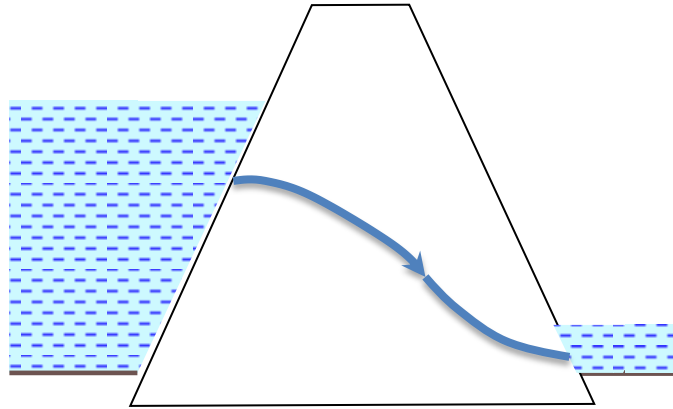


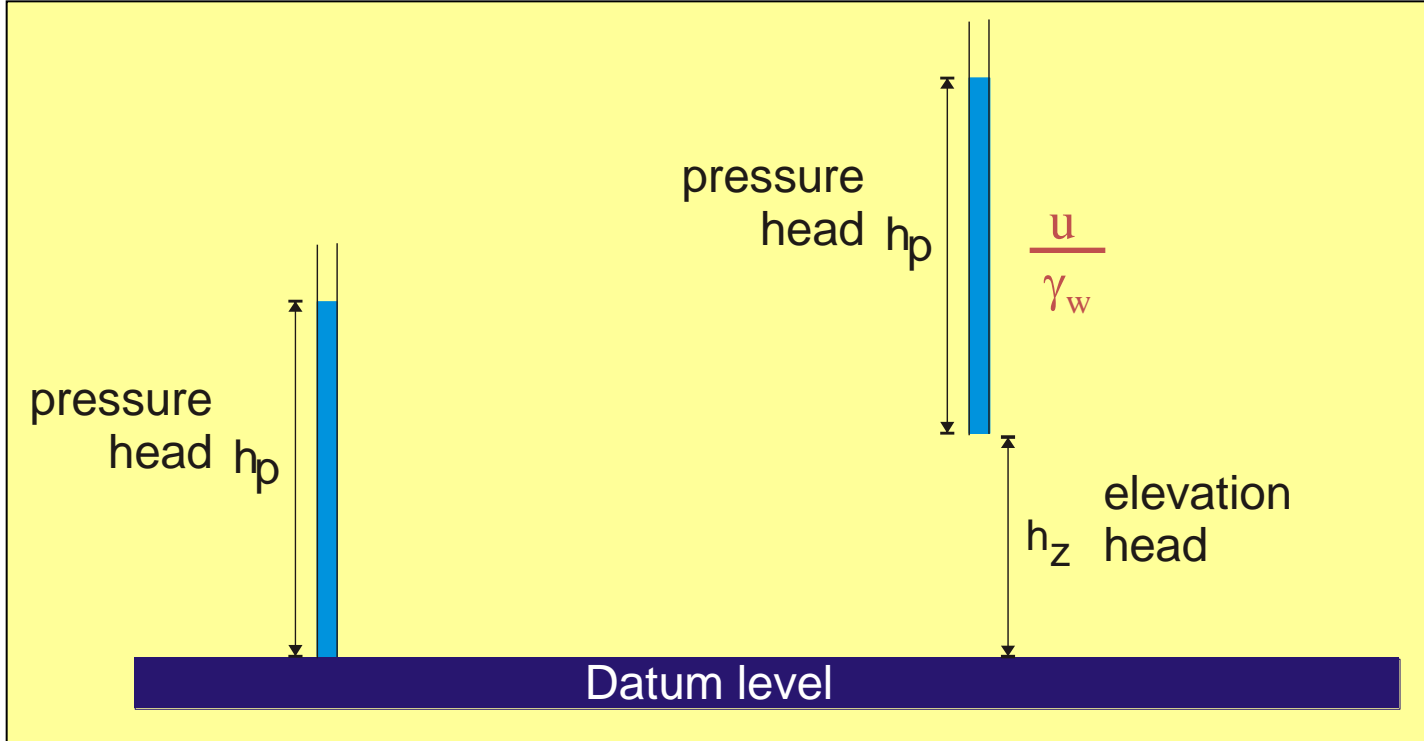
5. YERALTISUYU & SIZMA BASINCI (SEEPAGE PRESSURE)

Toprak içindeki su:

- Toprağa giren su, yerçekimi etkisi ile aşağı doğru harekete başlar ve bir geçirimsiz tabakayla karşılaştığında, birikerek su tablasını oluşturur → Serbest su (gravitational water)
- YASS → Altında kalan su → YAS (ground water)
- YAS → YASS'de atmosferik basınç altında



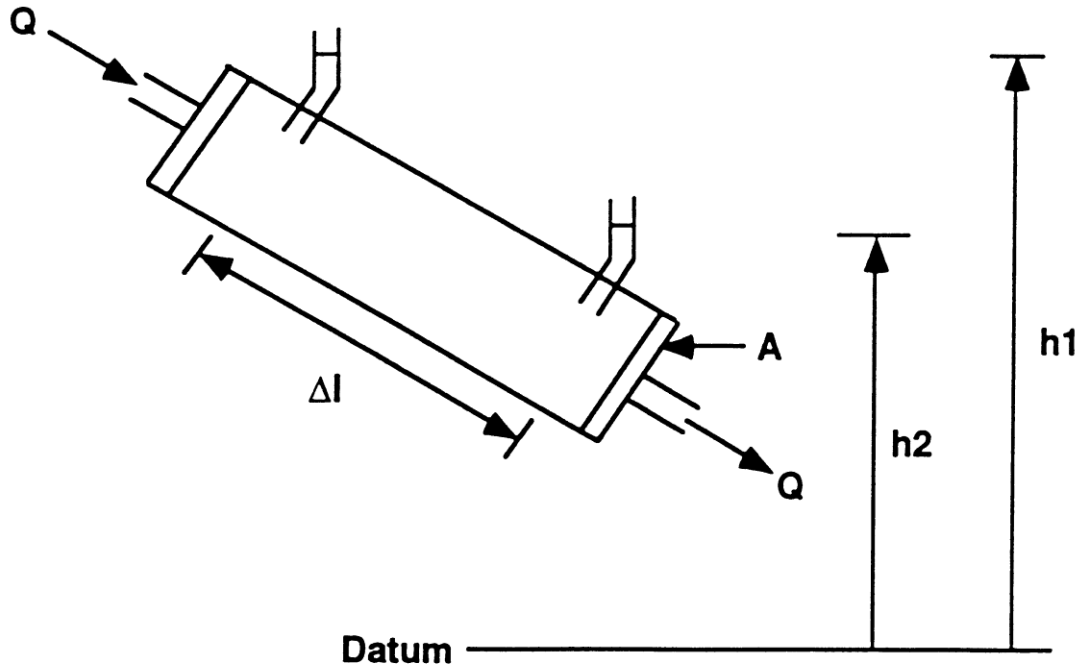
- Kararlı durum (Steady State Condition) nedir?
 - Toprak içinde su akışı **yok**
 - Zamana bağılı olarak gözenek suyu basıncında değişim **yok**



Yük (Head): birim ağırlık için mekanik (potansiyel) enerji

$$\text{Toplam yük (Total head)}(H)=h_z+h_p+\frac{v^2}{2g} \quad (\text{Bernoulli prensibi})$$

Darcy Yasası



$$V = -K (\Delta h / \Delta L)$$

$$V = -K i$$



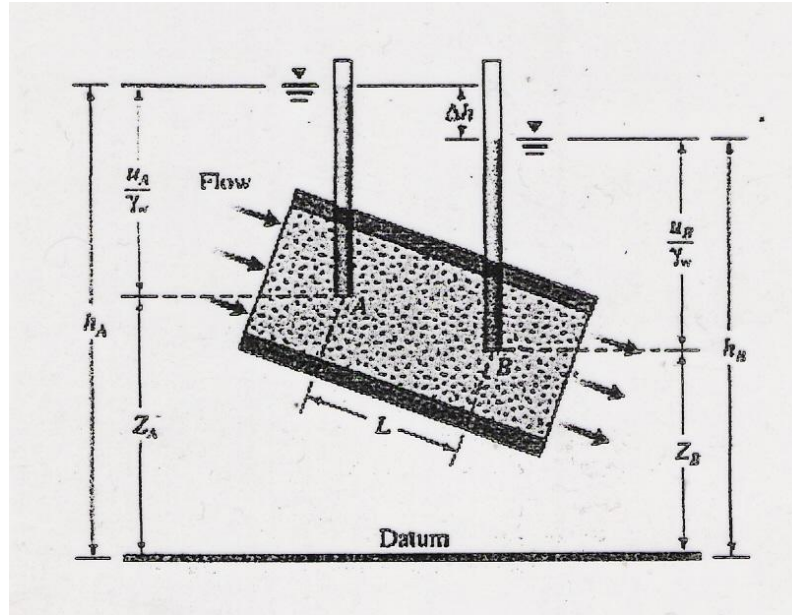
$$Q = VA$$

$$Q = -KA(dh/dL)$$

$$Q = AKi$$

- **DARCY YASASI**

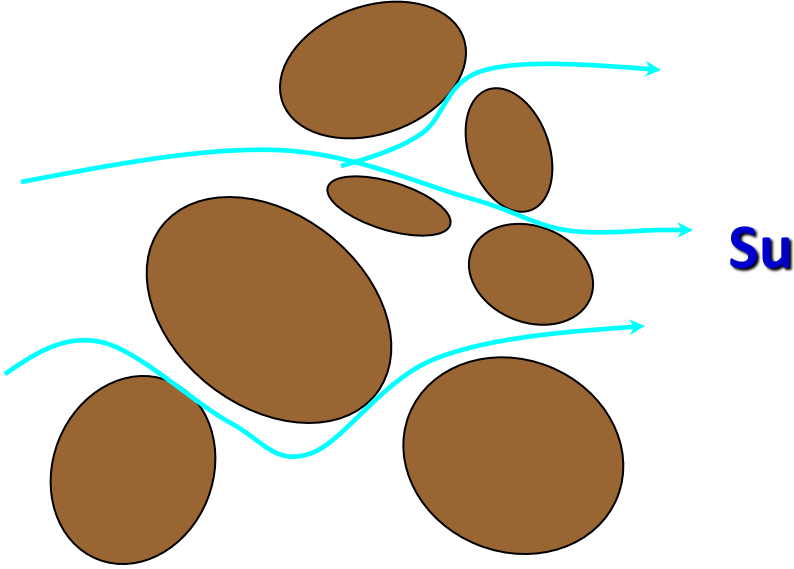
- Gözenekli bir ortamda suyun akış hızı, yük kaybı ile doğru, suyun aktığı yolun uzunluğuyla ters orantılıdır.
- Laminar akış için geçerlidir.



- Ortalama akış hızı hidrolik eğim ($\Delta h/\Delta L$) ile doğru orantılıdır.
- **Doğrusal orantı sabiti** permeabilite katsayısı (K) olarak isimlendirilir.
- Homojen kil geçirimsiz kabul edilirken, kum ve çakıllar ise geçirimlidir.

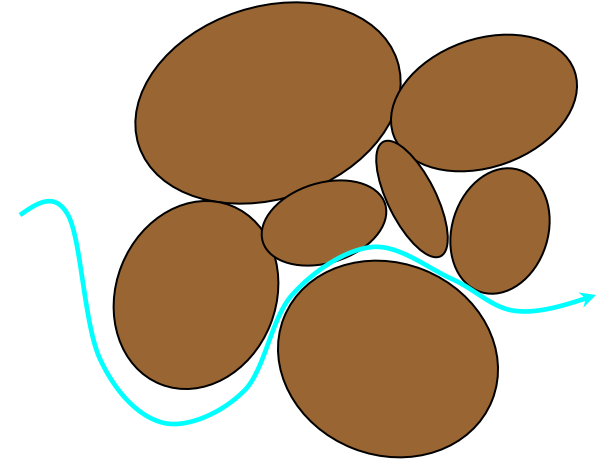
Geçirimsizlik (Permeability)

- Boşluklu bir ortam içerisinde (örneğin zemin) geçen sıvı (örneğin su) miktarının bir ölçüsü olarak tanımlanabilir.



Gevşek Zemin

- Geçirgenlik kolay
- Yüksek Permeabilite

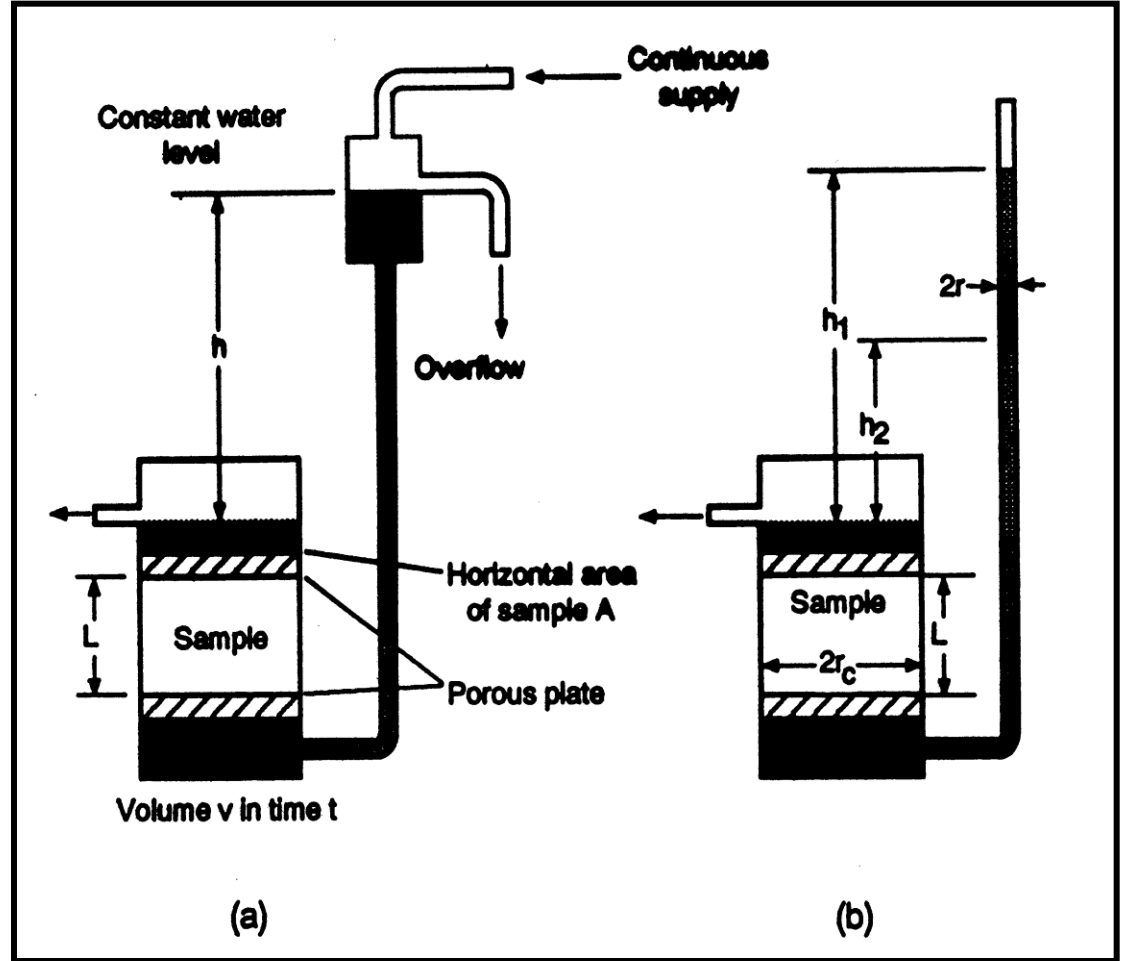


Sıkı Zemin

- Geçirgenlik zor
- Düşük Permeabilite

Permeabilite katsayısının belirlenmesi

- Ampirik eşitlik
 $K=C(D_{10})^2$
 $C\sim 0.4-1.2$
Siltli kum için 1 alınabilir
- Laboratuvar deneyi
 - (1) Sabit seviyeli
iri taneli zeminlerde
 - (2) Düşen seviyeli
İnce taneli zeminlerde
- Yerde testlerle
(pompaj testi)



Sabit Seviyeli

Düşen Seviyeli

Serbest (Unconfined) and Basıncılı (Confined) Akiferler

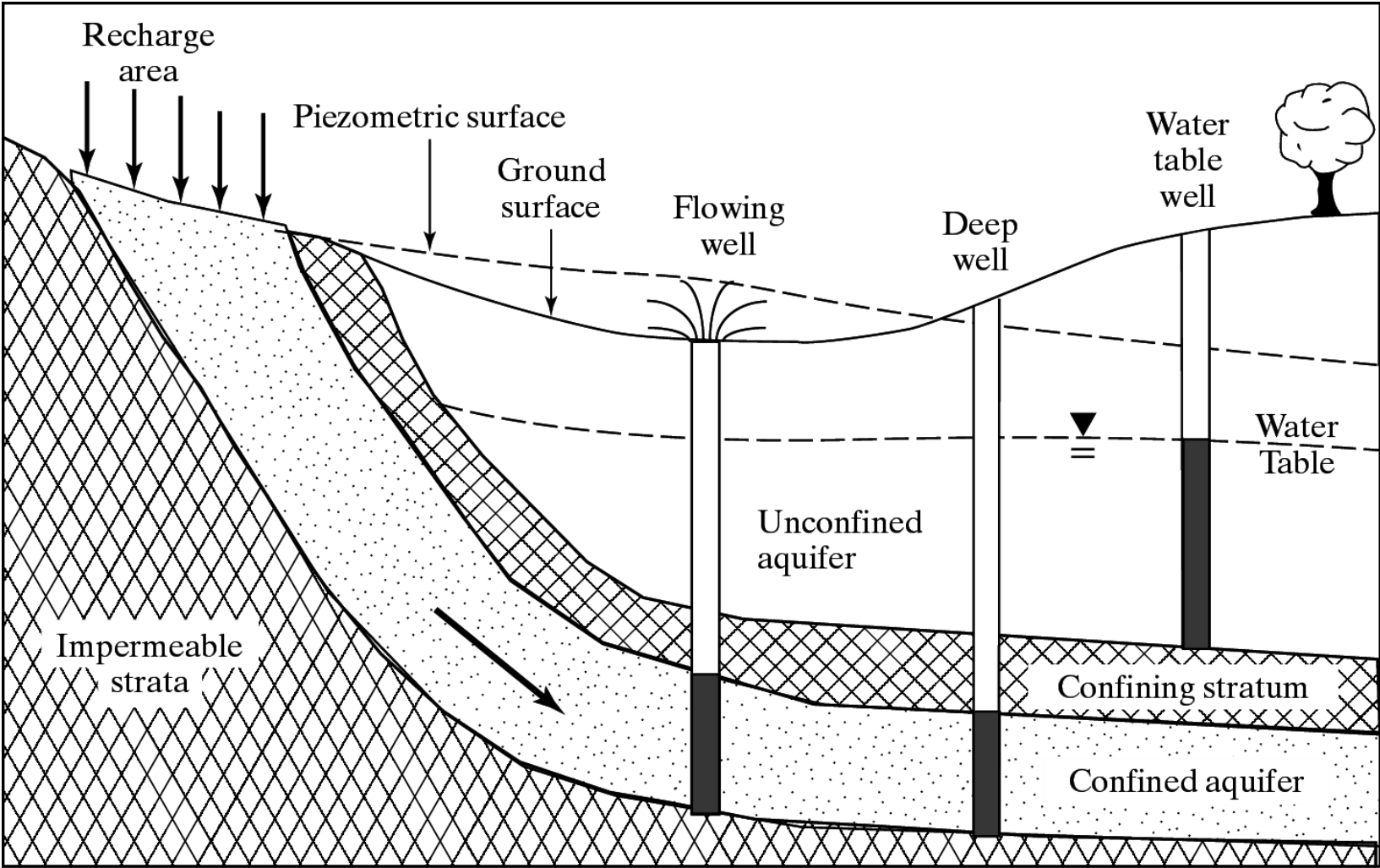


Figure 8.6

Schematic cross section illustrating unconfined and confined aquifers.

Serbest Akifer Sistemleri

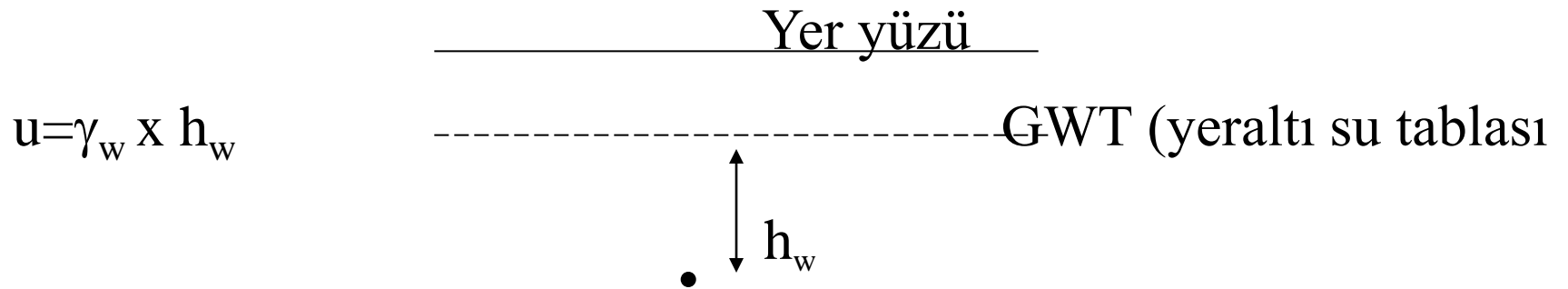
- Serbest akifer (Unconfined aquifer): atmosferik basınç altında su tablası içeren akifer
- Su tablası (Water table): Doygun zon içinde açılan bir sondaj kuyusu içinde suyun yükseldiği seviye

Basınçlı Akifer Sistemleri

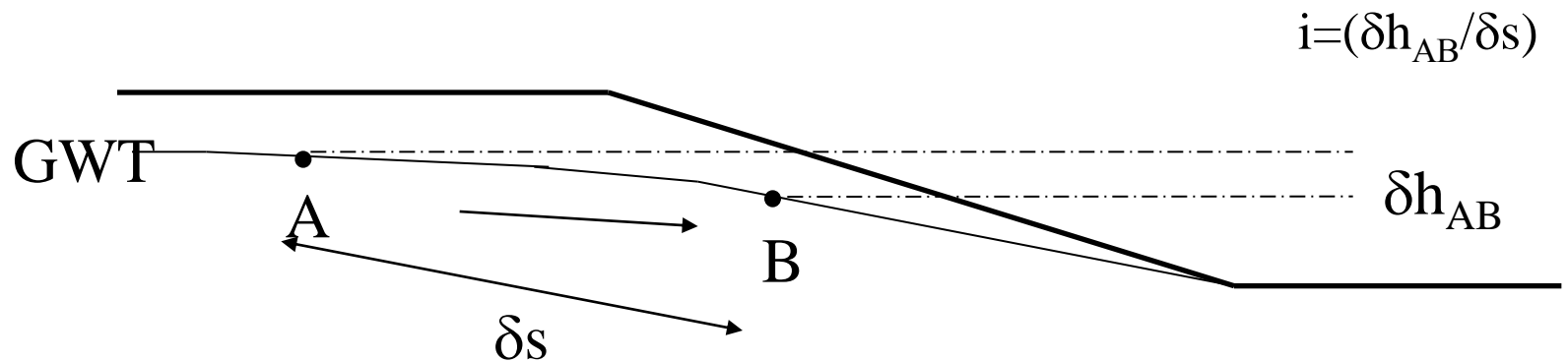
- Basınçlı (Confined) akifer: geçirimsiz birim ile örtülü olan ve su tablası basıncı birimin üzerine yükselen akifer
- Piezometrik yüzey (Potentiometric surface): Basınçlı akiferde suyun yükseldiği seviye

- Su tablasının altında gözenek suyu basıncı (pore water pressure)

– Su basıncı statik olabilir

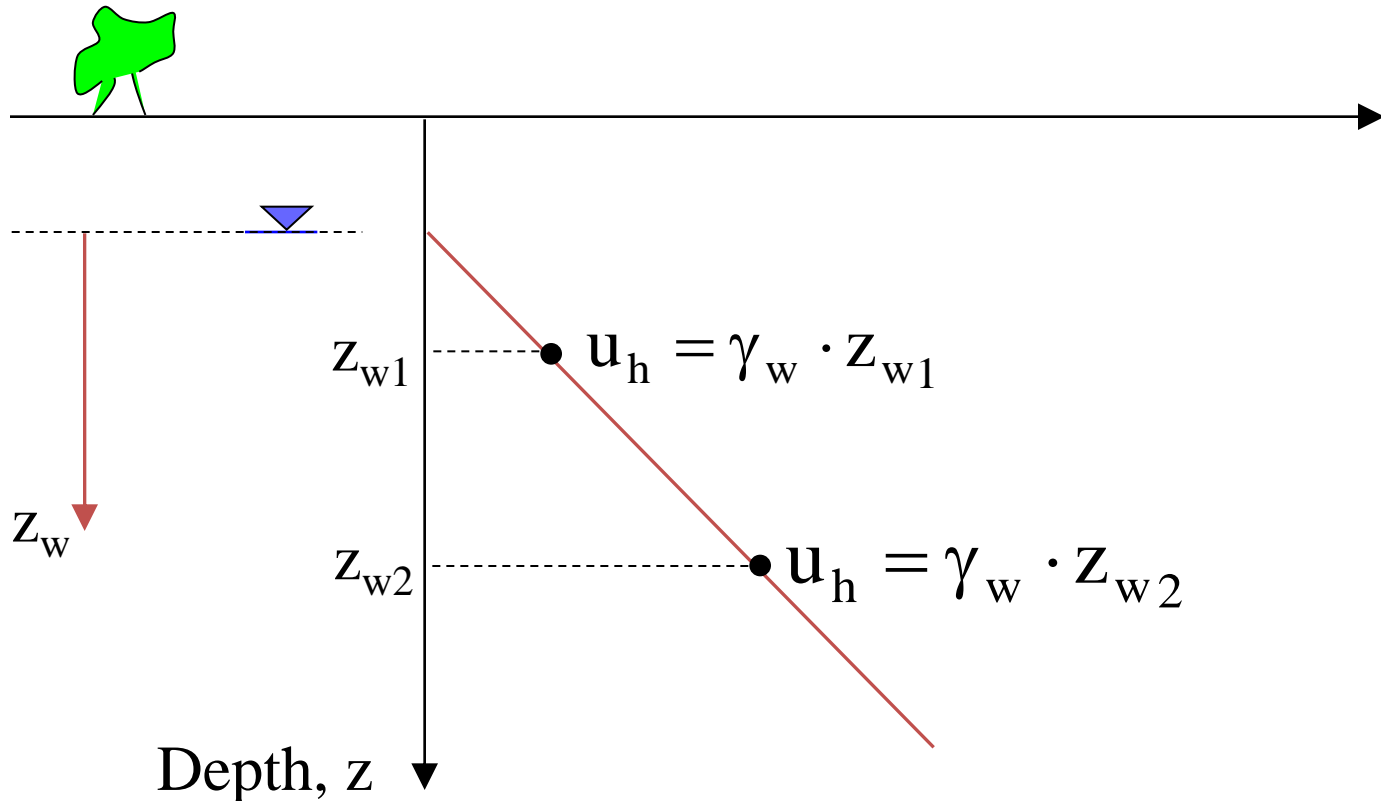


– Belirli bir hidrolik eğim altında akabilir



Gözenek suyu basıncı

$$u_h = \gamma_w \cdot h_p$$



Yük kaybı (Head loss)



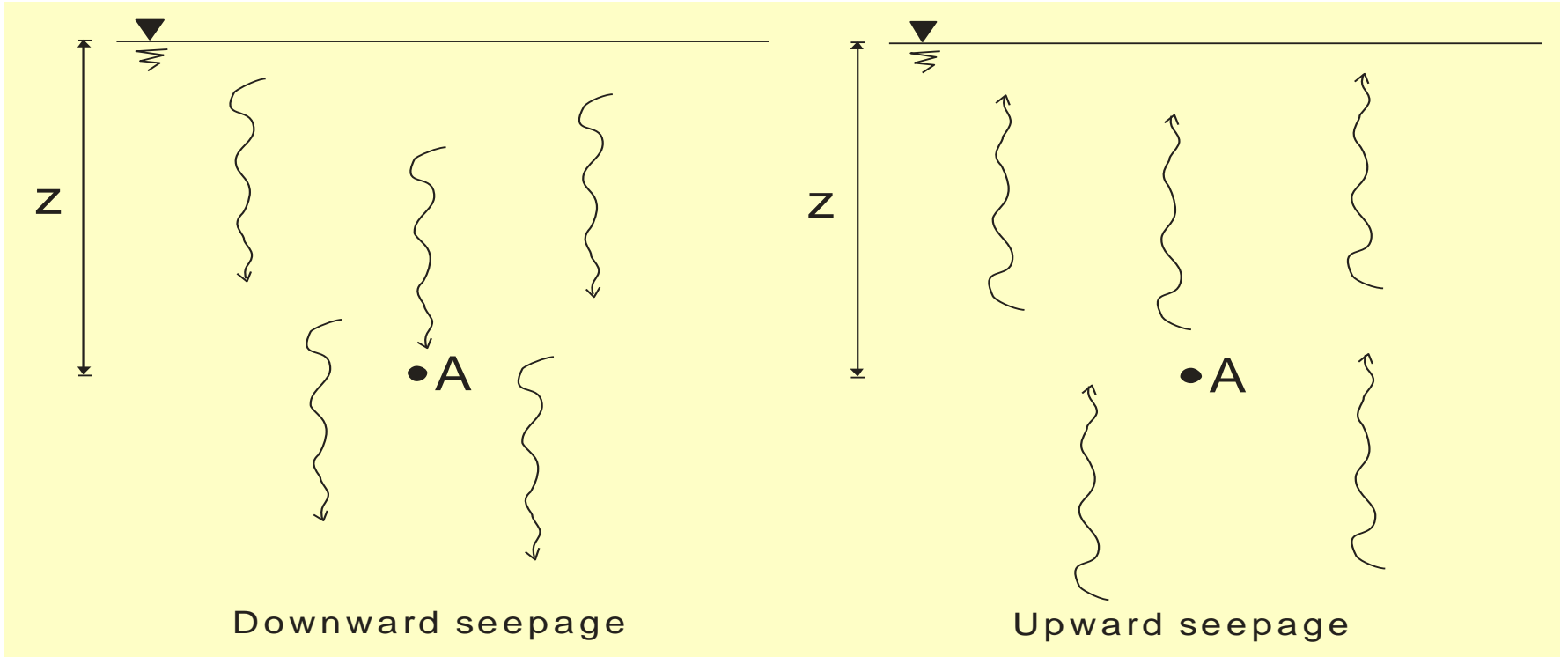
$$\text{Yük kaybı (head loss)} = \Delta h = h_1 - h_2$$

Hidrolik Eğim (Hydraulic gradient)

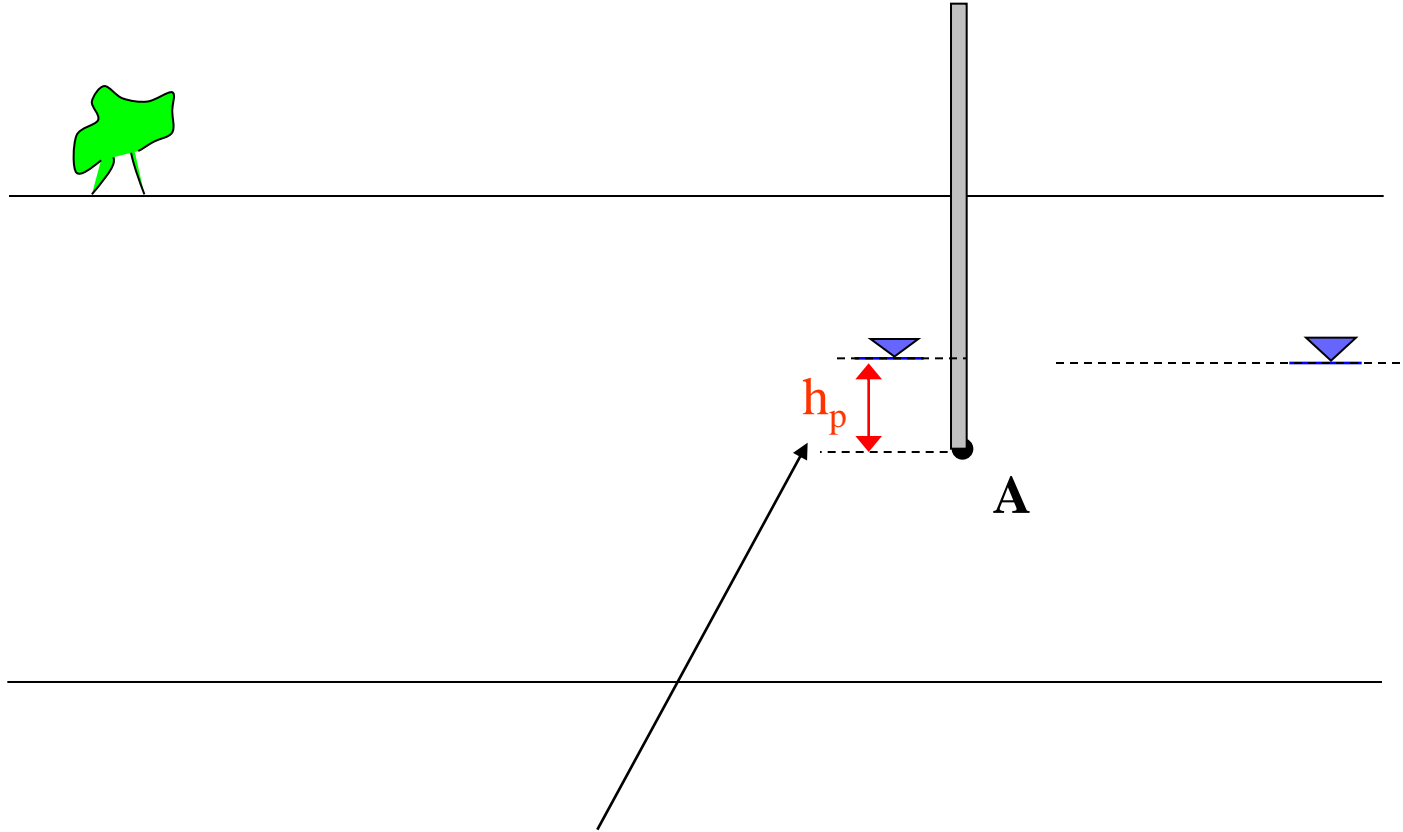
İki nokta arasındaki toplam su yükünün, bu iki nokta arasındaki uzaklığa oranıdır

$$i = \frac{dh}{dl}$$

Sızma kuvveti (Seepage Force): toprak tanelerini sürükleyen akış kuvveti



Toprakta piezometre



A noktasındaki toplam su yükü

“A” noktasındaki gözenek suyu basıncı $u = \gamma_w \cdot h_p$

Toprakta Tek boyutlu akış

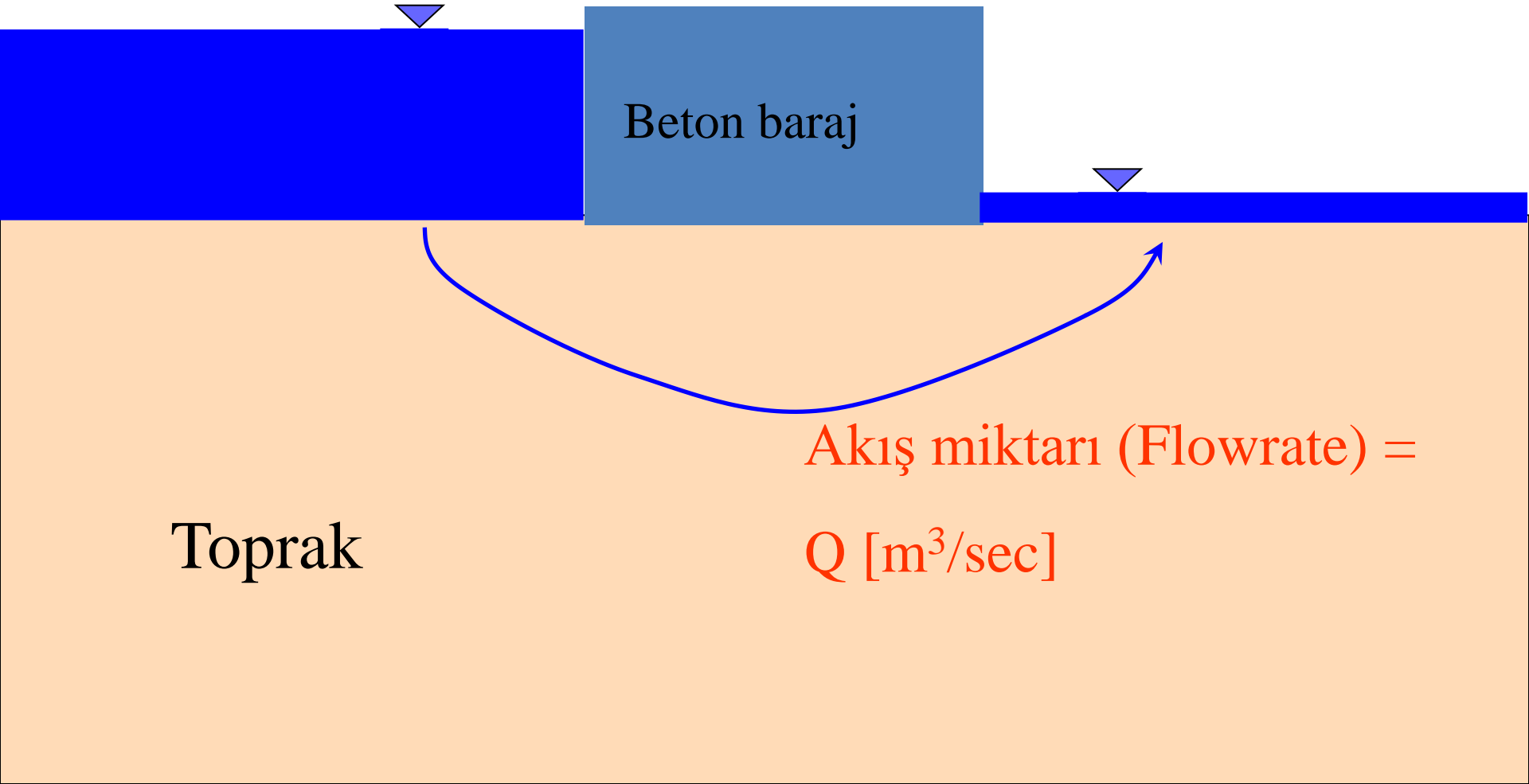
Akış vektörler: eşit büyüklükte ve paralel



Tek boyutta akış

Toprak içinde akış miktarı

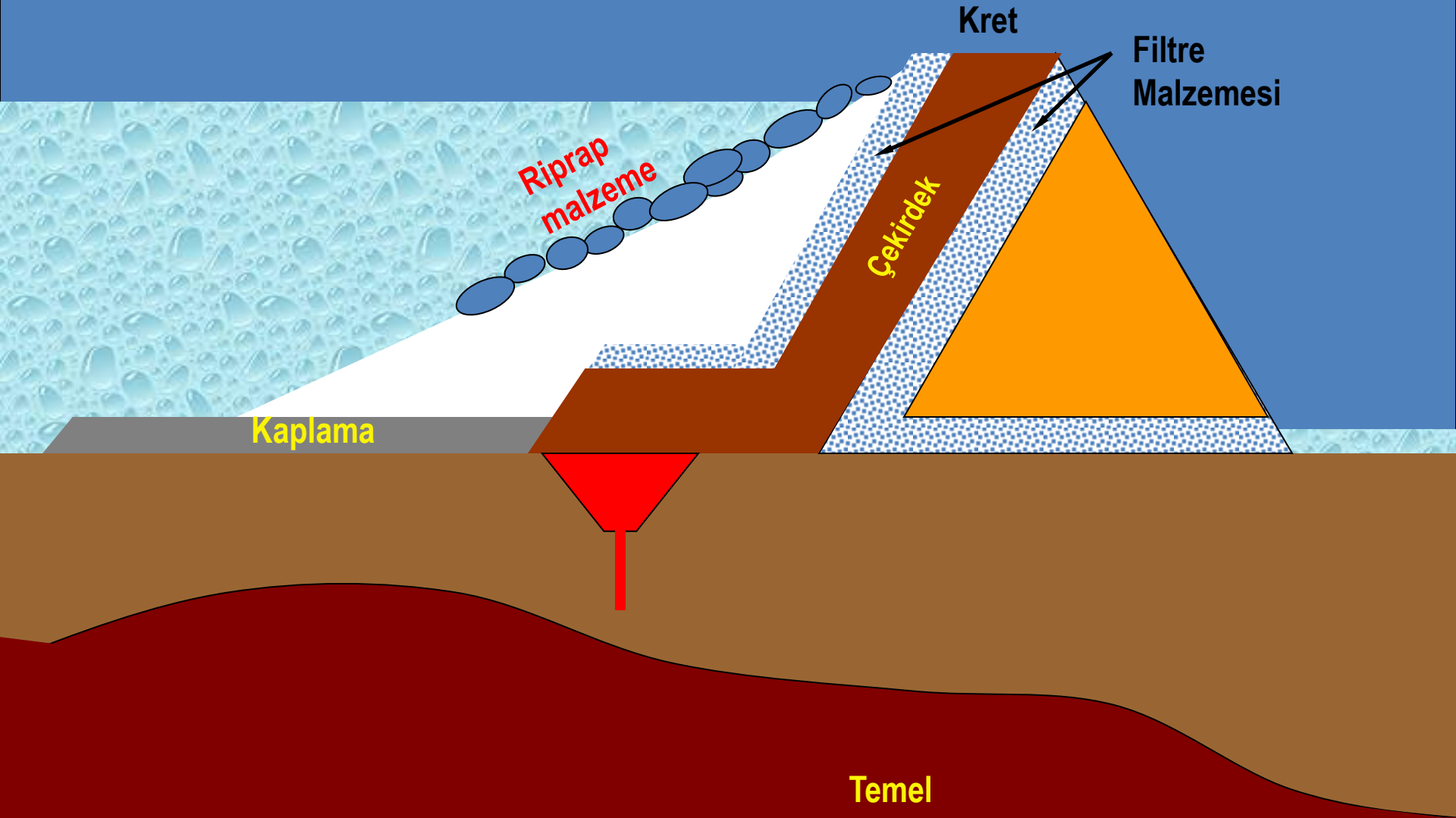
Toprak içindeki akış miktarı nedir?



Akış miktarı (Flowrate) =

Q [m³/sec]

Toprak Dolgu Baraj



Darcy Yasası

Kabuller:

akış laminardır.

toprak özellikleri zamana bağlı değişmez.

$$Q = kiA$$

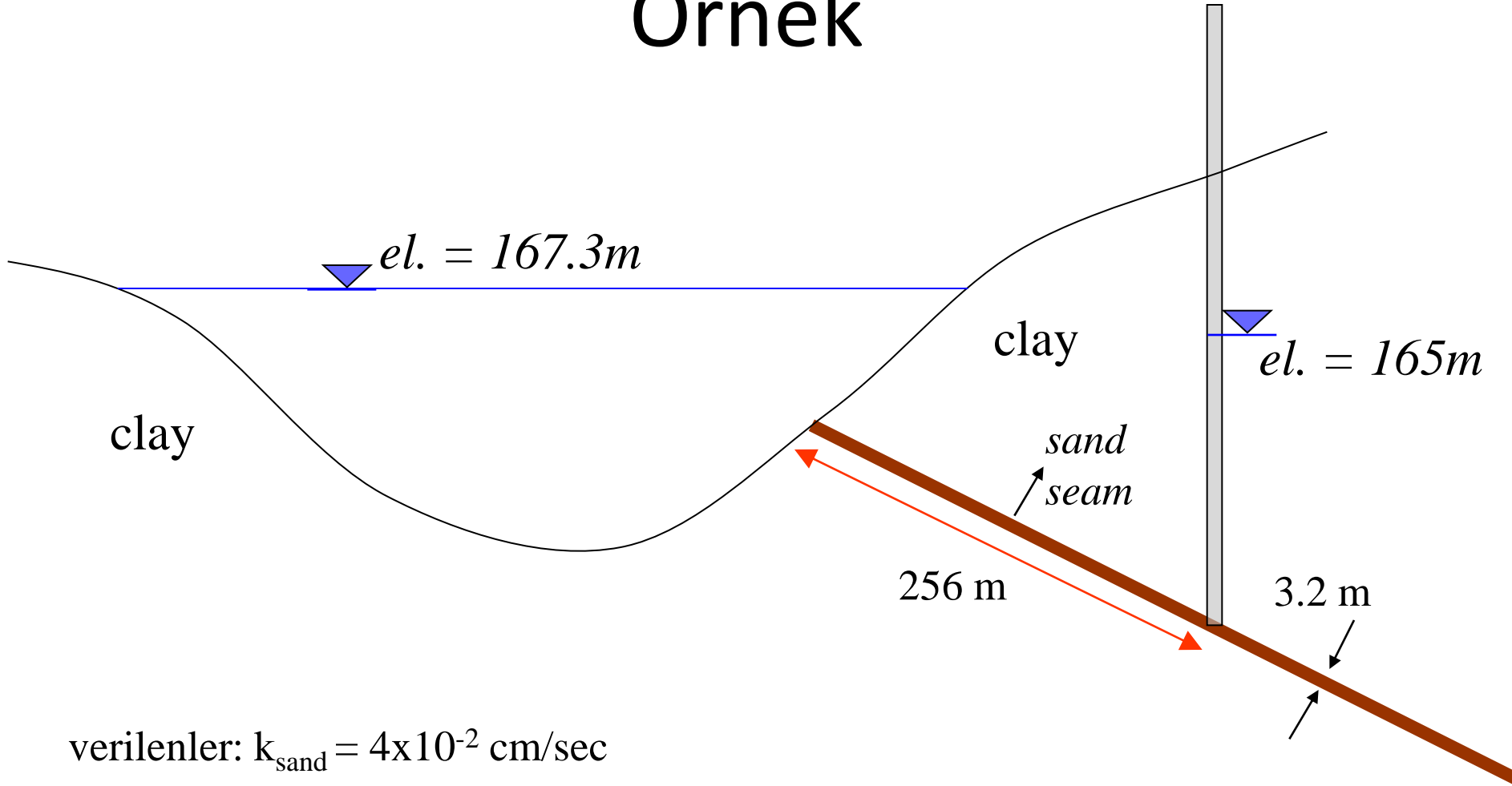
“permeabilite katsayısı”
[cm/s]

Hidrolik
eğim

Akışa dik esit alanı



Örnek



verilenler: $k_{sand} = 4 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$

rezervuar (kesite dik doğrultuda) uzunluğu = 1000 m

Kum bandı boyunca toplam su kaybını (Q) hesaplayınız.

Çözüm

$$Q = kiA$$

$$k = 4 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

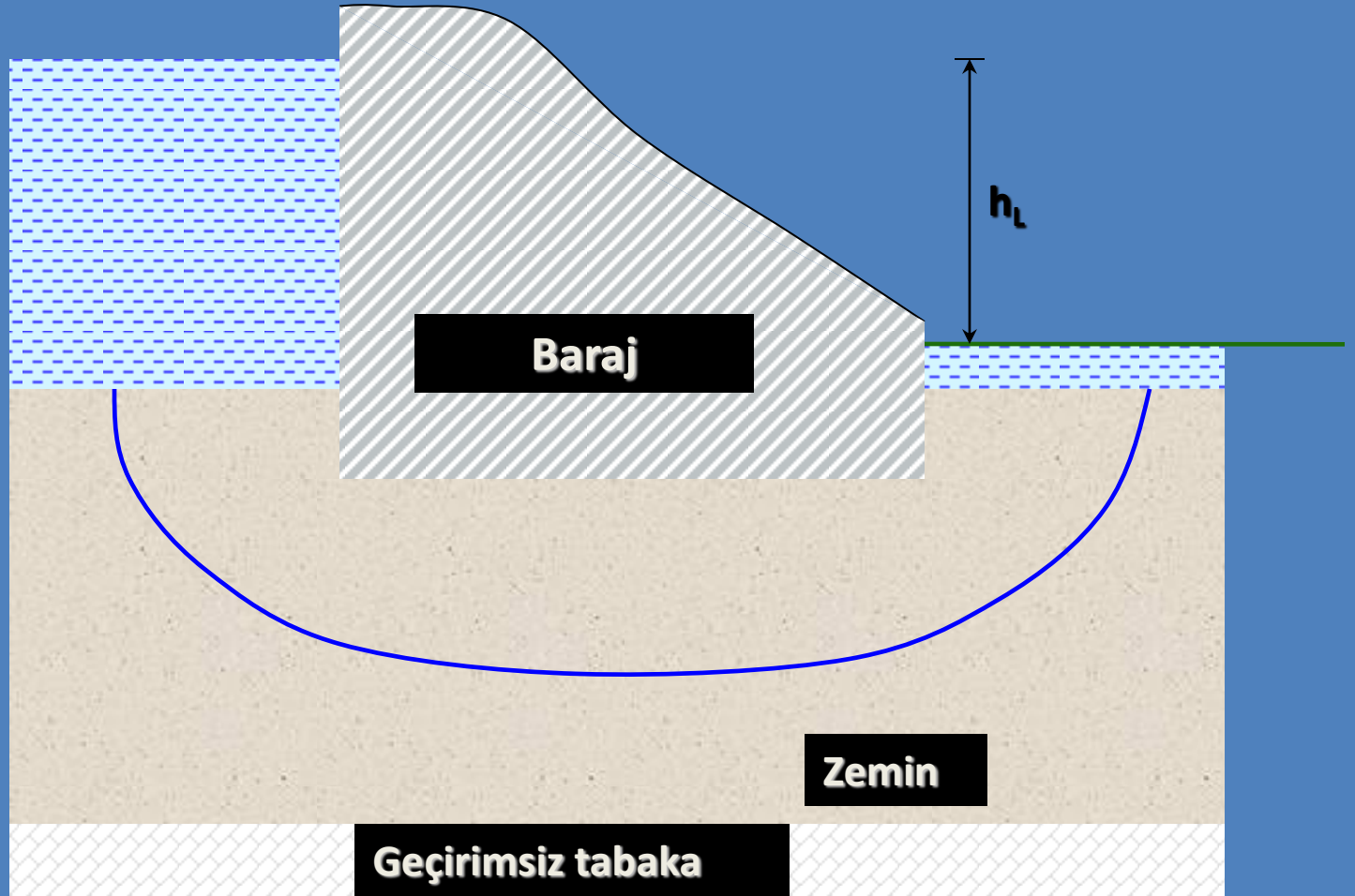
$$i = \Delta h/L = (167.3\text{m} - 165\text{m}) / 256\text{m} = 0.009$$

$$A = (3.2 \text{ m}) (1000 \text{ m}) = 3200 \text{ m}^2$$

$$Q = kiA = 0.0115 \text{ m}^3/\text{sec} = 41.5 \text{ m}^3/\text{hr}$$

AKIŞ AĞLARI

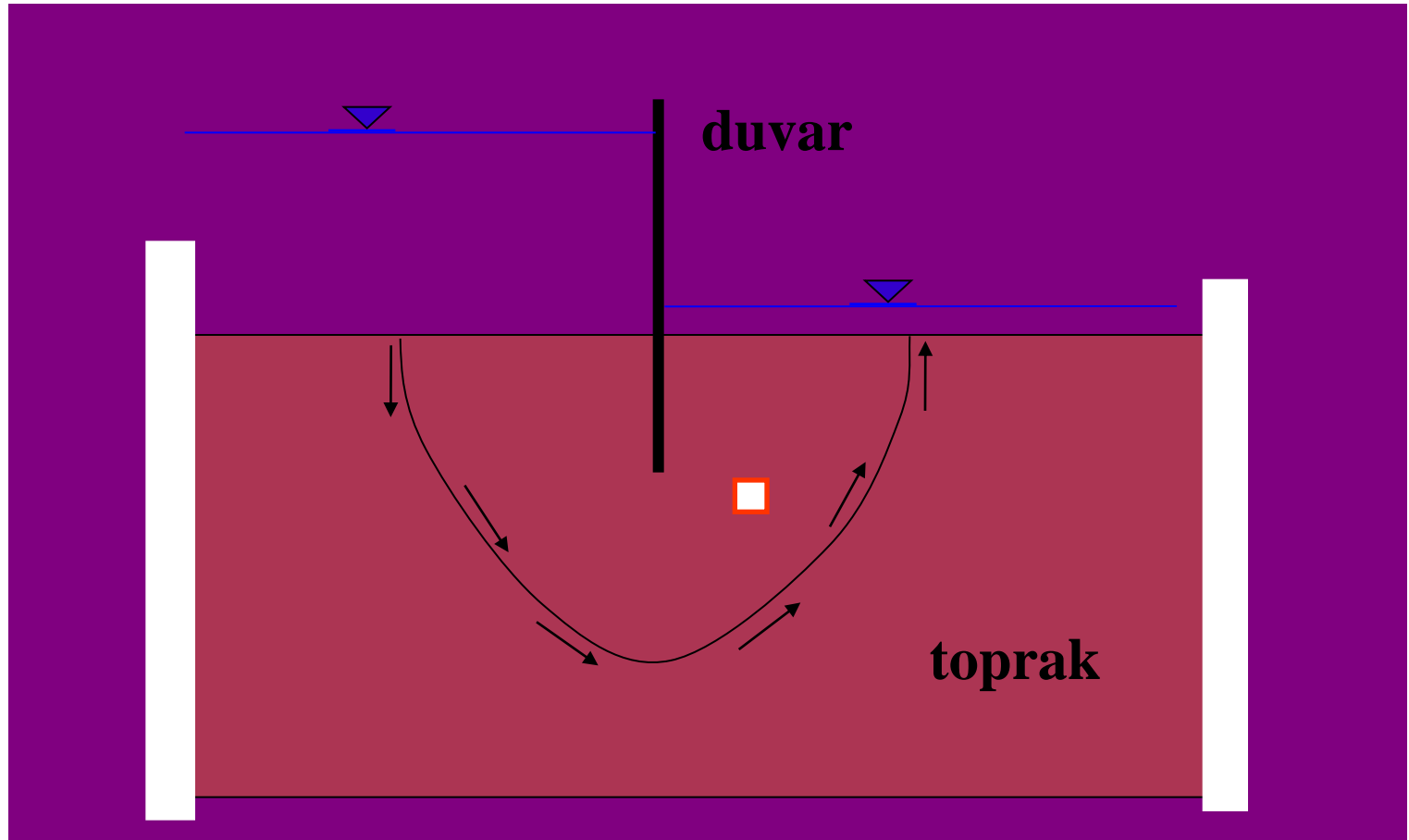
- Akış ağlarının temelini, suyun izlediği yol oluşturur.
- Yukarıdan aşağıya doğru, toplam su yükü akış ağı boyunca düzgün olarak azalmaktadır.



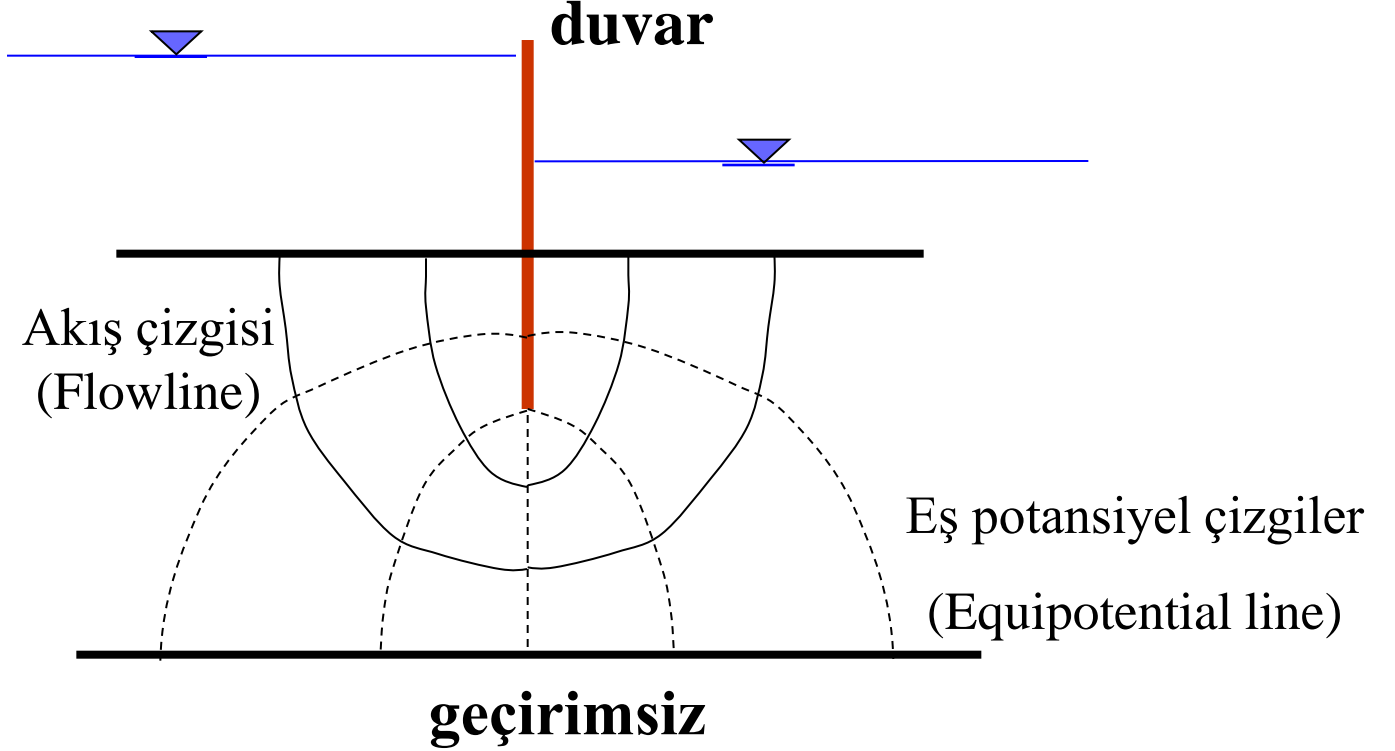
Akış Ağı Teorisi (Flow Net Theory)

1. Akış çizgileri (Streamlines) ve eş potansiyeller bir birine diktir \perp .
2. Akış çizgileri paraleldir.
3. Akış çizgileri ile eş potansiyeller arasındaki gridler, dik açlarla birbirlerini kesen kareye benzer şekilde olmalıdır.
4. İki akış çizgisi arasındaki kanallar boyunca aynı akış vardır.

2D akış



Akış ağı (Flownets)

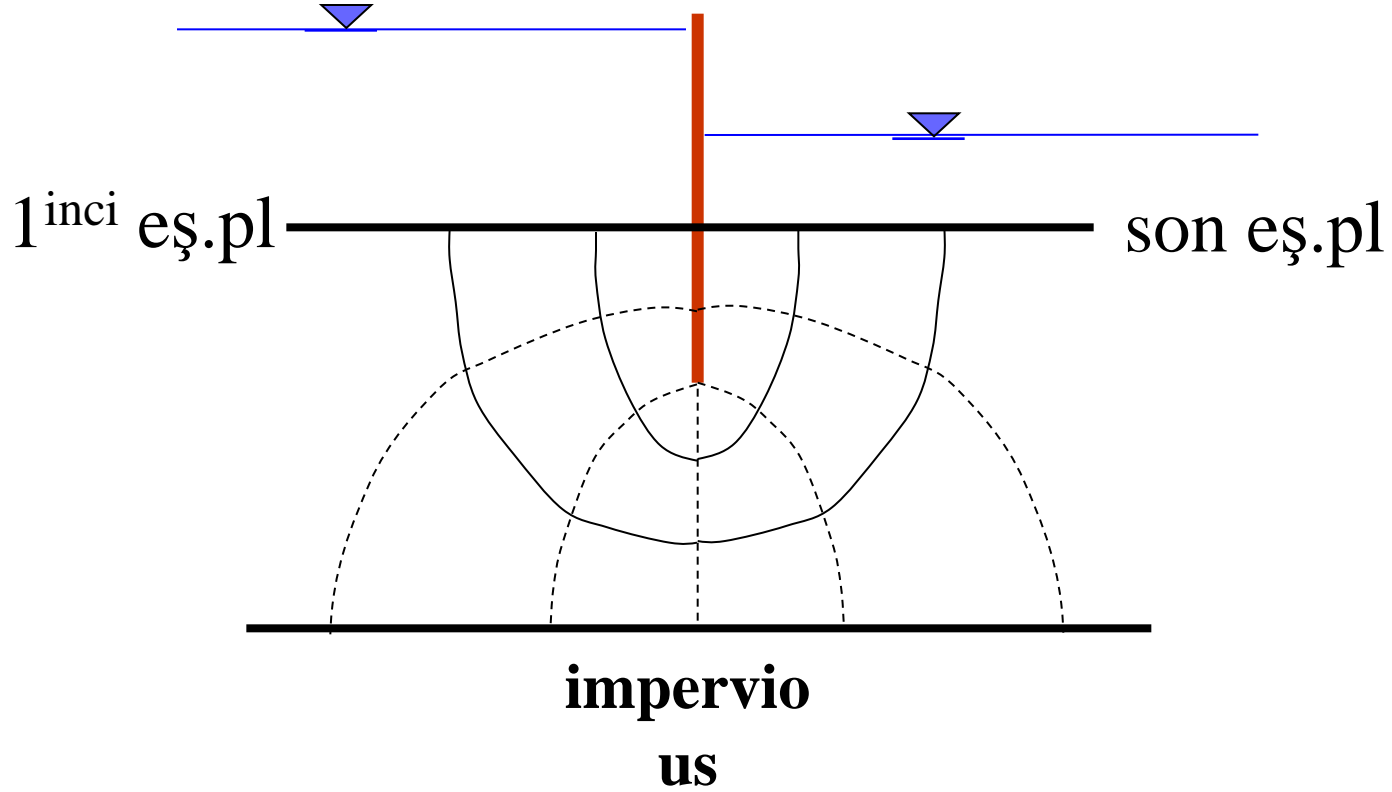


Akış yolu (Flowpath) – iki akış çizgisi arasındaki kanal

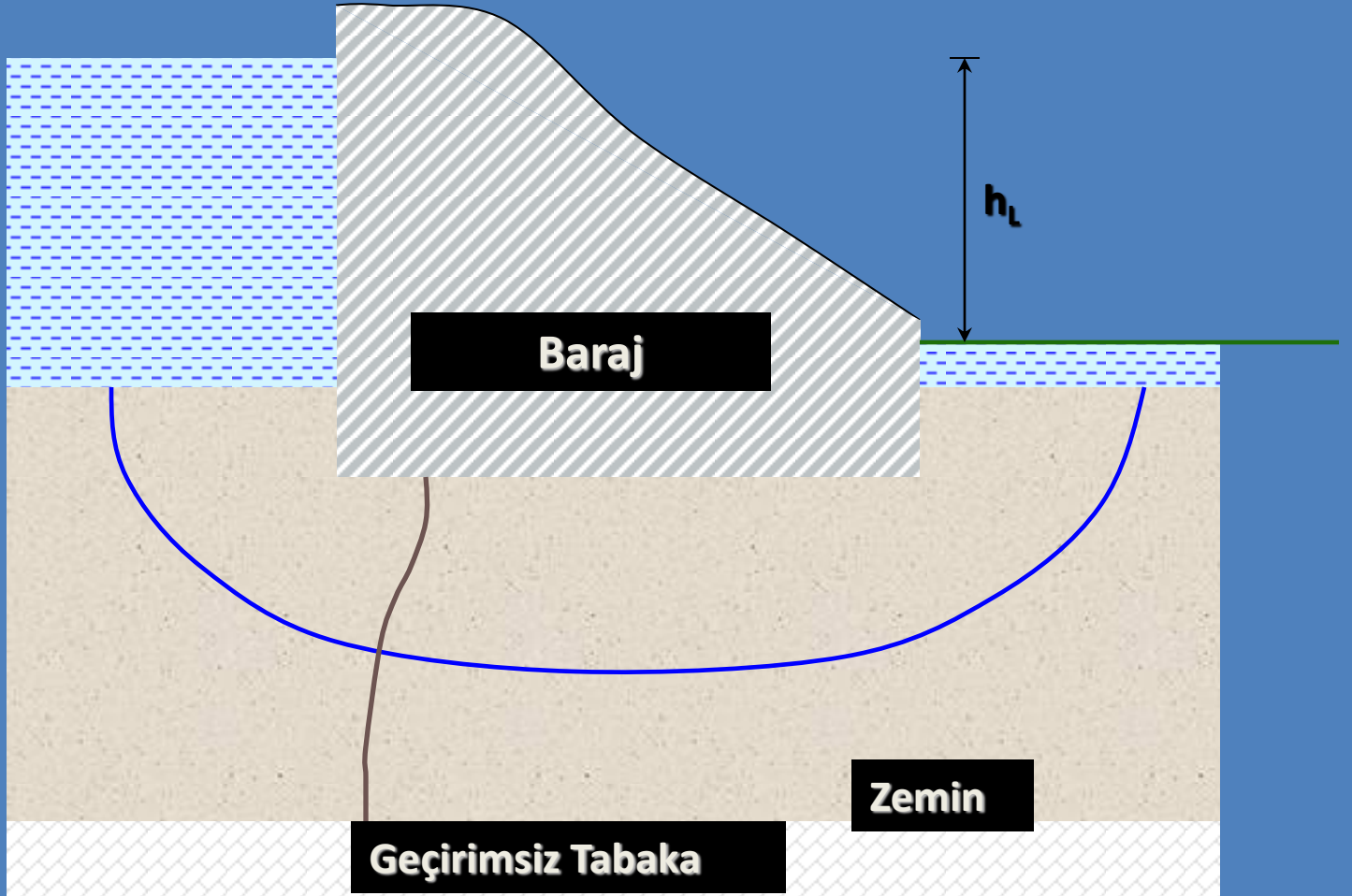
Eş potansiyel çizgisi (Equipotential line) – toplam su yükünün aynı olduğu hat

Akış ağı (Flownets)

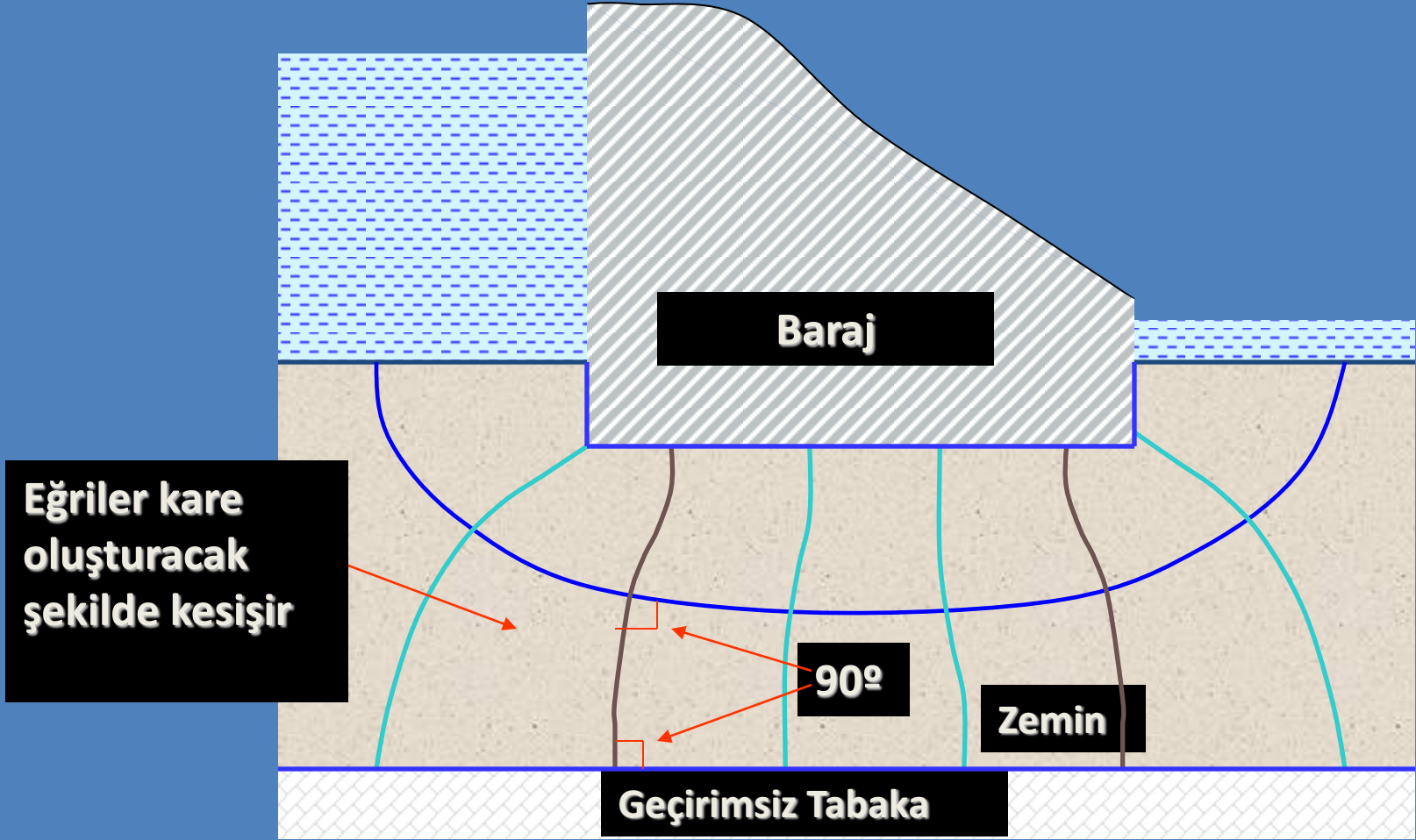
1^{inci} eş potansiyel içten başlar }
son eş potansiyel dışta biter } toprağın



Eş potansiyel eğrisi, basitçe toplam hidrolik yüke bağlı, eş yükselti eğrileri olarak da tanımlanabilir.



Seçilen akım çizgileri ve eş potansiyel çizgileri ağı



Sızma Miktarı (q)

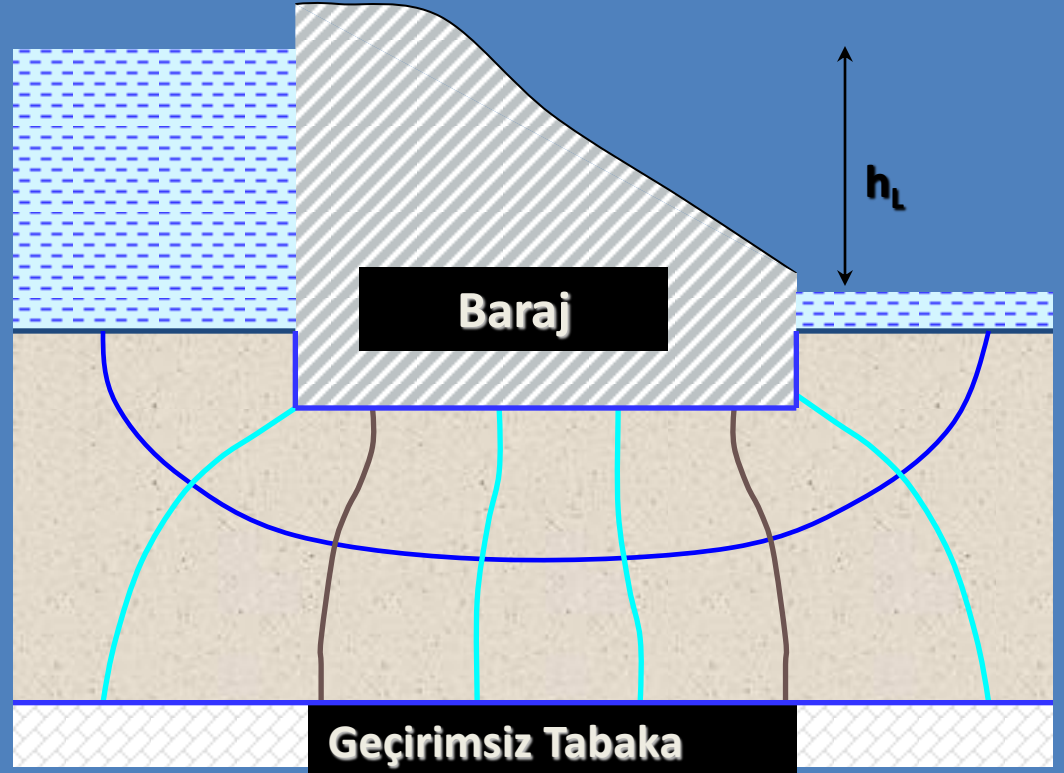
$$q = kh_L \frac{N_f}{N_d}$$

Akım çizgileri sayısı

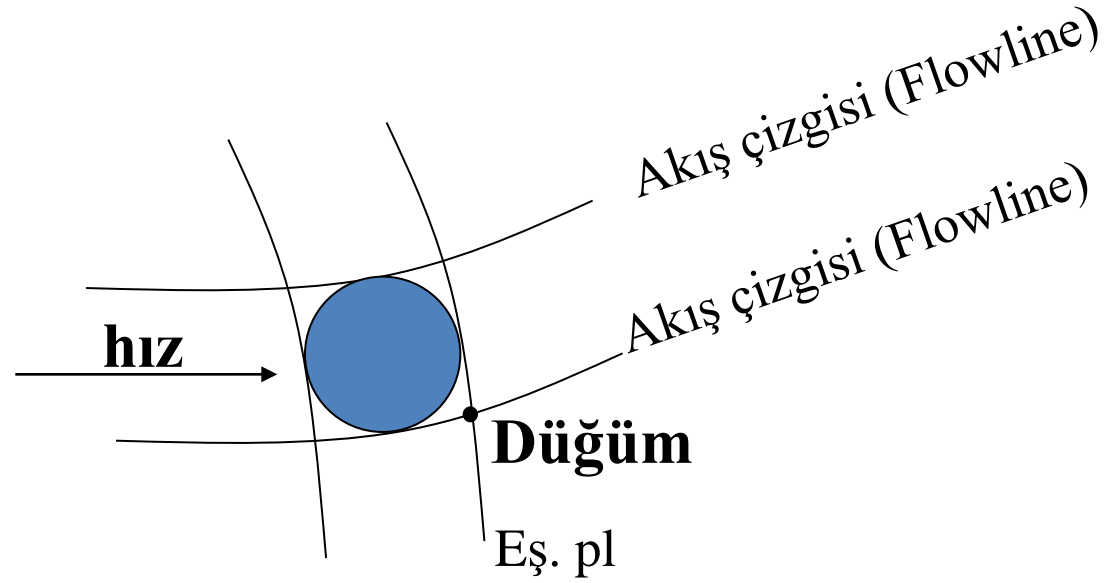
Düzlem normalindeki birim uzunluk için ifade edilmiştir.

Eş potansiyel çizgileri sayısı

Memba ile mansap arasındaki hidrolik yük farkı



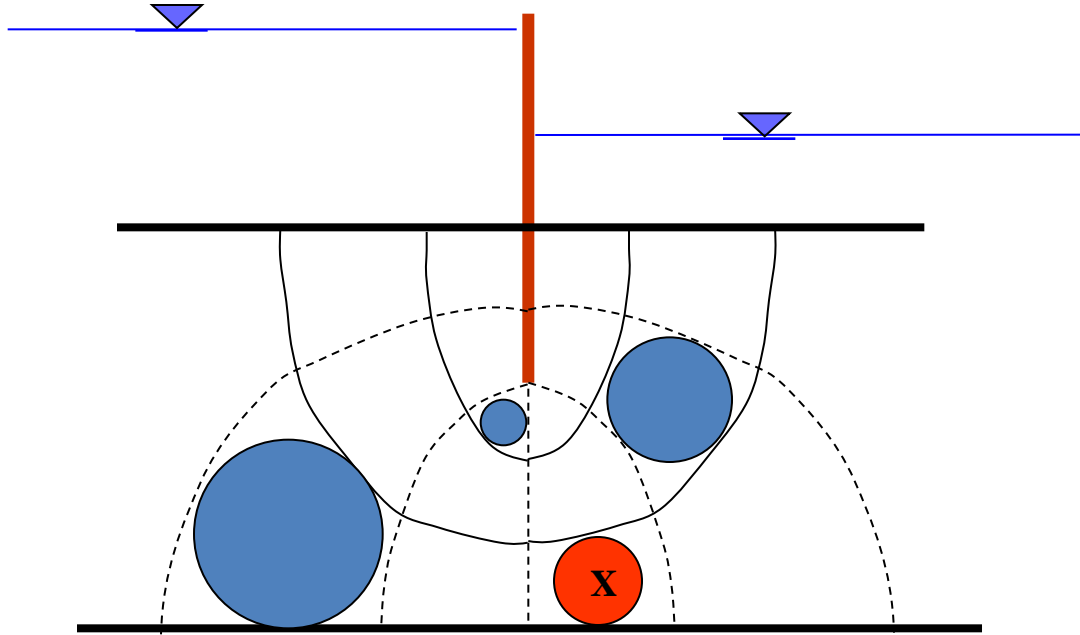
Akış Ağı (Flownets)



Gerekenler:

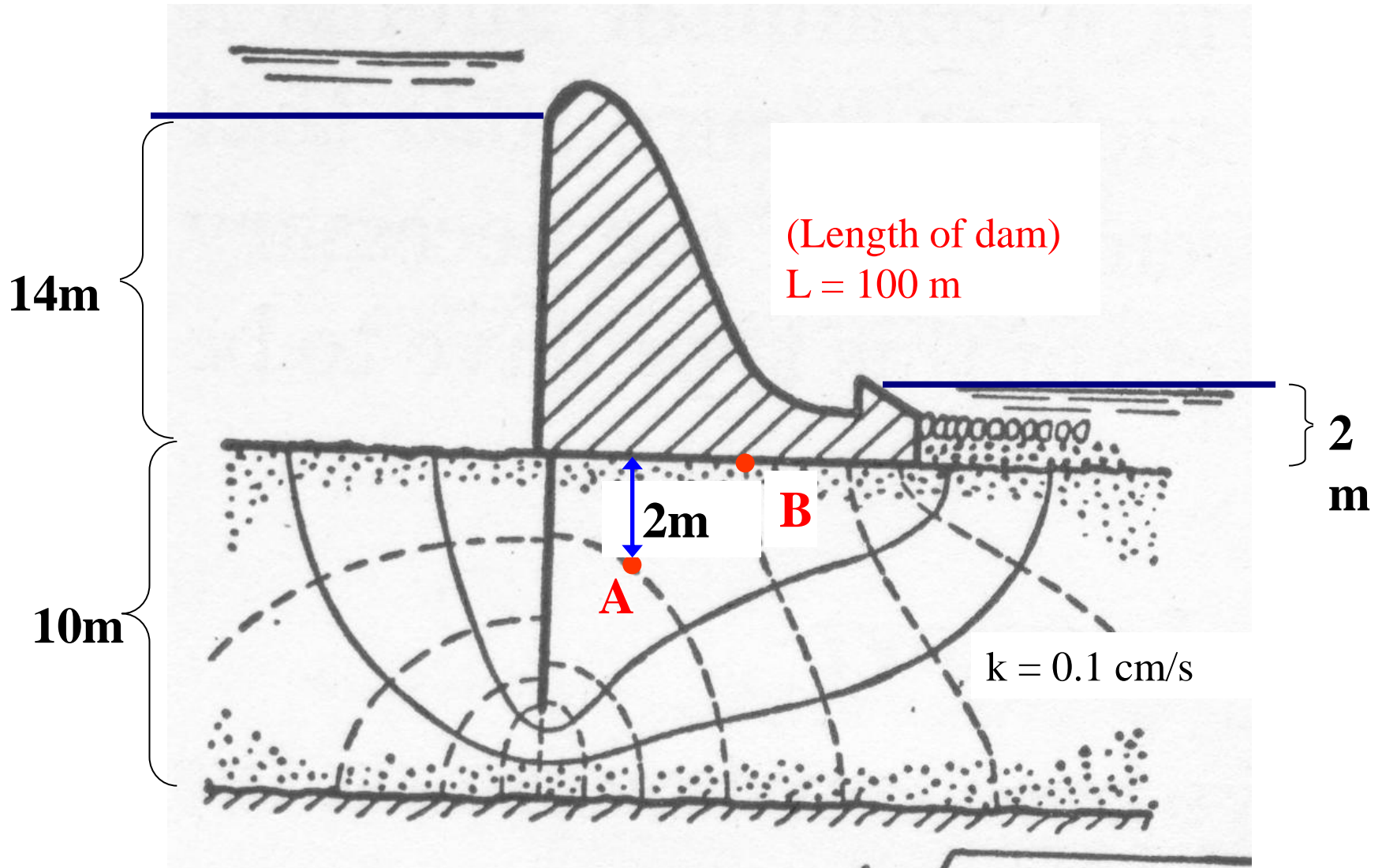
- Düğümlerde dik kesişimler
- Karemsiliğin korunması

Akış ağı (Flownets)



Hatalı – tekrar çiz!

Flownets - Örnek



$$Q = h \cdot k \cdot (N_{FP}/N_{ED})$$

$$\Delta h = h/N_{ED}$$

Flownets - Örnek

$$h = 14 - 2 = 12 \text{ m}$$

$$N_{\text{FP}} = 3$$

$$N_{\text{ED}} = 12$$

$$Q = h \times L \times k \times (N_{\text{FP}}/N_{\text{ED}})$$

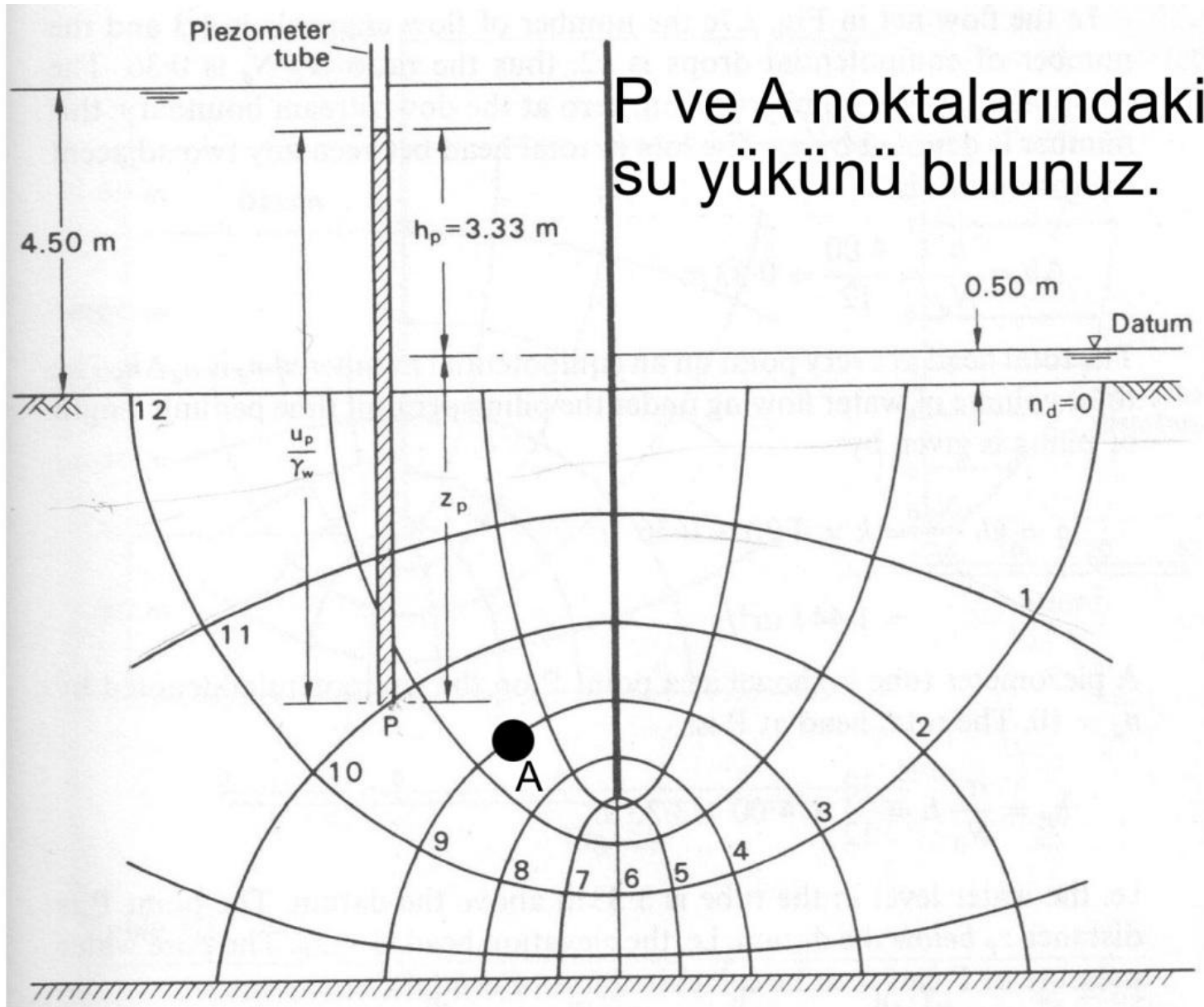
$$Q = 0.3 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$h_p \text{ at A} = (4+2+2) = 8 \text{ m}$$

$$h_p \text{ at B} = (3+2) = 5 \text{ m}$$

$$u_A = (h_p)(\gamma_w) = 78.5 \text{ kPa}$$

$$u_B = (h_p)(\gamma_w) = 49 \text{ kPa}$$



P ve A noktalarındaki su yükünü bulunuz.