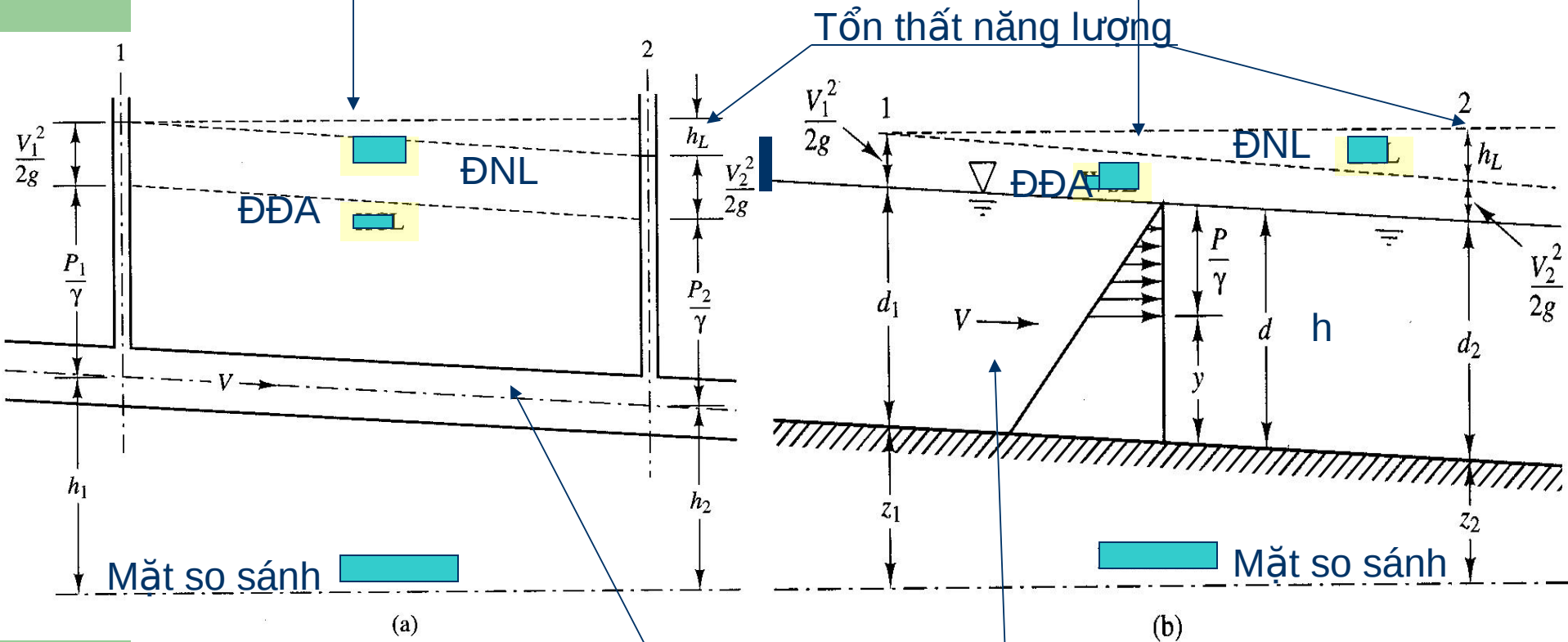


Dòng chảy trong kênh hở

- + Dòng chảy đều
- + Dòng chảy không đều thay đổi chậm

So sánh dòng chảy đều trong ống và kênh hở



Dòng chảy trong ống

Dòng chảy kênh hở

Dòng đều trong kênh hở

$$i = J_p = J$$

- Công thức cơ bản: $Q = \text{const}$

$$\omega_1 v_1 = \omega_2 v_2 = Q$$

$$\tau_0 = \gamma \frac{\omega}{l} \sin \alpha \qquad \tau_0 = \gamma Ri$$

$$\frac{\tau_0}{\rho} = v_*^2 \qquad v_* = \sqrt{gRi} \qquad C = k_s R^{1/6} = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

$$v = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \sqrt{Ri}$$

$$v = C \sqrt{Ri}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

Qwan hệ

$$\sqrt{\frac{8}{f}} = \frac{R^{1/6}}{n\sqrt{g}} = \frac{C}{\sqrt{g}} = \frac{V}{\sqrt{gRS_f}}$$

- cho rôi thành trơn
- thành trơn sang thành nhám $\frac{1}{\sqrt{f}} = 1,80 \lg Re - 1,5146$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1,14 - 2,0 \lg \frac{k_s}{4R} + \frac{21,25}{Re^{0,9}}$$

- : k_s - nham cát tương đương (bê tông nhám: k_s (mm) = 3,0 ÷ 4,5; kênh đất thẳng đều: $k_s = 3,0$, mặt bê tông rất nhẵn: $k_s = 0,15 \div 0,30$;
- xây đá, cuội sỏi: $k_s = 6,0$);

Nhám phức tạp

$$n = \left[\sum_1^N \frac{\chi_N n_N^{\frac{3}{2}}}{\chi} \right]^{\frac{2}{3}}$$

- Theo *Einstein*: thành ω N phần có

$$\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_N$$

$$n_1, n_2, \dots, n_N$$

$$V_1 = V_2 = \dots = V_N = V$$

$$v = \frac{1}{n} \left(\frac{\omega}{\chi} \right)^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n} \left(\frac{\omega_1}{\chi_1} \right)^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} = \dots = \frac{1}{n_N} \left(\frac{\omega_N}{\chi_N} \right)^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

Nhám phức tạp

- Theo *Pavlôpski*,

$$n = \left[\frac{\sum_{N=1}^N \chi_N n_N^2}{\chi} \right]^{\frac{1}{2}}$$

PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN ĐỘNG DẪN

LỰC CẢN = $\tau_o P \Delta x$

C. VI UỐT = P

TRỌNG LỰC = $\gamma A \Delta x \sin \theta$

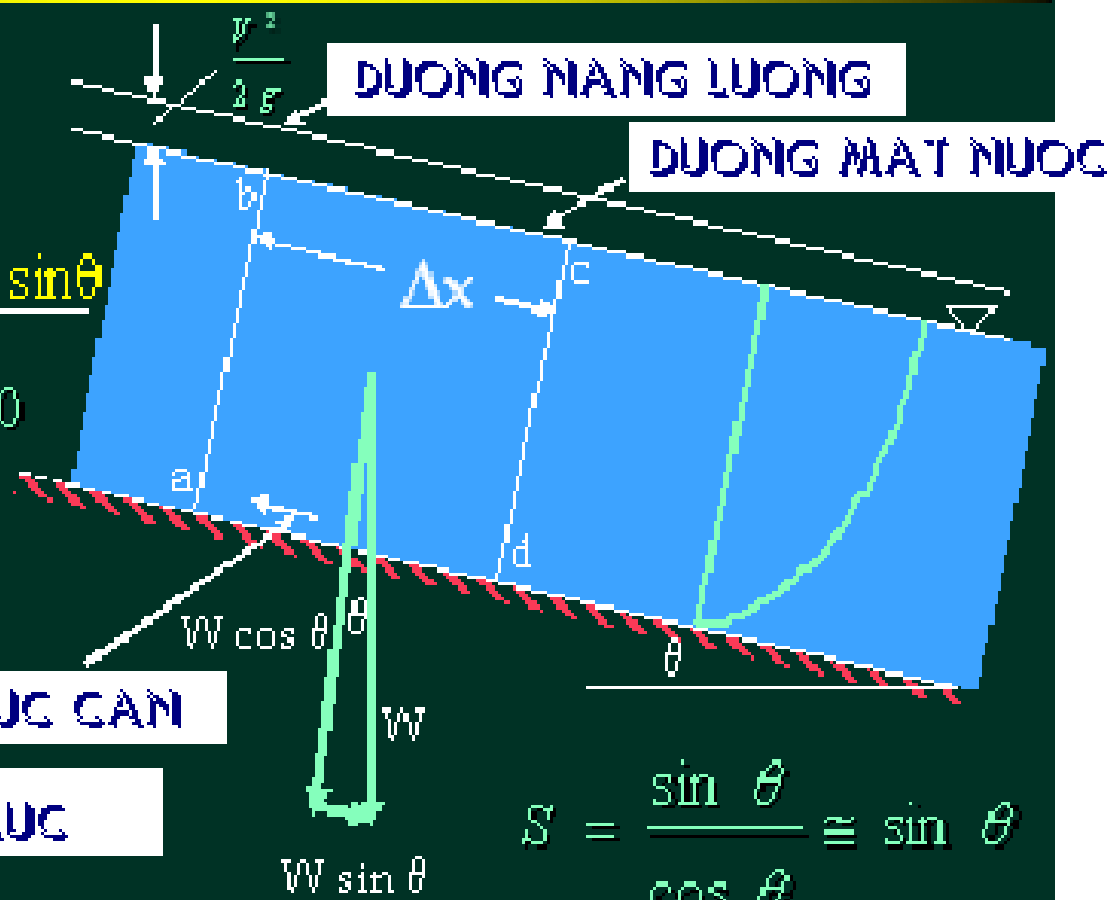
$\gamma A \Delta x \sin \theta - \tau_o P \Delta x = 0$

$\tau_o = \gamma \frac{A}{P} \sin \theta$

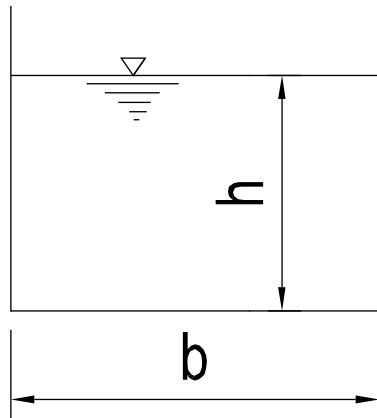
LỰC CẢN

$\frac{A}{P} = R_h$ B. K. THUY LỰC

$S = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \cong \sin \theta$



Các dạng mặt cắt thông dụng

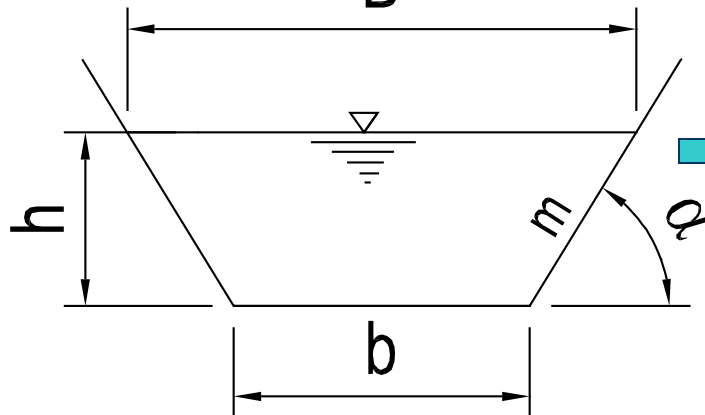


$$\omega = b.h$$

$$\chi = b + 2h$$

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

B

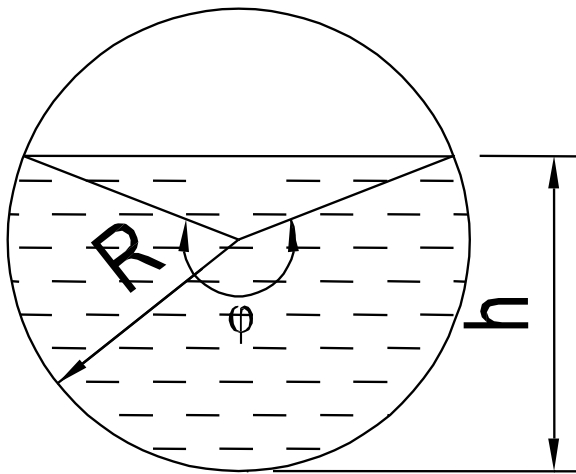


$$\omega = b.h + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot h.h.m = h(b + h.m)$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{\omega}{\chi}; \quad m = \cotg \alpha$$

Các dạng mặt cắt thông dụng



$$\omega = \frac{r^2}{2} (\varphi - \sin \varphi)$$

$$\chi = r \cdot \varphi$$

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

Tính dòng chảy đều

$$Q = \frac{1}{n} \omega R^{2/3} S_o^{1/2} \quad K \sqrt{S_o}$$

$$K = \frac{1}{n} \omega R^{2/3}$$

- Yếu tố mặt cắt tính dòng đều. $nK = \omega R^{2/3}$
- kênh hình thang

$$P = b + 2h_o \sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{\omega}{P} = \frac{(b + mh_o)h_o}{b + 2h_o \sqrt{1 + m^2}}$$

$$\omega R^{2/3} = \frac{(b + mh_o)^{5/3} h_o^{5/3}}{(b + 2h_o \sqrt{1 + m^2})^{2/3}} = f(b, m, h_o)$$

Tính dòng chảy đều

- Đặt

$$\phi = \frac{\omega R^{2/3}}{b^{8/3}}$$

- Kênh có $\frac{h_o}{b} = 0,02$

$$Q = \frac{1}{n} \omega R^{2/3} S_o^{1/2} \quad \frac{nQ}{\sqrt{S_o}} = \omega R^{2/3}$$

$$\omega R^{2/3} = \frac{(bh_o)^{5/3}}{(b + 2h_o)^{2/3}} = \frac{(h_o / b)^{5/3}}{(1 + 2h_o / b)^{2/3}} b^{8/3}$$

$$\frac{nQ}{\sqrt{S_o} b^{8/3}} = \frac{\omega R^{2/3}}{b^{8/3}} = \frac{(\eta_o)^{5/3}}{(1 + 2\eta_o)^{2/3}} = \phi(\eta_o)$$

TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG

$$Q = v\omega = \omega C \sqrt{Ri} = \frac{1}{n} R^{2/3} \omega i^{1/2}$$

- $\eta_o = h_o / b$ $\phi(\eta_o) \sim \eta_o$

$$\frac{nQ}{\sqrt{S_o} b^{8/3}} = \frac{\omega R^{2/3}}{b^{8/3}} = \frac{(1 + m\eta_o)^{5/3} (\eta_o)^{5/3}}{(1 + 2\sqrt{1 + m^2 \eta_o})^{2/3}} = \phi(\eta_o, m)$$

- (phụ lục 1)

- Biết ω , b và m thì h_o là: $\rightarrow h_o = \frac{\sqrt{b^2 + 4\omega m} - b}{2m}$

Kênh tròn

$$\omega = \frac{D^2}{8} (2\theta - \sin 2\theta); \quad P = 2r_0\theta = D\theta; \quad \theta = f(h_0 / D);$$

- Kênh tròn có góc ở tâm chắn đường mặt nước

$$\frac{nQ}{\sqrt{S_0} D^{8/3}} = \frac{\omega R^{2/3}}{D^{8/3}} = \frac{1}{32} \frac{(2\theta - \sin 2\theta)^{5/3}}{\theta^{2/3}} = \phi(h_0 / D)$$

- (phụ lục 2)

Kênh có mặt cắt lợi nhất về thủy lực

$$\beta_{\text{ln}} = \left(\frac{b}{h}\right)_{\text{ln}} = 2(\sqrt{1+m^2} - m)$$

$$R = \frac{h}{2}$$

- Kênh nửa đường tròn có chu vi ướt là nhỏ nhất

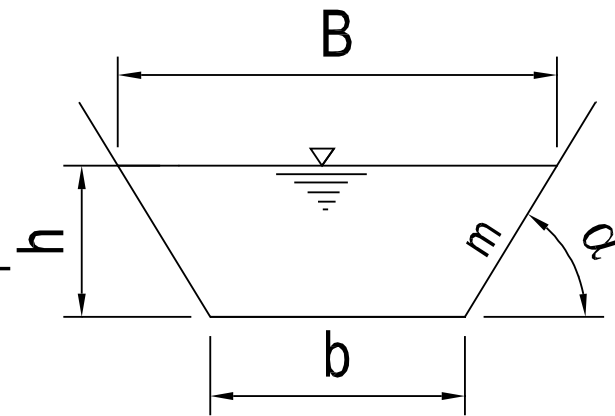
$$\omega = \frac{\pi r^2}{2}, \chi = \pi r, R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{r}{2} = \frac{h}{2}$$

- Kênh hình thang

$$\omega = (b + mh)h$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2}$$

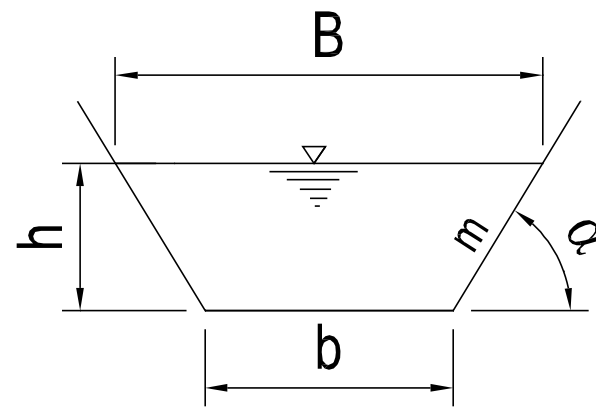
$$\chi = \chi_{\text{min}}$$



- kênh mặt cắt chữ nhật $b = B$

$$\beta_{\text{ln}} = \left(\frac{b}{h}\right)_{\text{ln}} = 2$$

Kênh có mặt cắt lợi nhất về thủy lực, m =hằng số



$$\omega = b.h + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot h.h.m = h(b + h.m)$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$b = \frac{\omega}{h} - mh$$

$$\chi = \frac{\omega}{h} - mh + 2h\sqrt{1 + m^2} = f(h)$$

$$\frac{d\chi}{dh} = 0 \quad \rightarrow$$

$$\frac{d\chi}{dh} = -\frac{\omega}{h^2} - m + 2\sqrt{1 + m^2}$$

$$-\frac{b}{h} + 2(\sqrt{1 + m^2} - m) = 0$$

$$= -\frac{h(b + mh)}{h^2} - m + 2\sqrt{1 + m^2}$$

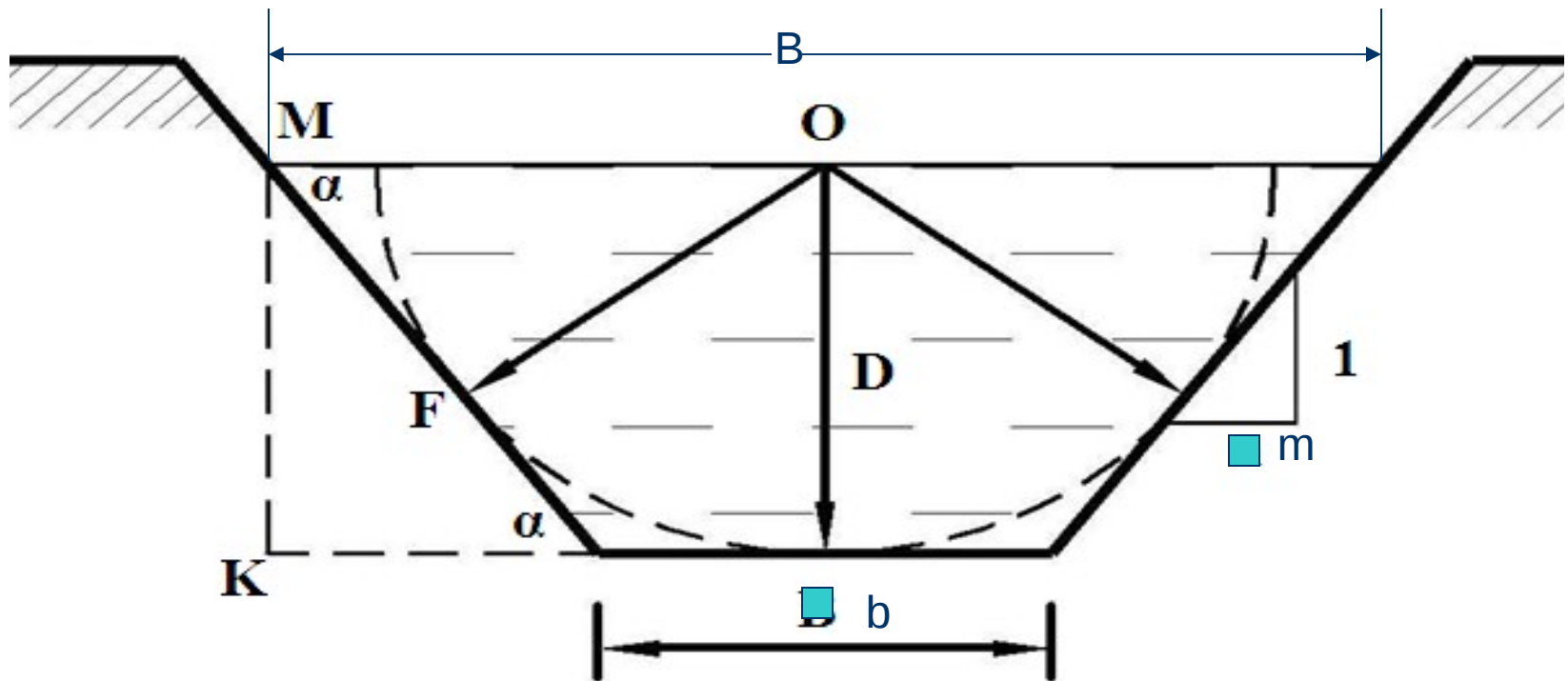
$$\beta_{\text{in}} = \frac{2(\sqrt{1 + m^2} - m)}{1} = 2(\sqrt{1 + m^2} - m)$$

$$= \frac{-b}{h} + 2(\sqrt{1 + m^2} - m)$$

$$OF = D$$

$$= 60^\circ$$

Mặt vắt kênh lợi nhất về thủy lực



HỆ SỐ MÁI DỐC m THAY ĐỔI

CÁC BÀI TOÁN VỀ DÒNG CHẢY ĐỀU TRONG LÒNG DẪN HỒ²

$$Q = \omega C \sqrt{Ri}$$

- Bài toán 1- Tính lưu lượng Q Khi biết diện tích ω và độ dốc đáy i .
- Bài toán 2- Tính độ dốc đáy i khi biết lưu lượng Q và diện tích ω .
- Bài toán 3- Tính diện tích mặt cắt ướt ω khi biết lưu lượng Q và độ dốc đáy i .

Thí dụ 1

∴ Mặt cắt hình thang có độ sâu 3 (m), chiều rộng đáy $b = 10$ (m), $m = 1.5$, $i = 3 \cdot 10^{-4}$, nhám $n = 0.017$. Kiểm tra Q, v

- Bài giải:

$$\omega = (b + mh)h = 43,5 \quad m^2$$

$$\Rightarrow v = C\sqrt{Ri} = 1,67 \quad m/s$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 20,82 \quad m$$

$$\Rightarrow Q = v \cdot \omega = 72,44 \quad m^3/s$$

$$R = \frac{\omega}{\chi} = 2,09 \quad m$$

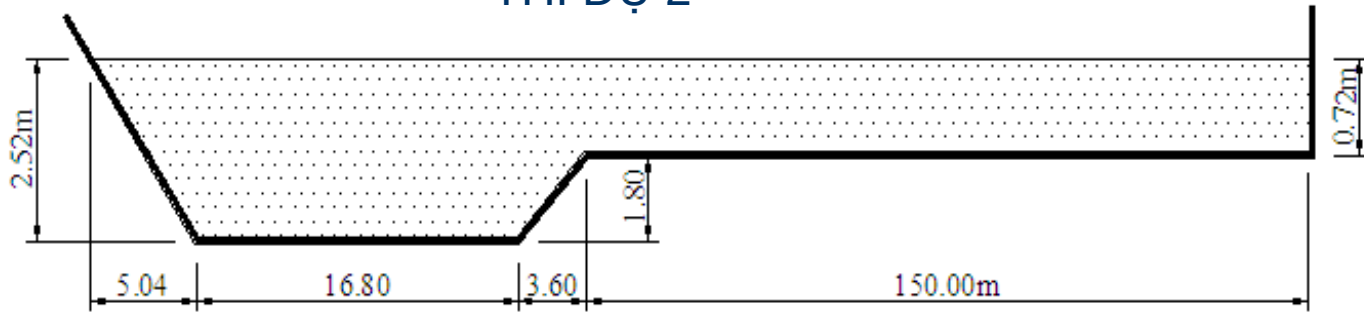
$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = 66,51 \quad (\sqrt{m}/s)$$

Kiểm tra:



$$v_{ox} = 3,6(hd)^{0,25} = 8,06 \quad m/s$$

THÍ DỤ 2



$$V = C \sqrt{R_h S_e}$$

$$A = \frac{2.52 \times 5.04}{2} + 2.52 \times 16.8 + \frac{0.72 \times 2.52}{2} \times 3.6 + 0.72 \times 150 = 162.52 \text{ m}^2$$

$$P = 0.72 + 150 + \sqrt{(1.8^2 + 3.6^2)} + 16.8 + \sqrt{(2.52^2 + 5.04^2)} = 177.18 \text{ m}$$

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{162.52}{177.18} = 0.917$$

$$V = 35 \sqrt{0.917 \times \frac{0.69}{1584}} = 0.7 \text{ m/s}$$

$$Q = VA = 0.7 \times 162.52 = 113.84 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Tìm h_0 theo biểu đồ

$$K_o = \frac{Q}{\sqrt{i}} \quad K = C\omega\sqrt{R}$$

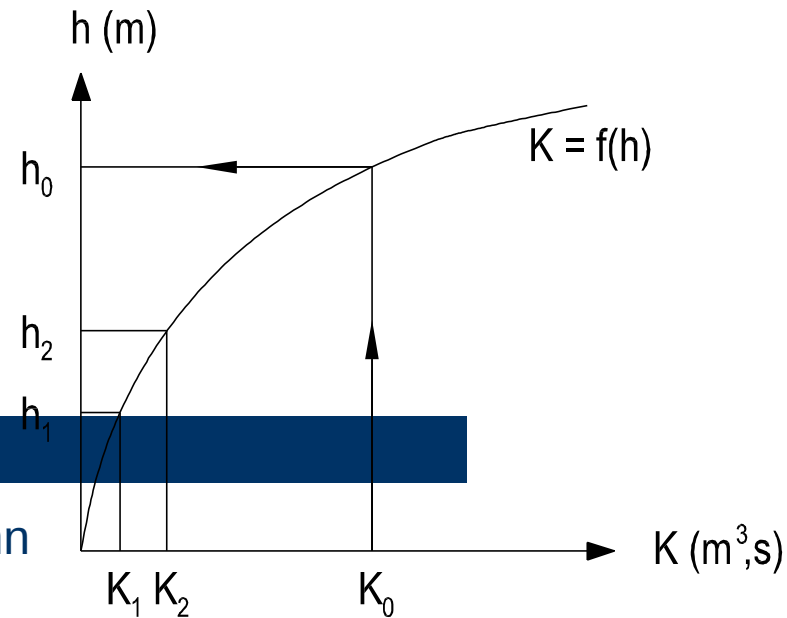
Bước 1: giả thiết độ sâu dòng chảy $h_1, h_2, h_3 \dots h_n$

Bước 2: Đưa các giá trị trên mặt cắt ngang tính toán, nhận được $K_1, K_2, K_3 \dots K_n$ tương ứng với độ sâu đó

Bước 3: Vẽ đồ thị mối quan hệ $K=f(h)$

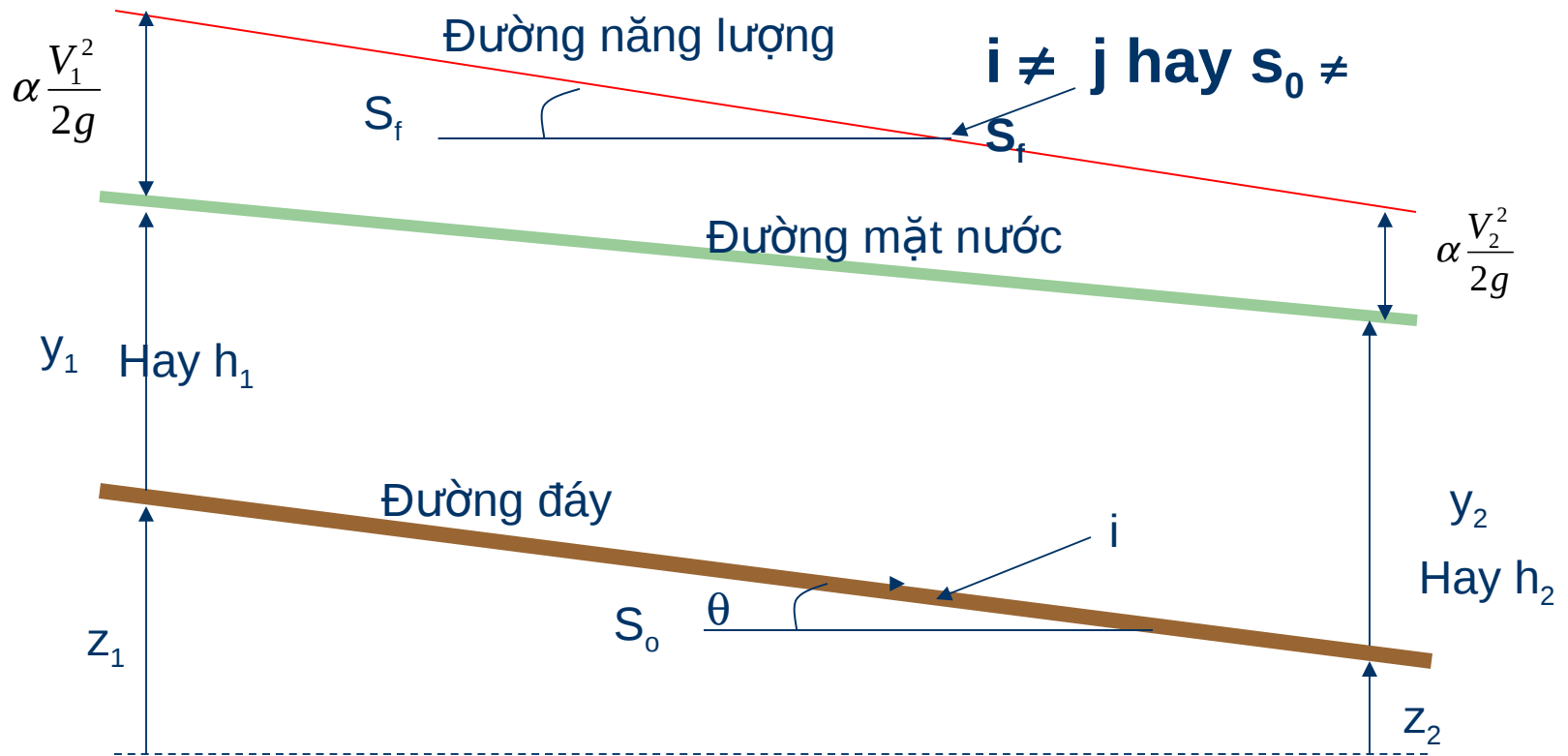
Bước 4: Xác định giá trị $K_o = \frac{Q}{\sqrt{i}}$

Bước 5 : Từ giá trị K_o tra đồ thị tìm được chiều sâu chảy đều h_o



Dòng chảy kênh hở

Sơ đồ mặt cắt dọc dòng chảy



Dòng không đều thay đổi chậm

- Kênh lãng trụ và phi lãng trụ

$$\frac{d\omega}{dl} = \frac{d\omega}{dh} \frac{dh}{dl}$$

$$\frac{d\omega}{dl} = \frac{\omega}{l} + \frac{\omega}{h} \frac{dh}{dl}$$

- **Tỷ năng mặt cắt**
- **Chiều sâu phân giới**
- **Phương trình cơ bản**
- **Các dạng đường mặt nước**

Tỷ năng mặt cắt

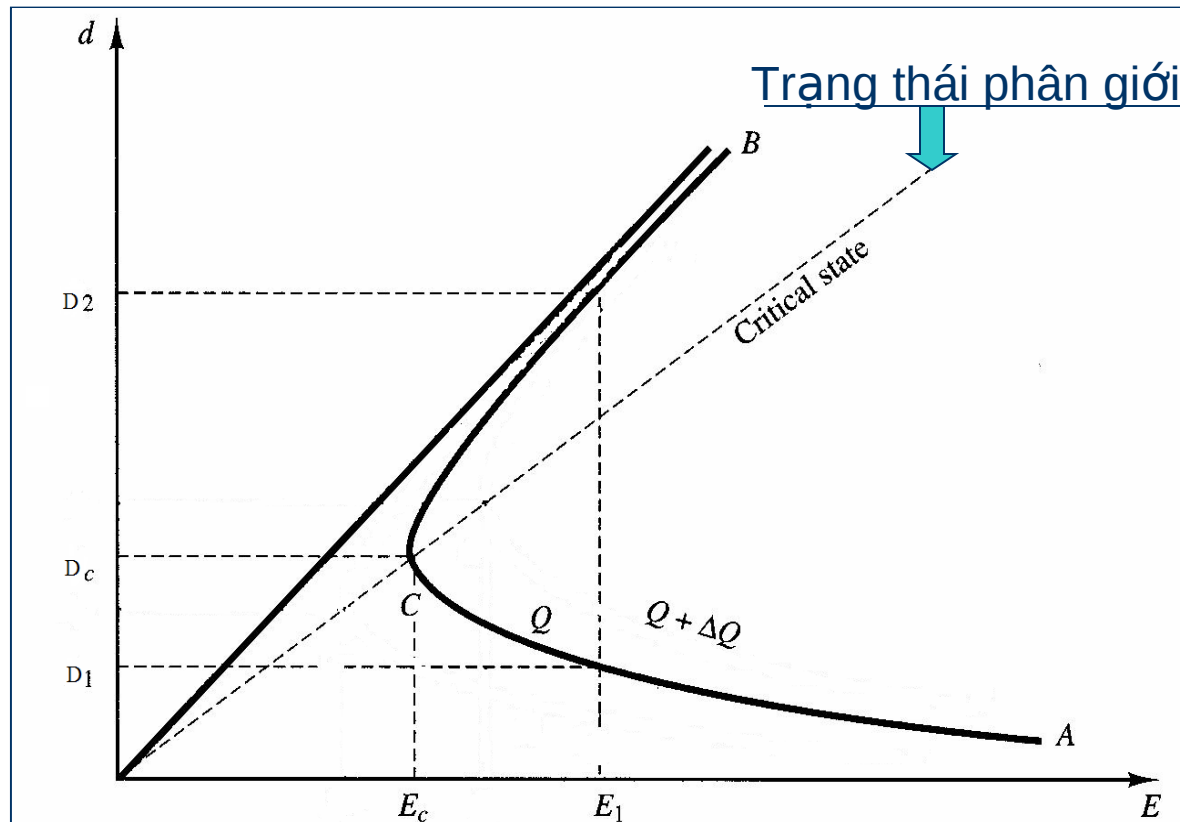
$$E = hc \cos \alpha + \alpha \frac{v^2}{2g}$$

- độ dốc đáy rất nhỏ

$$E = h + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

$$E = h + \frac{\alpha Q^2}{2g\omega^2}$$

$$f(E, h, Q) =$$



Đường cong $h(Q)$ với E không đổi

$$\alpha Q^2 = 2g\omega^2(E - h)$$

$$\frac{d(\alpha Q^2)}{dh} = 0$$

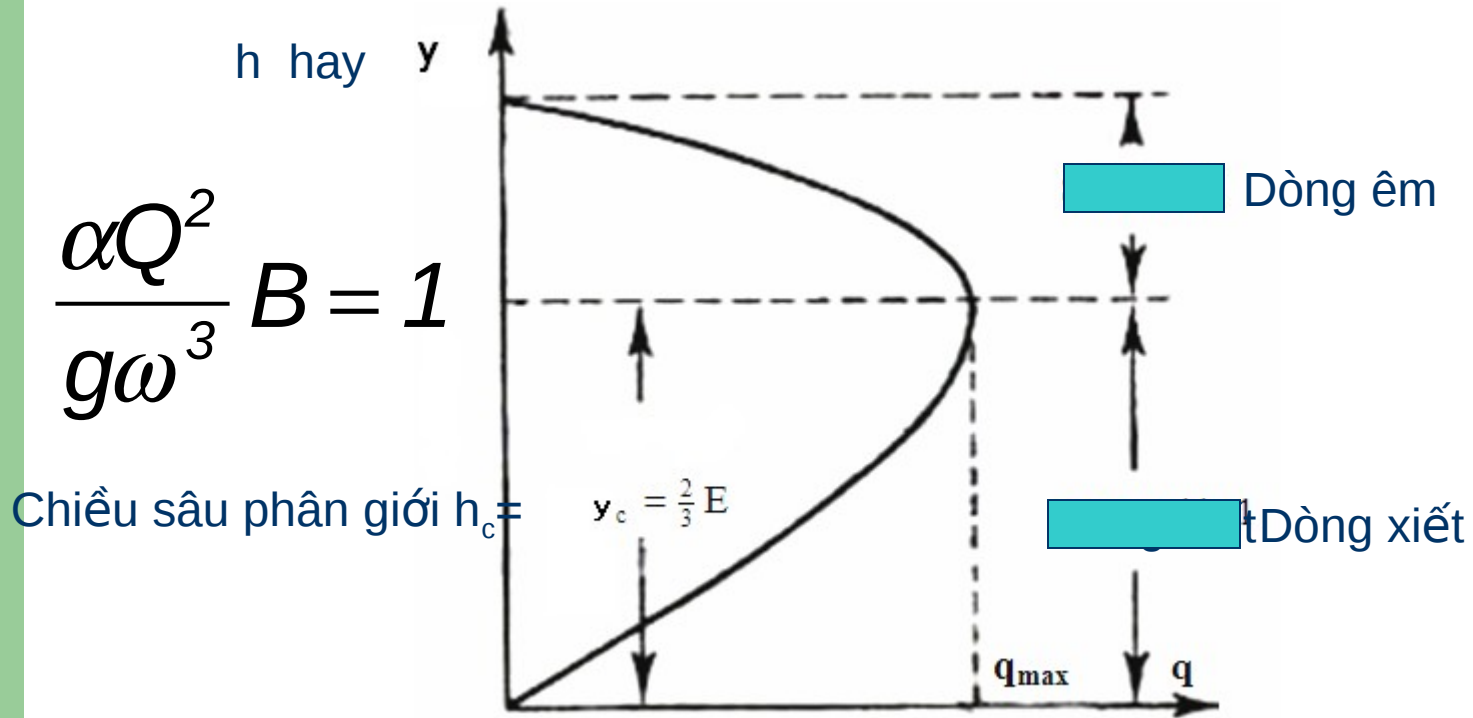
$$\frac{d}{dh}\left(\frac{\alpha Q^2}{2g}\right) = \frac{d}{dh}[\omega^2(E - h)] = 0$$

$$\frac{d\omega}{dh} = B$$

$$2\omega \frac{d\omega}{dh}(E - h) - \omega^2 = 0$$

$$\frac{\alpha Q^2}{g\omega^3} B = 1$$

Đường cong $h(Q)$ với E không đổi



công thức xác định chiều sâu phân giới

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \left(\frac{\omega^3}{B} \right)_k$$

- **Mặt cắt chữ nhật**

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}$$

$$E_k = \frac{3}{2} h_k$$

$$h_k = \frac{\alpha v_k^2}{g}$$

- **Kênh mặt cắt hình thang**

$$k = \sqrt{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}}$$

$$\sigma_k = \frac{mk}{b}$$

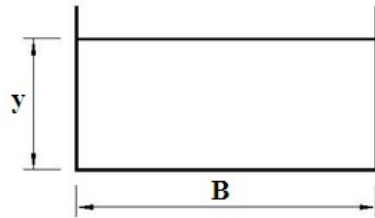
$$h_k = k \left(1 - \frac{\sigma_k}{3} + 0,105\sigma_k^2 \right)$$

$$E_s = y + \frac{Q^2}{2gA^2} \Rightarrow E_s = y + \frac{A}{2T} \quad \text{Phương trình xác định } y_c (h_c)$$

hay $E_c = y_c + \frac{1}{2} \left(\frac{A}{T} \right)$ Phương trình xác định năng lượng đơn vị tại y_c (h_c) cho mọi hình dạng mặt cắt

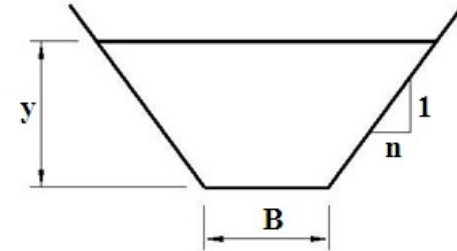
Mặt cắt chữ nhật

$$E_c = \frac{3y_c}{2}$$

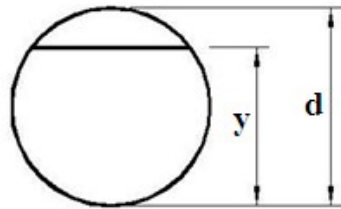


Mặt cắt hình thang

$$E_c = \frac{(3B + 5ny_c)y_c}{2(B + 2ny_c)}$$



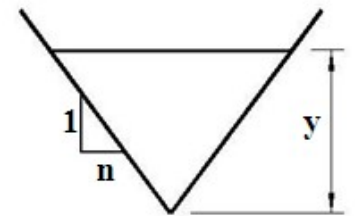
Dạng đường tròn



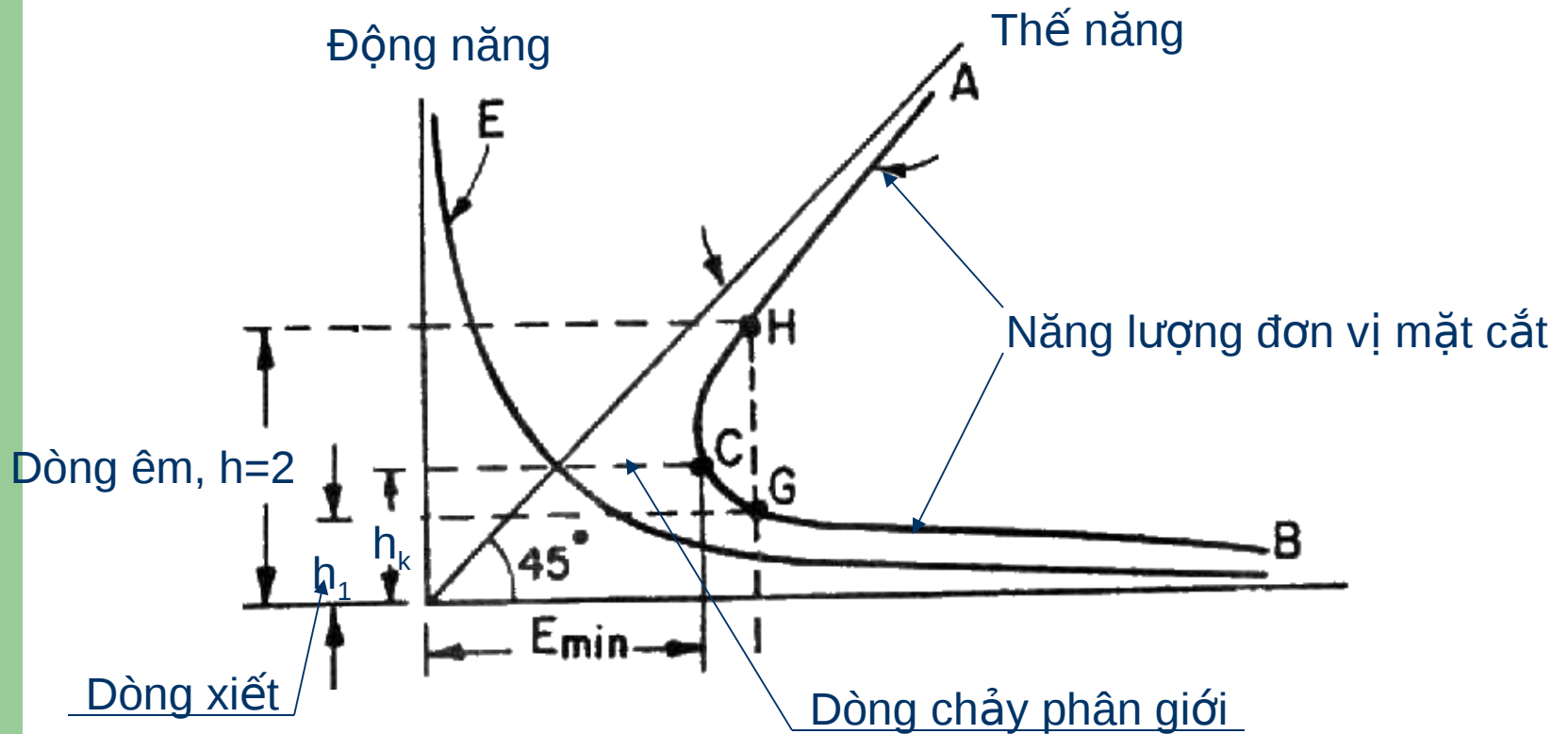
$$E_c = \frac{d}{2}(1 - \cos\alpha) + \frac{d}{16} \frac{(2\alpha - \sin 2\alpha)}{\sin\alpha}$$

Dạng tam giác

$$E_c = \frac{5}{4} y_c$$



Đồ thị chiều sâu phân giới



ĐỘ DỐC PHÂN GIỚI

$$i_k = \frac{g \omega_k}{\alpha B_k C_k^2 R_k} = \frac{g \chi_k}{\alpha B_k C_k^2}$$

$$Q = \omega_0 C_0 \sqrt{R_0} \sqrt{i}$$

$$Q = \omega_k C_k \sqrt{R_k} \sqrt{i_k}$$

$$Q^2 = \omega_k^2 C_k^2 R_k i_k$$

$$\frac{\alpha \omega_k^2 C_k^2 R_k i_k}{g} = \frac{\omega_k^3}{B_k}$$

TRẠNG THÁI CHẢY XIẾT, TRẠNG THÁI CHẢY ÊM, SỐ *FROODE* Fr

- có 3 trường hợp sau:
- Nếu $h > h_k$ thì trạng thái chảy gọi là trạng thái chảy êm.
- Nếu $h < h_k$ thì trạng thái chảy gọi là trạng thái chảy xiết
- Nếu $h = h_k$ thì đó là trạng thái chảy phân giới.

Số Froode (Fr)

$$\left(Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}} \right)$$

- chảy phân giới: $h = h_k$, ta sẽ có

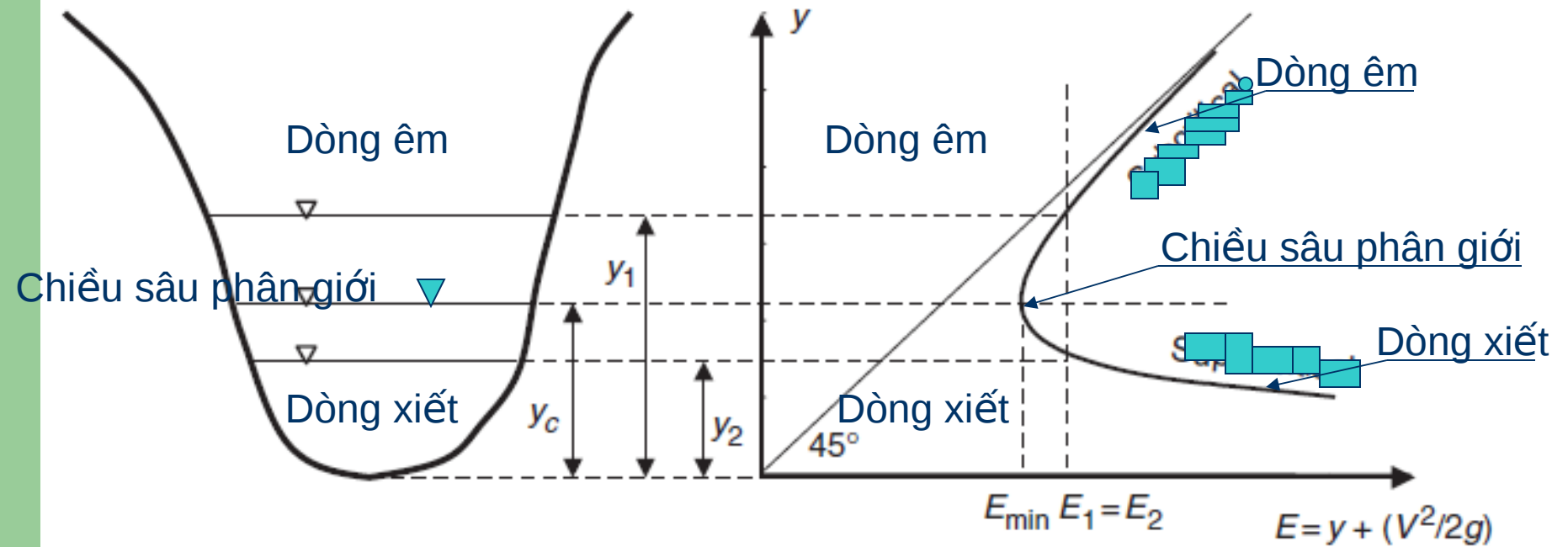
$$v = v_k = \sqrt{gh_k} \quad \text{và} \quad Fr = Fr_k = 1$$

$$. \quad Q = \text{const} \quad i < i_k \quad \text{thì} \quad h_o > h_k$$

$$i > i_k \quad h_o < h_k$$

$$i = i_k \quad h_o = h_k$$

3 trạng thái chảy



tóm tắt các kết quả dòng Êm, Xiết Phân giới

- Độ dốc nhỏ (sông): $i < i_k, h_o > h_k$
- Độ dốc lớn: $i > i_k, h_o < h_k$
- Độ dốc phân giới: $i = i_k, h_o = h_k$
 - +Trạng thái chảy êm: $h > h_k, v < v_k, Fr < 1$
 - +Trạng thái chảy xiết: $h < h_k, v > v_k, Fr > 1$
 - +Trạng thái chảy phân giới: $h = h_k, v = v_k, Fr = 1$