδιαίο εμβαδό την επιφάνεια (Nm/m^2)
- Όχι σημαντική για συνηθισμένες εφαρμογές

Επιφανειακή τάση





Διατμητικές Δυνάμεις

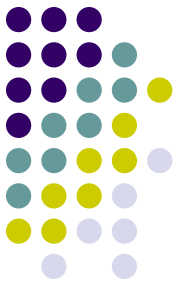


Τυπικές Δυνάμεις
(Πίεση)

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} = \frac{dF}{dA}$$

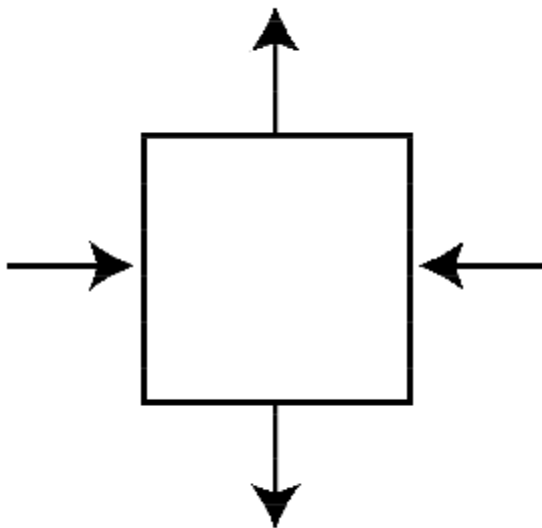
όπου F είναι δύναμη κάθετη στην επιφάνεια A

(συν.:)



Τι είναι πίεση λοιπόν?

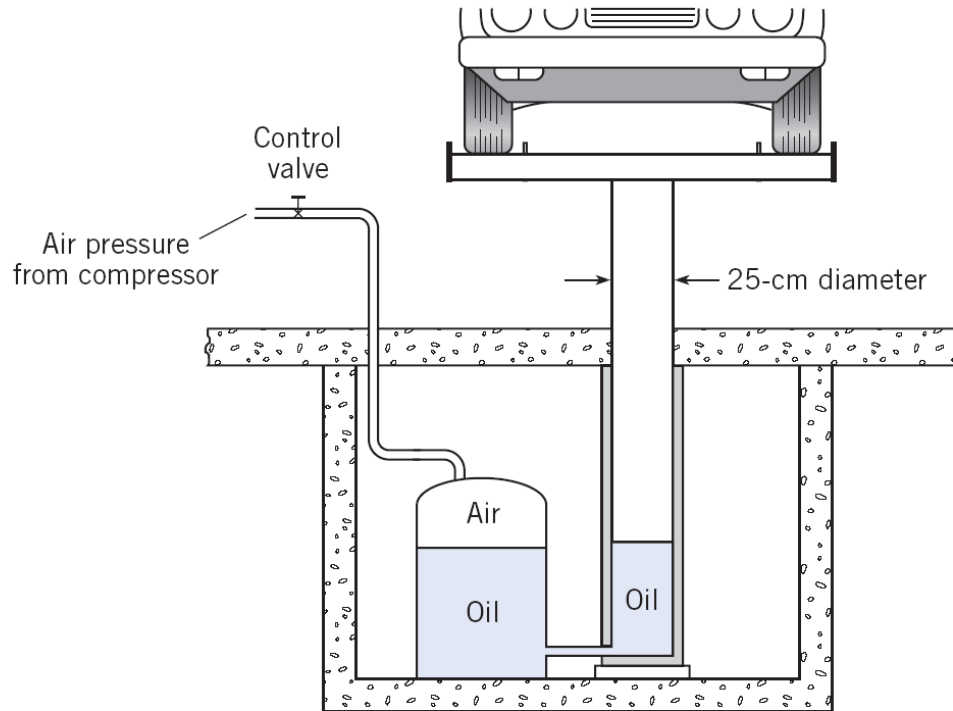
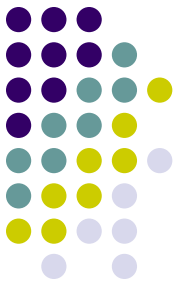
- Πίεση είναι η μέση τιμή των τυπικών δυνάμεων που δρουν σε ένα σημείο.
- Οι διαφορές ανάμεσα στις τυπικές δυνάμεις οφείλονται στην κίνηση του υγρού.



Σε αυτή την περίπτωση τα ανύσματα έχουν το αυτό μέτρο, οπότε:

$$p = 0$$

Μεταφορά Πίεσης



Υδραυλικός ανυψωτής

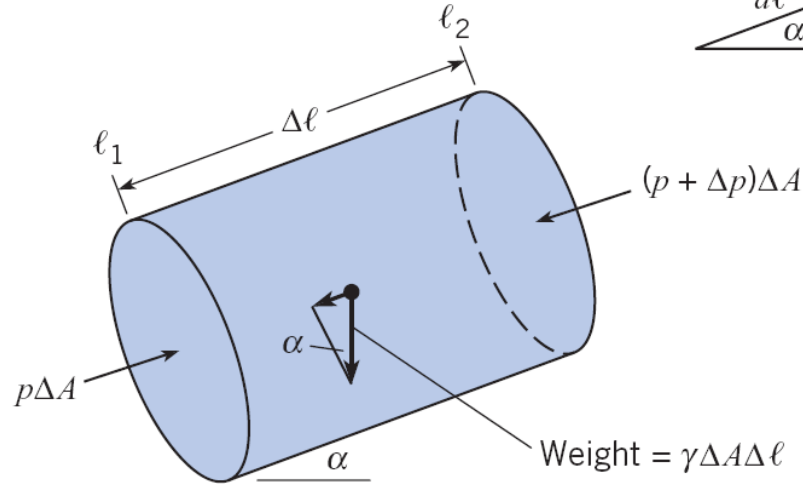
Σε ένα κλειστό σύστημα, Αλλαγές πίεσης σε ένα σημείο μεταφέρονται μέσω όλου του συστήματος (Νόμος του Pascal).

Μεταβολή της πίεσης με το βάθος

Στατικό ρευστό:

Ισορροπία δυνάμεων ,
καθώς δεν υπάρχουν
επιταχύνσεις.

Η ισορροπία των
δυνάμεων στην
διεύθυνση $\Delta \ell$:



$$\sum F_{\ell} = 0$$

$$p \Delta A - (p + \Delta p) \Delta A - \gamma \Delta A \Delta \ell \sin \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \Delta p \Delta A - \gamma \Delta A \Delta \ell \sin \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta p}{\Delta \ell} = -\gamma \sin \alpha$$

Από την εικόνα βλέπουμε:

$$\sin \alpha = \frac{\Delta z}{\Delta \ell} = \frac{dz}{d\ell}$$

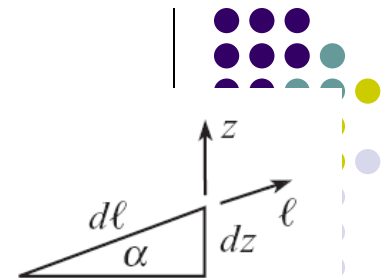
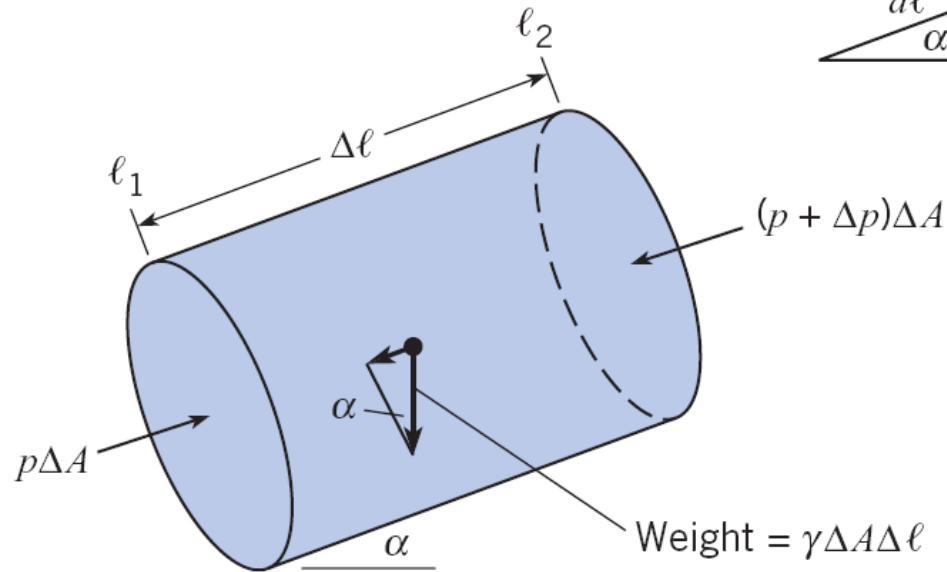
Εάν ο κύλινδρος
έχει μηδενικό μήκος:

$$\frac{\Delta p}{\Delta \ell} = \frac{dp}{d\ell}$$

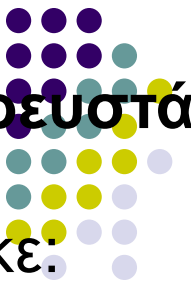
$$\frac{\Delta p}{\Delta \ell} = -\gamma \sin \alpha \quad (\text{βλ. προηγ.})$$

$$\Rightarrow \quad \frac{dp}{d\ell} = -\gamma \frac{dz}{d\ell} \quad \text{ή}$$

$$\frac{dp}{dz} = -\gamma$$



Μεταβολή της πίεσης, για ομοιόμορφης πυκνότητας ρευστά



Η σχέση πίεσης-υψομέτρου (βάθους) όπως υπολογίσθηκε:

$$\frac{dp}{dz} = -\gamma$$

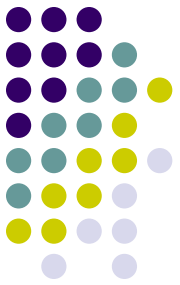
Είναι γενική (ισχύει επίσης και για μεταβλητό γ).

Αλλά αν το γ είναι σταθερό, η εξίσωση ολοκληρώνεται εύκολα:

$$p = -\gamma z + \text{constant} \quad \text{or} \quad \left(\frac{p}{\gamma} + z \right) = \text{constant}$$

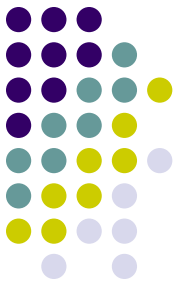
Η σχέση $p + \gamma z$ είναι γνωστή σαν πιεζομετρικό φορτίο και

το $\left(\frac{p}{\gamma} + z \right)$ καλείται πιεζομετρικό ύψος.

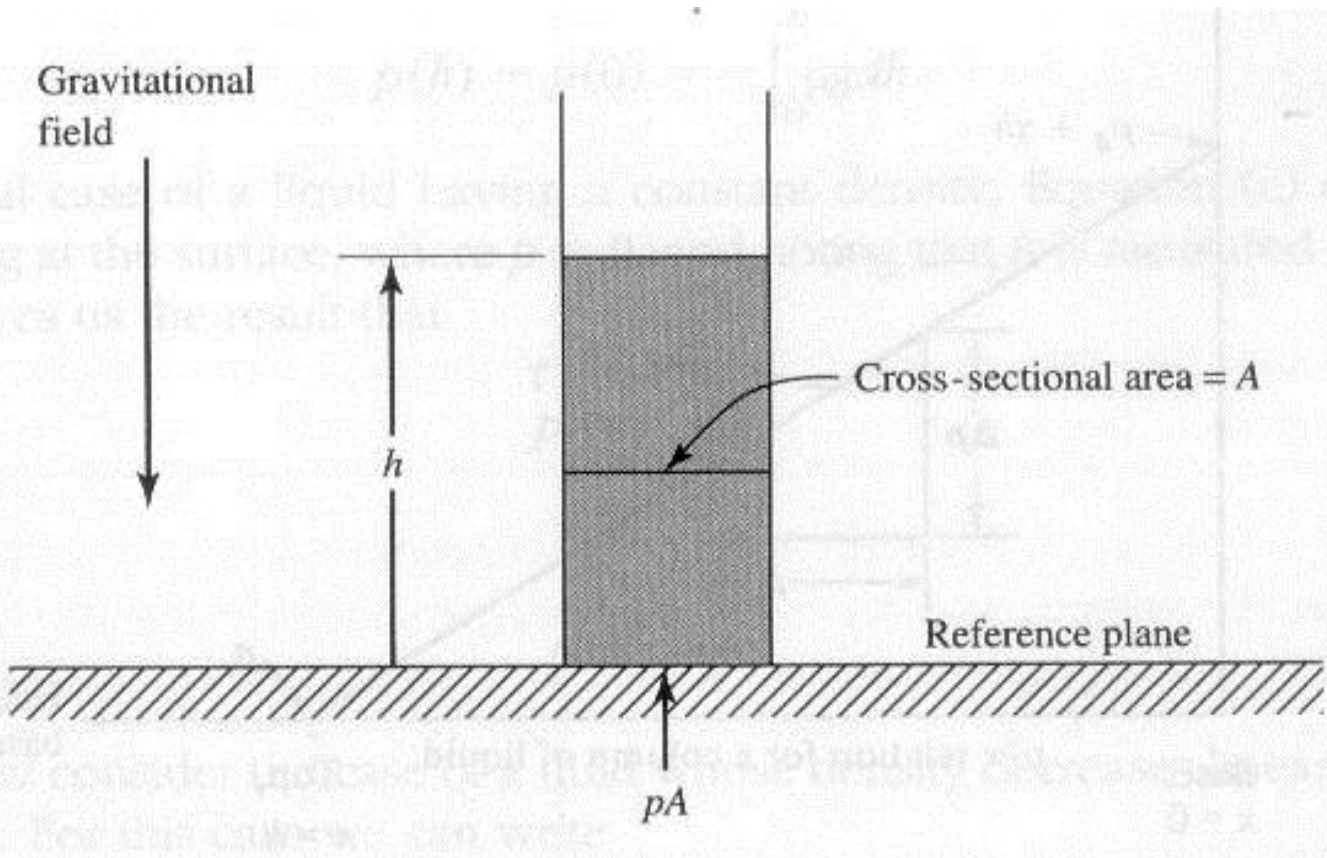


για ένα ασυμπίεστο ρευστό, το γ είναι σταθερό.
Η πίεση και το υψόμετρο σε ένα σημείο μπορούν να
συσχετισθούν με την πίεση και το υψόμετρο σε ένα
άλλο σημείο :

$$\left. \begin{array}{l} \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \\ \text{or} \\ \Delta p = -\gamma \Delta z \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{για} \\ \gamma = \text{constant} \end{array}$$



Υδροστατική Πίεση



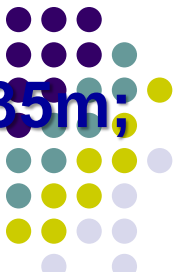
$$w = \gamma h A$$

$$pA = \gamma h A$$

$$p = \gamma h$$

$$p = - \gamma h$$

Παράδειγμα 1: Ποία είναι η πίεση του νερού σε βάθος 35m;



Με τα δεδομένα που δίνονται μπορούμε να υπολογίσουμε διαφορά της πίεσης στα σημεία 1 και 2.

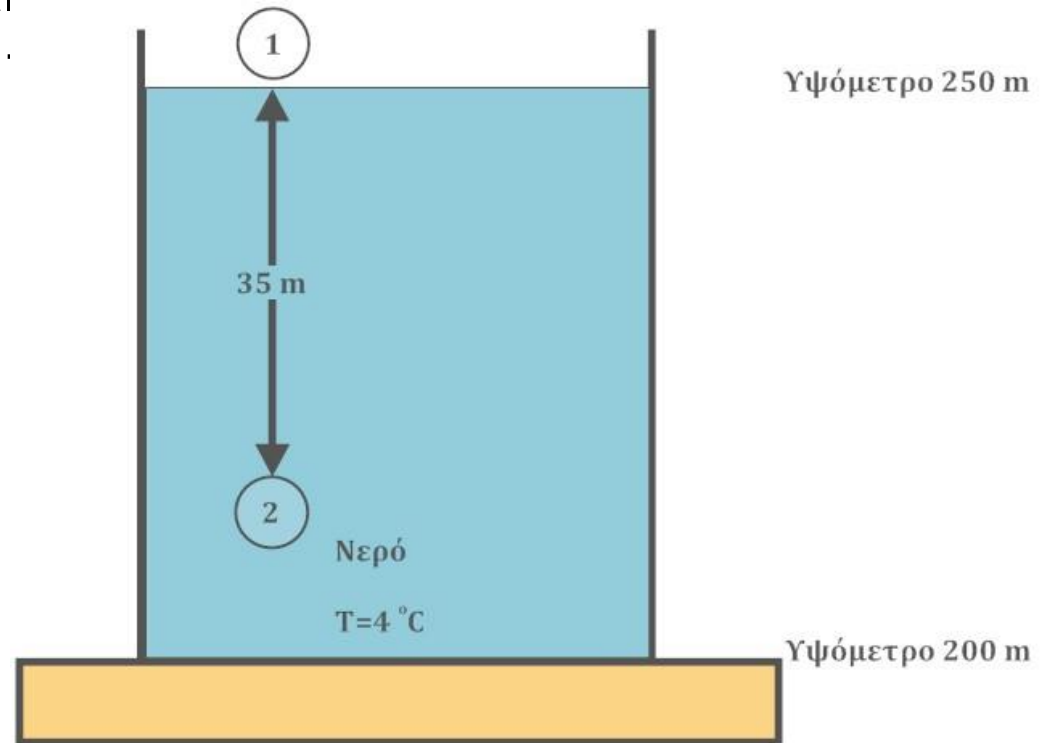
$$\Delta p = -\gamma \Delta z$$

$$\Delta p = p_2 - p_1$$

$$= -\gamma(z_2 - z_1)$$

$$= -\gamma^*(-35\text{m})$$

$$= -9810\text{N/m}^3 * -35\text{m} = 343350 \text{ Pa}$$



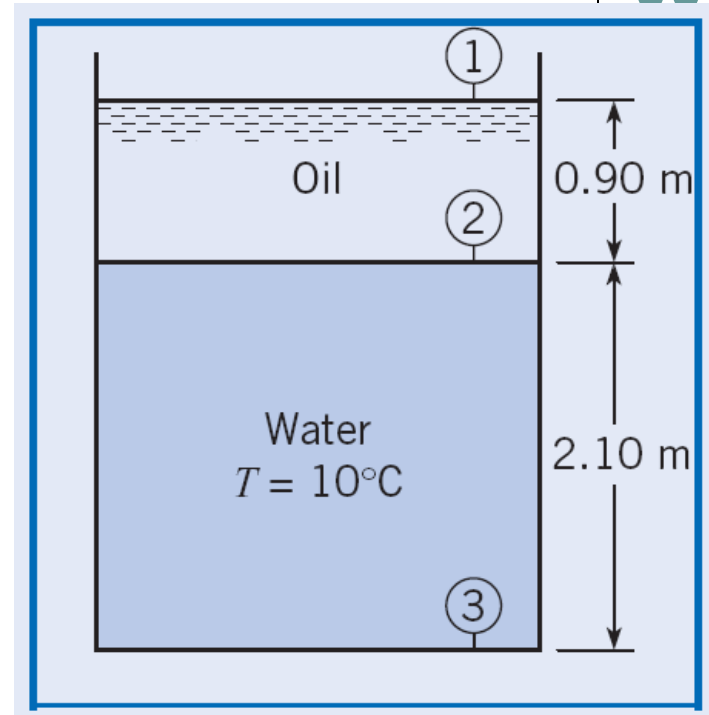
Παράδειγμα 2: Ποια είναι η μανομετρική πίεση στο σημείο 3;

Δύο βήματα:

- 1) Υπολογισμός $p_2 - p_1$
- 2) Υπολογισμός $p_3 - p_2$

$$\Delta p = -\gamma \Delta z$$

$$\begin{aligned} p_2 - p_1 &= \gamma \times 0.9 \text{ m} \\ &= (0.8 \times 9810 \text{ N/m}^3) \times 0.9 \text{ m} \\ &= 7.06 \text{ kPa} \end{aligned}$$

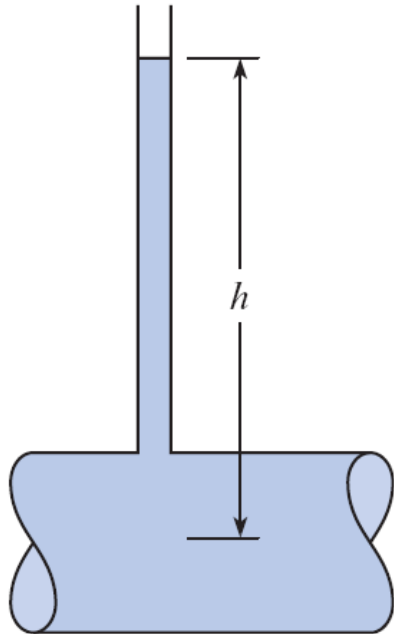


$$p_3 - p_2 = \gamma \times 2.1 \text{ m} = 9810 \text{ N/m}^3 \times 2.1 \text{ m} = 20.6 \text{ kPa}$$

$$\begin{aligned} p_3 &= p_1 + (p_3 - p_2) + (p_2 - p_1) \\ &= p_1 + 20.6 \text{ kPa} + 7.06 \text{ kPa} = 27.66 \text{ kPa} \end{aligned}$$

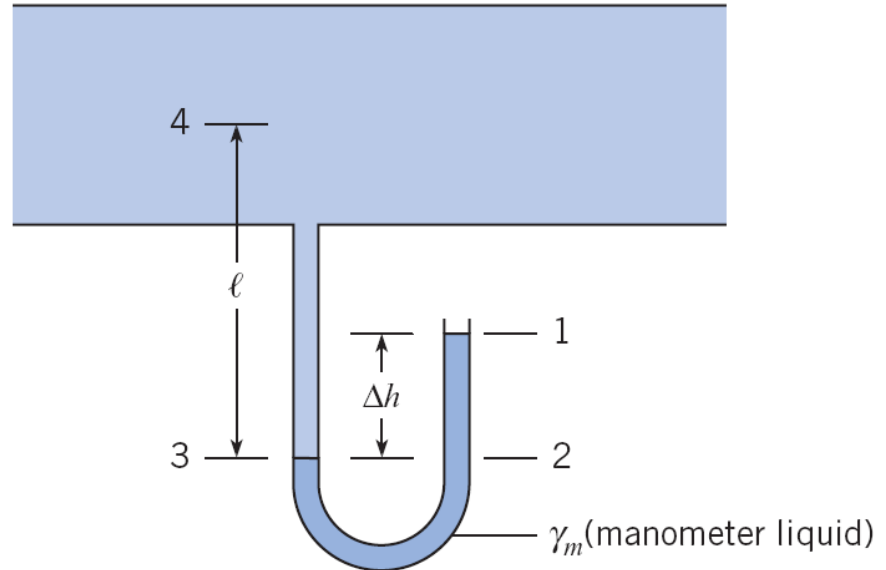
(σχετικά με την ατμοσφαιρική πίεση στο σημείο 1)

Μέτρηση της Πίεσης



Πιεζόμετρο
ή
απλό μανόμετρο

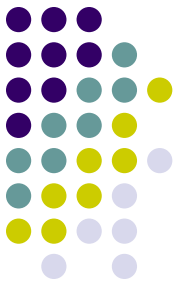
$$p = \gamma h$$



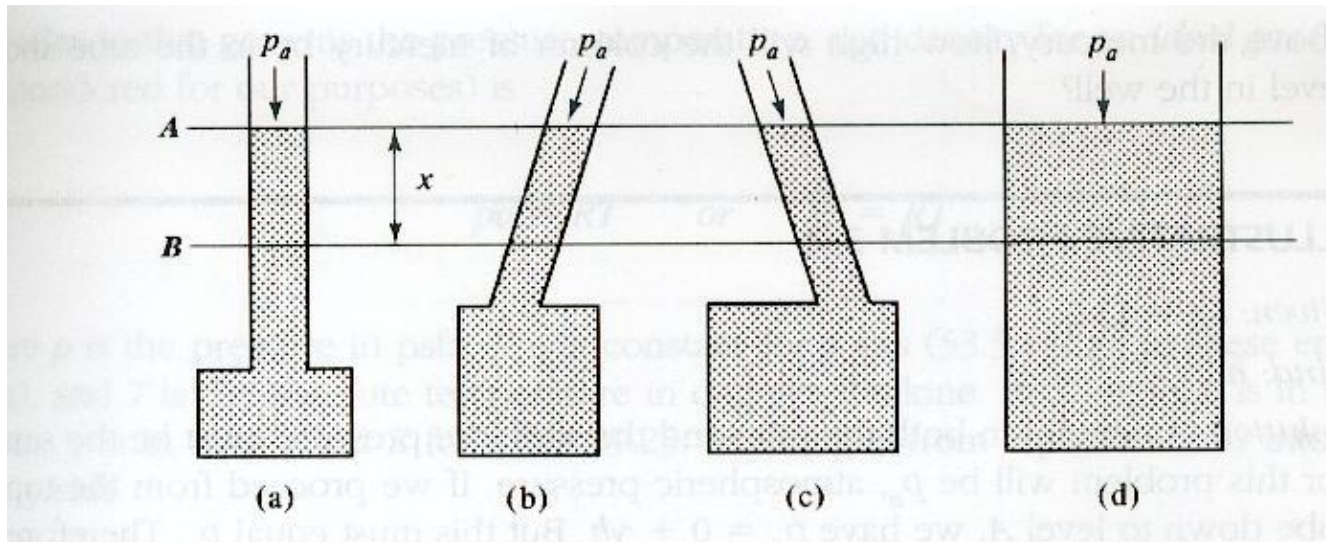
Κεκαμμένος σωλήνας (U)

Καλύτερο για υψηλότερες
πιέσεις.

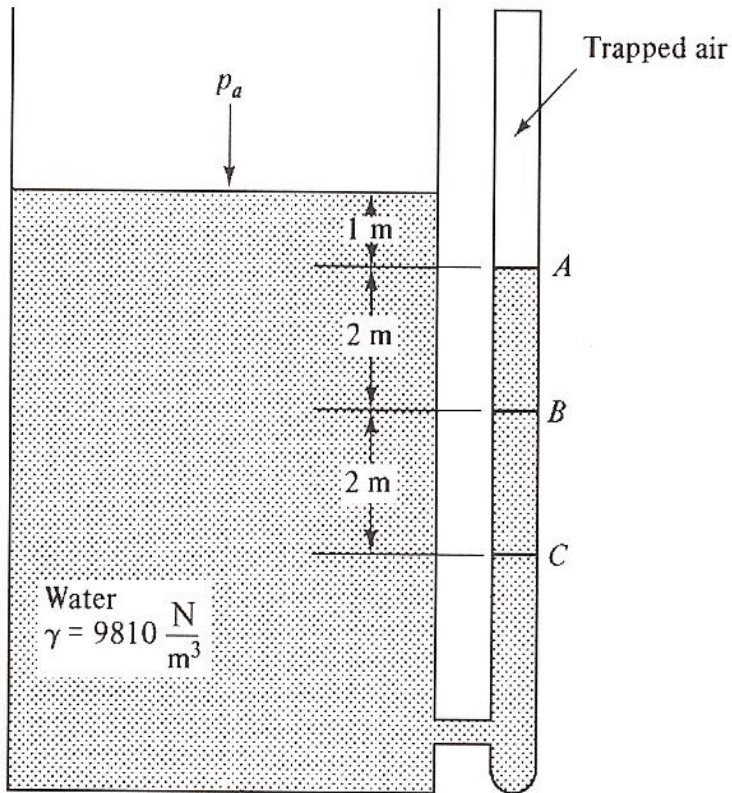
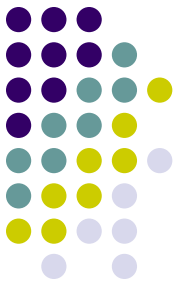
Πιθανό για την μέτρηση των
αερίων.



ΑΡΧΗ ΠΙΕΣΗΣ/ΥΨΟΥΣ



Μανόμετρα

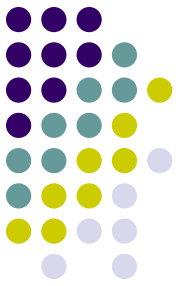


$$P_a + \gamma h = P_A + 9810 \text{ (1) } N$$

$$P_B = P_A + \gamma h = P_a + 9810 \text{ (3) } N$$

$$P_B = P_a + 29430 \text{ } N$$

$$P_C = P_a + 49050 \text{ } N$$



Ερωτήσεις

