Two dimensionflow

* the flow of water in two direction (upward and downward)
* flow net consiste of two perendicular line with $\frac{d}{e}$ ratio equal (1) $\Rightarrow \frac{d}{e} \approx 1$

* these lines formed squar shaped and called:-
  1. equipotensial line (vertical line)
  2. flow lines (horizontal line)
* This flow net used Laplace eq. to find seepage force or rate of seepage.

$$Q = K \times \frac{N_f}{N_d} \times H \times L$$ ⇐ حفظ

where :- Q = seepage force or rate.

N_f = No. of flow lines or chanaal (تحسب عرضية على الجريان)

N_d = No. of equipotential line (تحسب مع اتجاه الجريان)

H = different in head = upstream − down stream ⇐ مهم

K = permeability coefficient cm/sec or m/day

L = Length of dam (عرضي على الورقة او السبورة)

$$\Delta h = \frac{H}{N_d}$$ head loss in one square ⇐ مهم

∴ S = shape factor $= \frac{N_f}{N_d}$

$\gamma_{sat} = 20 \frac{kN}{m^3}$

F.S. = factor of safty ⇒ $F.S. = \frac{\frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}}{\frac{\Delta h}{l}}$

l ⇒ هنا: يحسب من اخر مربع للشبكة عند خروج الماء

$h_{t(P)} = h_t \ominus/\oplus \Delta h \times N_{d(P)}$

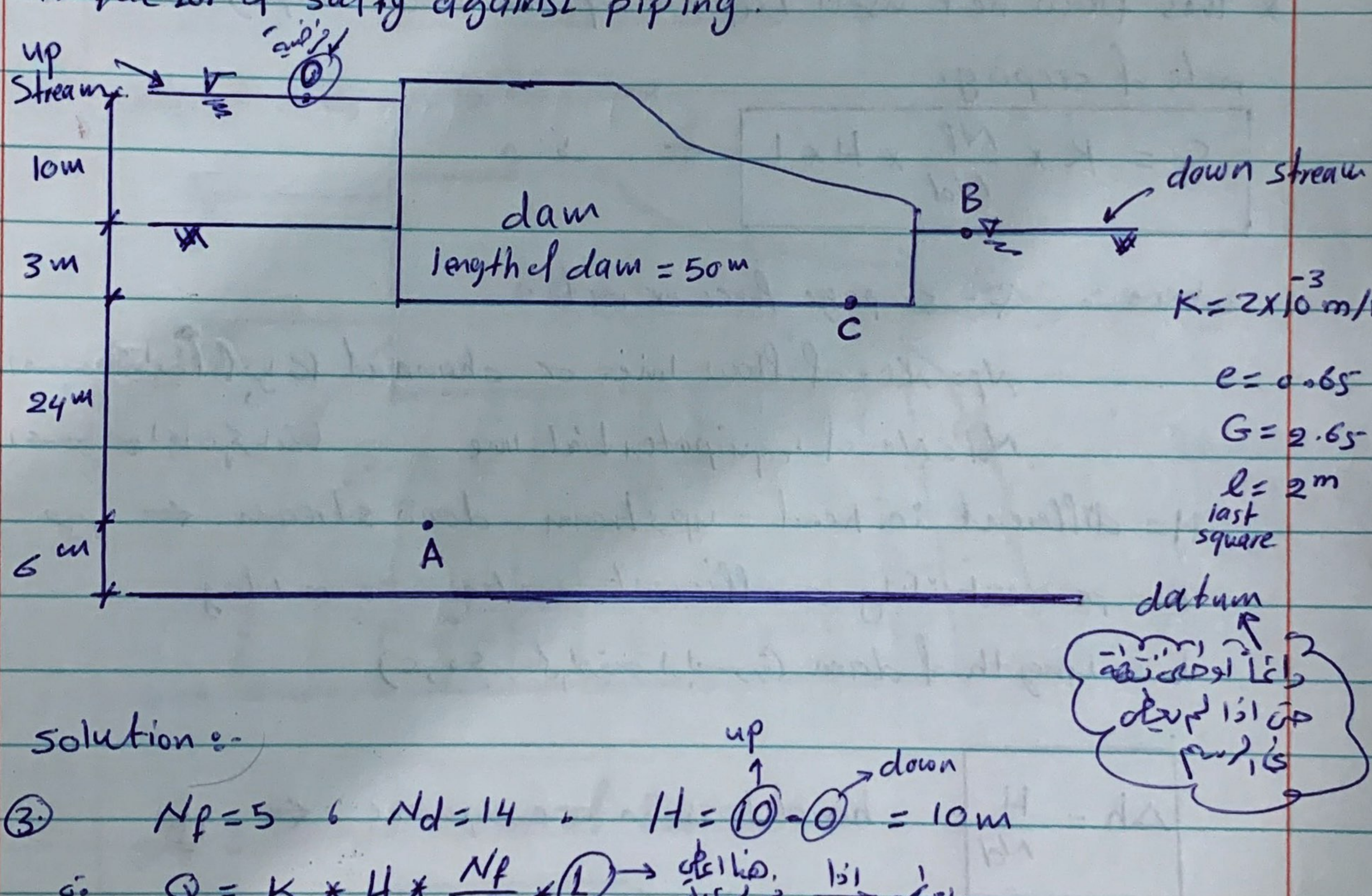
- $h_{t(P)}$: لأي نقطة (P)
- h_t: نقطة معلومة
- $-$: مع الجريان
- $+$: عكس الجريان
- Δh: ضائع الطاقة
- $N_{d(P)}$: رقم القناة التي تقع عليها النقطة

$h_p = h_t - h_e$ and $u = h_p \gamma_w$ → u = water pressure or uplift force

EX. 1

For the dam shown in fig. :-

1. draw flow net under the dam.
2. pizometer reading (h_t) at point (A), (B) and (C)
3. seepage force (Q) or flow under dam
4. factor of safty against piping.



$K = 2 \times 10^{-3}$ m/min

$e = 0.65$

$G = 2.65$

$l = 2^m$ last square

Solution :-

③ $N_f = 5$, $N_d = 14$, $H = 10 - 0 = 10m$ (up = 10, down = 0)

∴ $Q = K * H * \frac{N_f}{N_d} * ①$ → هنا اعطاني في السؤال، اذا لم يعطيك تجعل ① بالكلمة

$Q = 2 \times 10^{-3} \frac{m}{min} \times 10m \times \frac{5}{14} \times 50m$

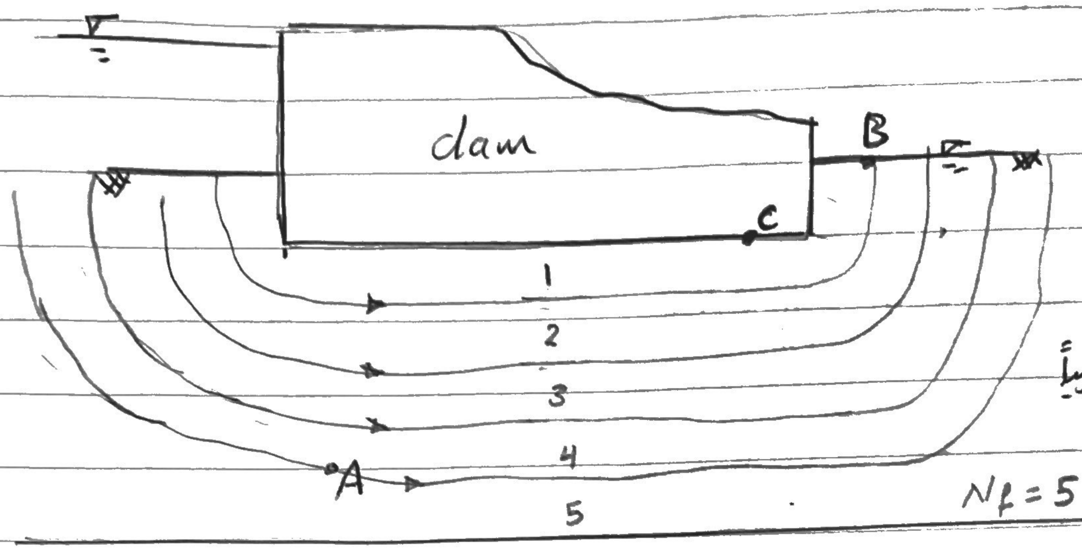
$Q = 0.36 \ m^3/min$

2. To find h_t at any point used ⇒ $h_{t_p} = h_{t \text{ for known pt.}} \mp \Delta h \times N_{d_p}$

ملاحظة ⟸ هنا نستخدم نفرض نقطة وهمية على السطح للخزان العلوي (up stream) مثل نقطة ⓪ لذلك سوف تكون الإشارة ⊖ للمعادلة أما اذا اخذت نقطة على الخزان السفلي سوف
② تكون الإشارة ⊕ للمعادلة عكس ونحسب بالعكس Nd

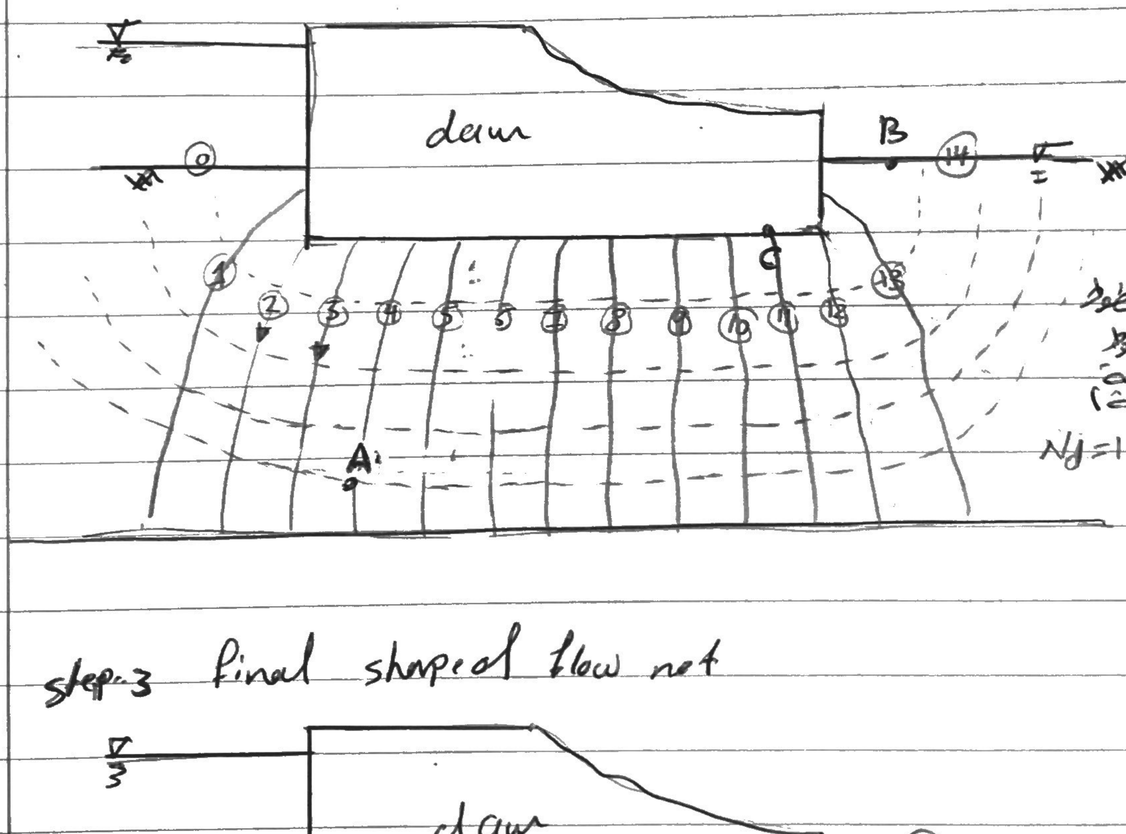
steps how to draw flow net

step-1 : flow line



نرسم هذه الخطوط بحيث تكون المسافات متساوية نسبياً تقريباً

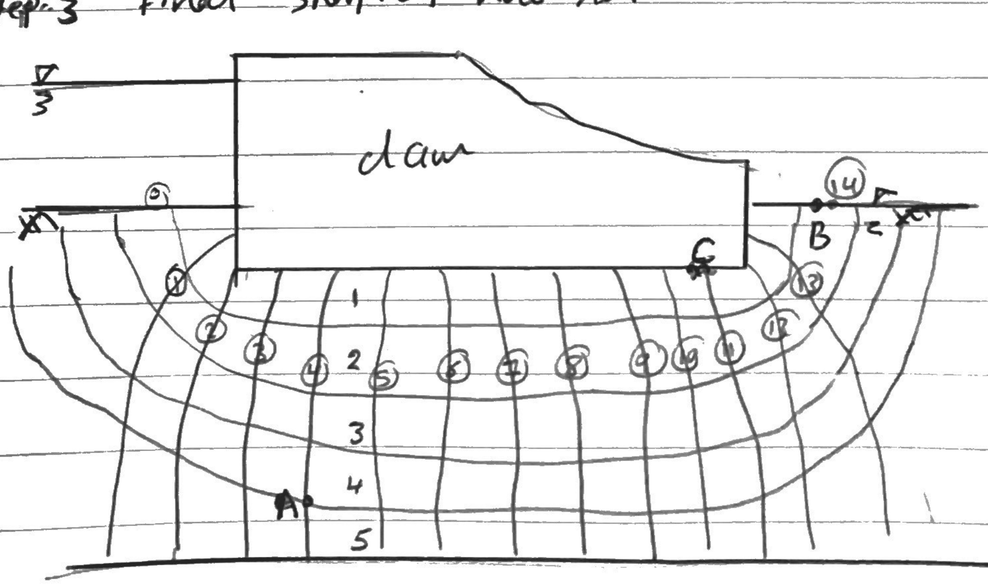
step-2 : equipotential line



نرسم هذه الخطوط عمودية على خطوط الجريان السابقة (الخطوط المنقطة) بحيث تكون النتيجة مربعات متساوية

$N_d = 14$

step-3 final shape of flow net



$N_f = 5$

$N_d = 14$

$h_{e_0} = 6+24+3+10 = 43$ ، $h_{p_0} = 0$ كما هو معطى

$\therefore h_{t_0} = 43+0 = 43$ لذلك تم اخذها كنقطة معلومة

head loss ضائع الطاقة أي مربع

$\Delta h = \frac{H}{N_d} = \frac{10}{14} = 0.71$

$\therefore h_{t_A} = h_{t_0} - \Delta h \times N_{d_A}$ (اتجاه الجريان) نقطة (A) تقع على Nd رقم 4

A

$h_{t_A} = 43 - 0.71 \times 4 = 40.16\ m$

B

$h_{t_B} = 43 - 0.71 \times 14 = 33.06\ m$

C

$h_{t_C} = 43 - 0.71 \times 11 = 35.19\ m$

$\gamma_{sat} = \frac{G+e}{1+e}\gamma_w = \frac{2.65+0.65}{1.65} = 20\ kN/m^3$

4. $F.S. = \frac{\frac{\gamma_{sat}-\gamma_w}{\gamma_w}}{\frac{\Delta h}{\ell}} = \frac{\frac{20-10}{10}}{\frac{0.71}{2}} = 2.8271$ o.k.

ال(ℓ) في السؤال اذا لم يذكر يحسب من الرسم باستخدام المسطرة وقياس [illegible] الرسم الذي يذكر في السؤال

EX. 2

* لتقليل تأثير القوة الرافعة (uplift force)
نحاول نزيد من مسار الجريان لان
وبذلك سوف تحدث خسارة بالجريان الطاقة
* كيف نزيد المسار لجريان الماء ؟؟؟
H/2

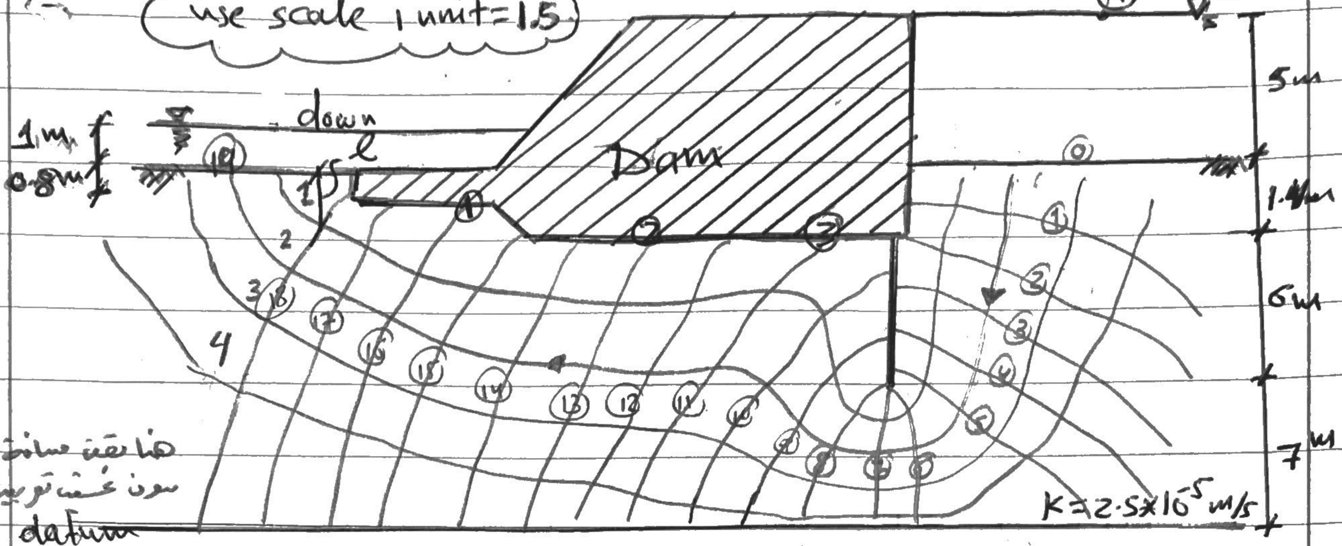
For the dam shown in fig. find:-

1- flow rate under the dam

2- uplift pressure at base of dam (1, 2, 3)

3- Max. exist hydraulic gradient and F.S. against piping

use scale 1 unit = 1.5 m



هنا نقف مسافة قليلة سوف نخمنها تقريبا 0.5

Solution:

1. $N_f = 4.5$, $N_d = 19$, $H = 5 - 1 = 4$ m (up ↓ down ↓)

$\therefore$ $Q = K \times H \times \frac{N_f}{N_d} \times l$ (طول الدام)

$Q = 2.5\times10^{-5} \times 4 \times \frac{4.5}{19} \times 1 = 2.37\times10^{-5}\ m^3/sec/m$

2- uplift pressure $\Rightarrow u = h_p \gamma_w$ (القوة الرافعة معناها ضغط الماء (u) الذي يمكن ايجاده من هذه المعادلة)

so it must be found h_p @ pts. 1, 2, 3

assume pt. A @ surface of up stream

$h_{e_A} = 19.4$ m , $h_{p_A} = 0$ $\Rightarrow$ $h_{t_A} = 19.4$ m

(ويمكن اخذ نقطة على الخزان السطحي وعليه سوف نجمع h_p مع h_e وليس طرح)

$\therefore$

$h_{t_1} = h_{t_A} - \Delta h \times N_{d_1}$ & $\Delta h = \frac{H}{N_d} = \frac{4}{19} = 0.21$

$h_{t_1} = 19.4 - 0.21 \times 16 = 16.04$ m $h_{e_1} = 13.6$ m $h_{p_1} = 2.44$ m

$h_{t_2} = 19.4 - 0.21 \times 13 = 16.67$ m $h_{e_2} = 13$ m $h_{p_2} = 3.67$ m

$h_{t_3} = 19.4 - 0.21 \times 11 = 17.09$ m $h_{e_3} = 13$ m $h_{p_3} = 4.09$ m

$u_1 = h_{p_1}\gamma_w = 2.44 * 10 = 24.4\ \frac{kN}{m^2}$

$u_2 = h_{p_2}\gamma_w = 3.67 * 10 = 36.7\ \frac{kN}{m^2}$

$u_3 = h_{p_3}\gamma_w = 4.08 * 10 = 40.8\ \frac{kN}{m^2}$

← we consider the uplift force increase as the become closer to upstream

3. max. exist gradient occure @ F.S = 1 ← critical condition

$$F.S. = \frac{(\gamma_{sat} - \gamma_w)/\gamma_w}{\Delta h / l}$$

$i = \frac{\Delta h}{l}$ = exist gradient

$$1 = \frac{(20-10)/10}{i} \Rightarrow i_{exist} = 1$$

F.S. against piping

$$F.S. = \frac{(20-10)/10}{0.21/1.05} = 5$$

$l = ..m$ ← from where we find ??

∴ F.S. = 5 > 1 <u>o.k.</u>

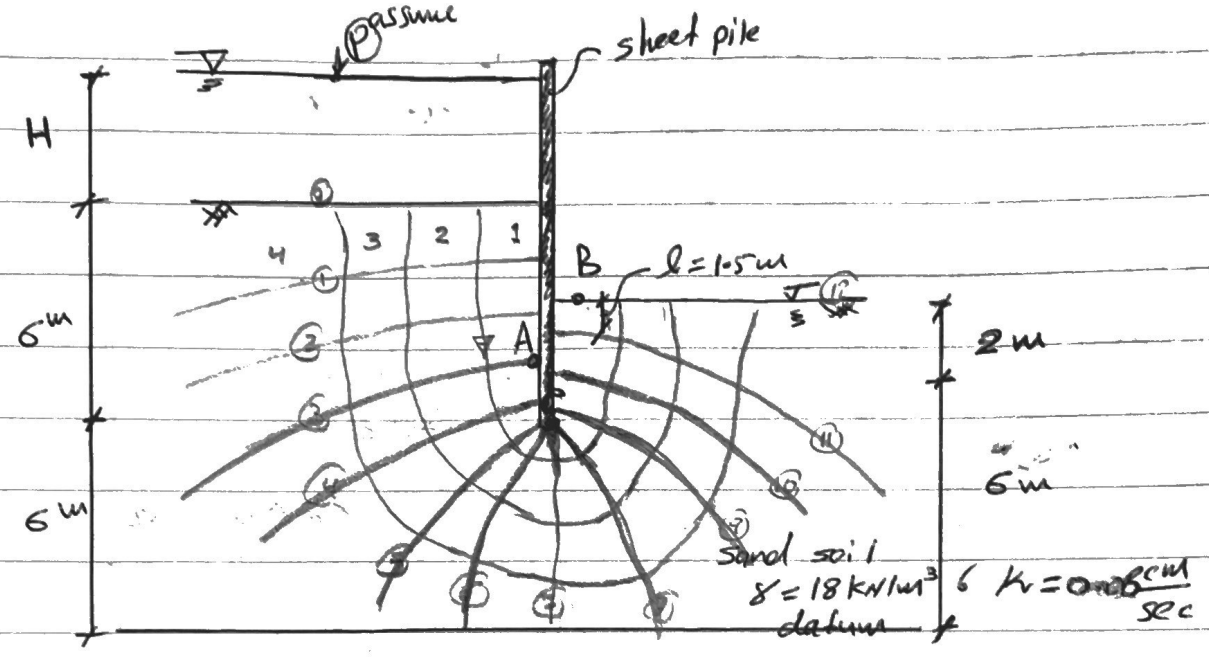
من الرسم نقيس المسافة (l) الأحمر
ونرجعه للـ ثم نضربها بالمقياس الذي
ذكر بالسؤال 1unit = 1.5m
عند القياس وجدنا المسافة بالرسم هي 0.7
ثم ضربناها بالمقياس لنحصل ← 1.05 m

Ex.3

For the sheet pile shown in fig

find :-

1. rate flow per meter length of sheet pile
2. max. H.
3. h_t & h_e & h_p @ pts. A and B & C



Solution

$N_f = 4$ & $N_d = 12$ & $H = ?$

② max. H accoure d F.S. = 1 $\Rightarrow$ $F.S. = \frac{(\gamma_{sat} - \gamma_w)/\gamma_w}{\Delta h / \ell}$

$\therefore 1 = \frac{(18-10)/10}{\Delta h / 1.5} \Rightarrow \Delta h = 1.2$

but

$\Delta h = \frac{H}{N_d} \Rightarrow 1.2 = \frac{H}{12} \Rightarrow H = 14.4$ m

∞

$Q = k * H * \frac{N_f}{N_d} * \ell = 0.06 \times 14.4 \times \frac{4}{12} \times \frac{1}{100} = 0.29 * 10^{-2}$ m^3/sec/m

3. assume pt. (P) @ up stream surface

$h_{e_p} = 26.4$ m. & $h_{p_p} = 0 \Rightarrow h_{t_p} = 26.4$ m

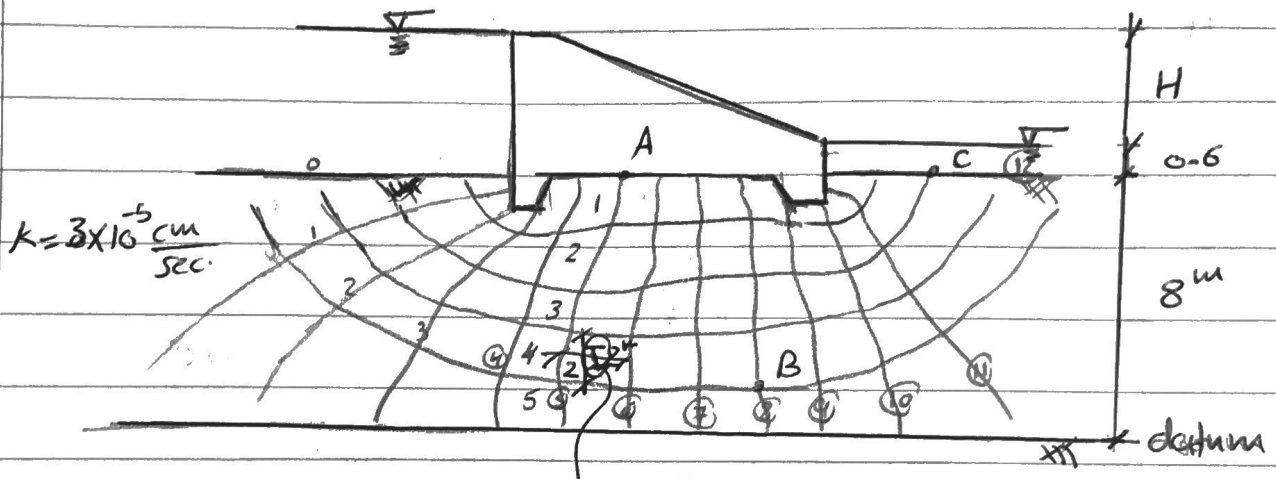
$h_{e_A} = 6$ & $h_{t_A} = 26.4 - 1.2 \times 3 = 22.8\,m$ & $h_p = 16.8\,m$

$h_{e_B} = 8$ & $h_{t_B} = 26.4 - 1.2 \times 12 = 12.0\,m$ & $h_p = 4\,m$

$h_{e_C} = 6$ & $h_{t_C} = 26.4 - 1.2 \times 7 = 18.0\,m$ & $h_p = 12\,m$

Ex.4

For the dam shown in fig. Find value of H if the i @ square I is 0.5. and flow rate.



solution:

① $N_f = 5$ & $N_d = 12$

i @ square I = 0.5 and $i = \frac{\Delta h}{\ell}$

∴ $0.5 = \frac{\Delta h}{2} \Rightarrow \Delta h = 1\,m$

but

$\Delta h = \frac{H}{N_d} \Rightarrow 1 = \frac{H}{12} \Rightarrow H = 12^m$

important

Δh = constant at any square

② $q = 3 \times 10^{-5} \times 12 \times \frac{5}{12} \times \frac{1}{100} = 15 \times 10^{-7}\,m^3/sec/m$ (لكل $\sqrt{5}$)

H.w.2 : How can reduce effect of uplift force or flow rate

H.w.3 : Find pizometer reading @ pt.s. A, B, C if H reach max. value