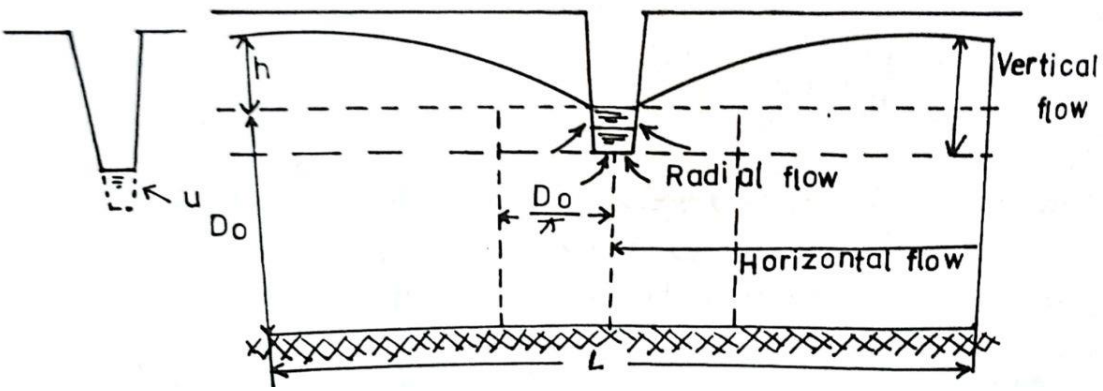
معادلة ارنست Ernsts' Formula

ان المبدأ العام لمعادلة ارنست هو تقسيم الجريان الى ثلاث مركبات:

1- الجريان العمودي (v)
2- الجريان الافقي (h)
3- الجريان الشعاعي (r)



شكل يوضح المبدأ العام لمعادلة ارنست

كما ان الشحنة الهيدروليكية الكلية (h) = مجموع الشحناة الهيدروليكية للمركبات الثلاثة :

$$h = h_v + h_h + h_r$$

ويمكن تطبيق معادلة ارنست على الحالات التالية:

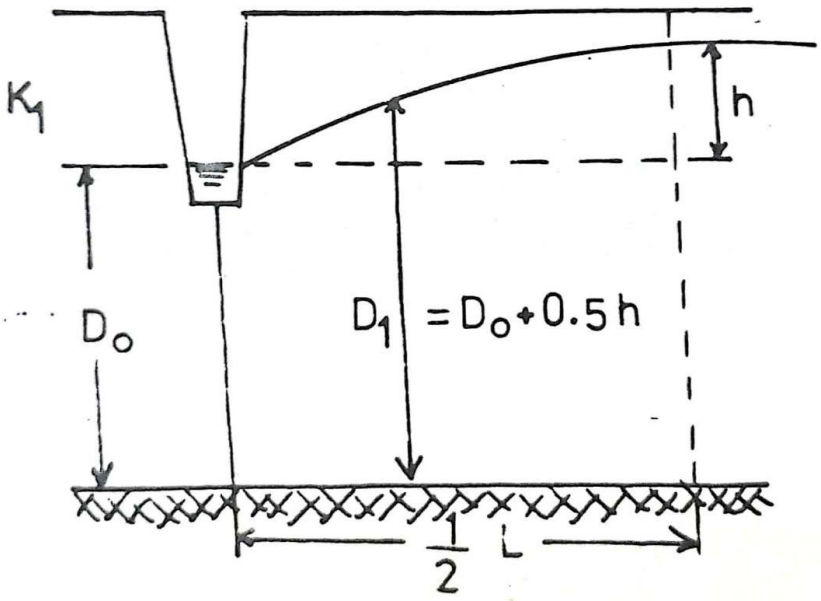
1- الحالة الاولى:

عندما تكون التربة متجانسة, والطبقة غير النفاذة على عمق D_O من منسوب الماء داخل المبزل.

$$h = h_h + h_r$$

$$h = \frac{qL^2}{8k_1 D_1} + \frac{qL}{\pi k_1} ln \frac{D_o}{u}$$

$$D_1 = D_O + 0.5\ h$$



حيث ان:

h= الشحنة الهيدروليكية (الفرق بين اعلى نقطة في منسوب الماء الجوفي WL ومنسوب الماء داخل المبزل). متر

q = معدل تصريف المبزل لكل وحدة مساحة. متر/يوم

L = المسافة بين المبازل. متر

D_1= معدل عمق طبقة التربة التي يحدث فيها الجريان الافقي. متر

K_1 = معدل التوصيل الهيدروليكي للتربة. متر/يوم

D_O = العمق من منسوب الماء داخل المبزل الى الطبقة غير النفاذة. متر

u = المحيط المبتل. متر

Example 1:

Find the distance between the drains if you have the following information:

q = 0.005 m/d, h = 0.6 m, K_1= 0.5 m/d, D_O= 3 m, u = 0.75 m

Solution:

$$h = \frac{qL^2}{8K_1D_1} + \frac{qL}{\pi K_1} \ln \frac{D_0}{u}$$

$$D_1 = D_0 + 0.5h$$

$$D_1 = 3 + 0.5 * 0.6 = 3.3\ m$$

$$0.6 = \frac{0.005L^2}{8*0.5*3.3} + \frac{0.005L}{\pi * 0.5} \ln \frac{3}{0.75}$$

$$\therefore L = 34\ m$$

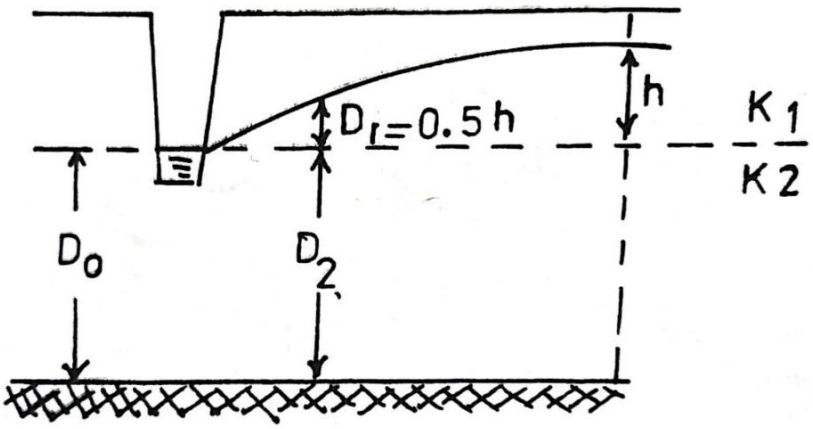
2- الحالة الثانية:

اذا كان منسوب الماء داخل المبزل ينطبق على الحد الفاصل بين طبقتي التربة ذات النفاذية المختلفة:

في هذه الحالة يمكن اهمال تأثير مركبة الجريان العمودي وتكون الشحنة الهيدروليكية h ناتجة من حاصل جمع الشحنة الهيدروليكية للجريان الافقي h_h مع الشحنة الهيدروليكية للجريان الشعاعي h_r

$$h = h_h + h_r$$

$$h = \frac{qL^2}{8(K_1D_1 + K_2D_2)} + \frac{qL}{\pi K_2} \ln \frac{D_0}{u}$$



شكل يوضح تربة مكونة من طبقتين ومنسوب الماء داخل المبزل ينطبق على الحد الفاصل بين الطبقتين

حيث ان:

k_1 = معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة الاولى (التربة فوق منسوب الماء داخل المبزل).

k_2 = معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة الثانية (التربة تحت منسوب الماء داخل المبزل).

D_1 = معدل سمك الطبقة الاولى.

D_2= سمك الطبقة الثانية = من منسوب الماء داخل المبزل الى الطبقة غير النفاذة.

u = المحيط المبتل.

h= الشحنة الهيدروليكية.

L = المسافة بين المبازل.

q= معدل تصريف المبزل لكل وحدة مساحة.

Example 2:

Find the distance between the drains if you have the following information:

q = 0.005 m/d, h = 0.6 m, k_1=0.5 m/d, k_2=1 m/d, D_O=D_2=3 m, D_1=0.3 m, u= 0.3 m

Solution:

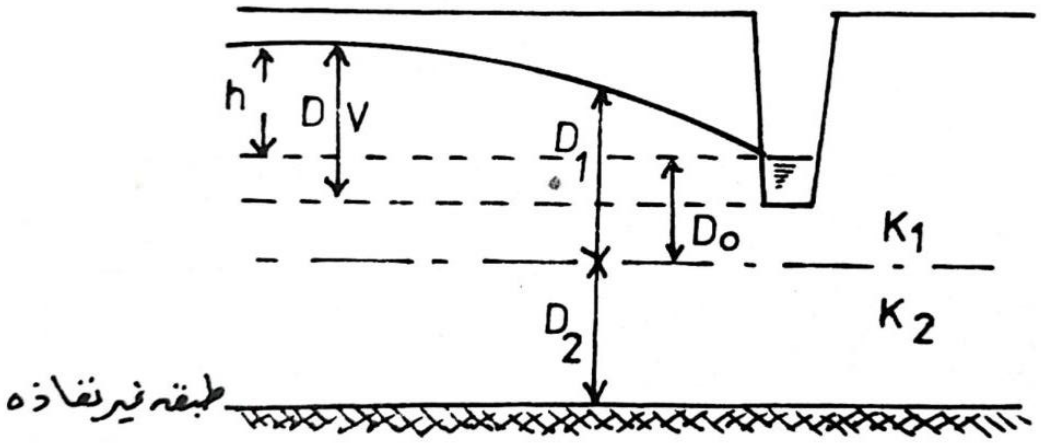
$$h = \frac{qL^2}{8(K_1D_1 + K_2D_2)} + \frac{qL}{\pi K_2} \ln \frac{D_o}{u}$$

$$0.6 = \frac{0.005 * L^2}{8(0.5*0.3 + 1*3)} + \frac{0.005*L}{3.14*1} \ln \frac{3}{0.3}$$

$$\therefore L = 47\ m$$

3- الحالة الثالثة:

التربة متكونة من طبقتين مختلفتي النفاذية, والمبزل واقع ضمن الطبقة الاولى:



شكل يوضح تربة متكونة من طبقتين والمبزل ضمن الطبقة الاولى

في هذه الحالة يكون الجريان مقسما الى ثلاث مركبات: المركبة العمودية والمركبة الافقية والمركبة الشعاعية.

$$h = h_v + h_h + h_r$$

$$h = q\frac{D_v}{K_1} + \frac{qL^2}{8(K_1D_1 + K_2D_2)} + \frac{qL}{\pi K_1} ln \frac{aD_0}{u}$$

حيث ان:

D_v = سمك الطبقة التي يحصل فيها الجريان العمودي = الشحنة الهيدروليكية h + عمق الماء داخل المبزل.

k_2, k_1 = معامل التوصيل الهيدروليكي للطبقة الاولى والثانية على التوالي.

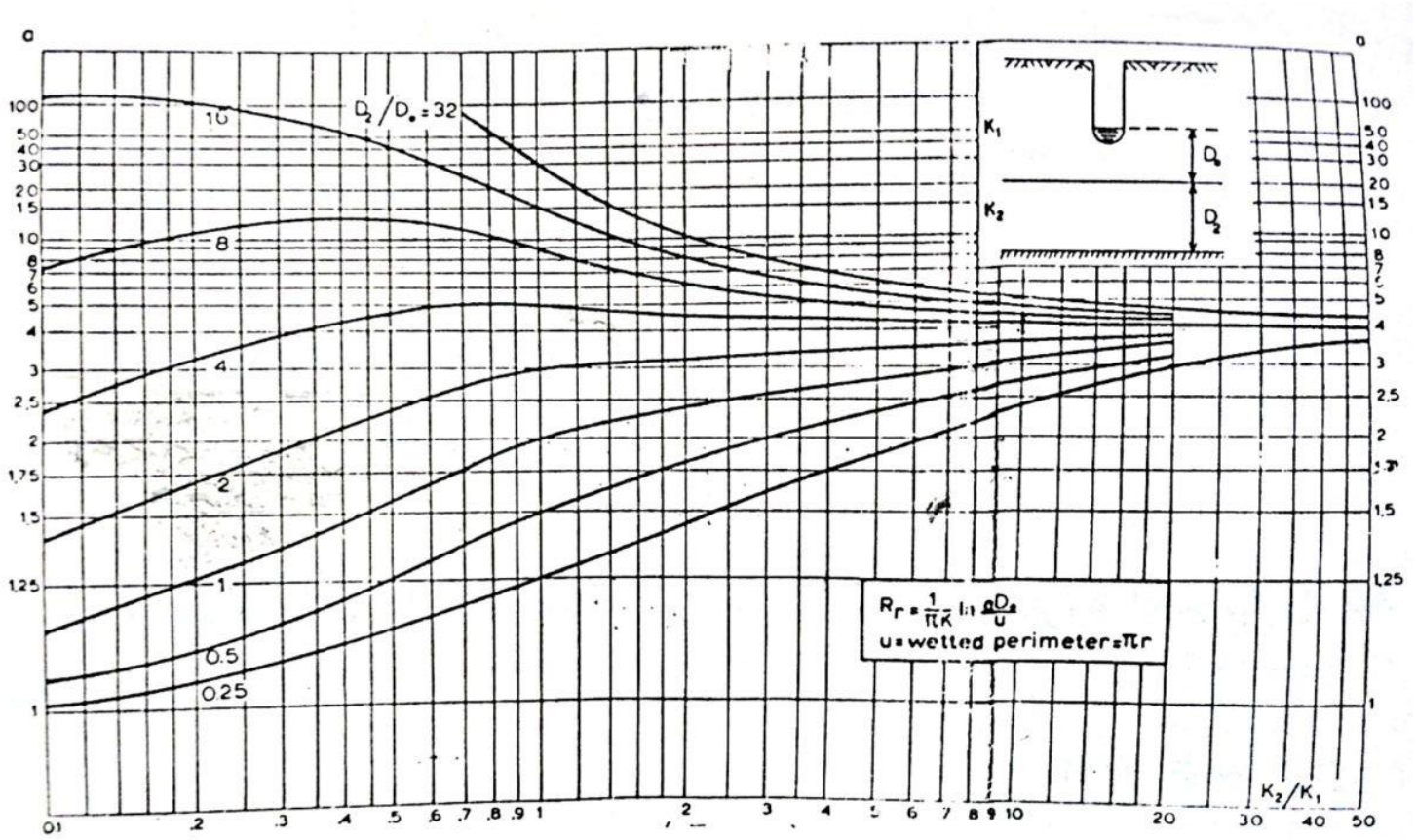
D_o= العمق من منسوب الماء داخل المبزل الى الحد الفاصل بين الطبقتين.

D_1 = معدل سمك الطبقة الاولى التي يحدث فيها الجريان الافقي = $0.5\ h + D_o$

D_2 = سمك الطبقة الثانية.

u = المحيط المبتل.

a = معامل المقاومة الشعاعية ويمكن الحصول عليه من الشكل ادناه:



Example 3:

Find the distance between the drains if you have the following information:

q= 0.01 m/d, h= 1.2 m, D_o= 0.6 m, u= 0.9 m, D_2= 3 m, k_1= 0.2 m/d, k_2= 2 m/d, the height of the water inside the drain= 0.2 m.

Solution:

D_v = h + عمق الماء داخل البزل

$= 1.2 + 0.2$

$= 1.4$ m

$D_1 = D_o + 0.5\,h$

$= 0.6 + 0.5 * 1.2$

$= 1.2$ m

يتم حساب قيمة معامل المقاومة الشعاعية من الشكل المذكور.

$\frac{K_2}{K_1} = \frac{2}{0.2} = 10$

$\frac{D_2}{D_o} = \frac{3}{0.6} = 5$

$a = 4.3$

$$h = q\frac{D_v}{K_1} + \frac{qL^2}{8(K_1 D_1 + K_2 D_2)} + \frac{qL}{\pi K_1} \ln\frac{aD_o}{u}$$

$$1.2 = 0.01 * \frac{1.4}{0.2} + \frac{0.01 * L^2}{8(0.2 * 1.2 + 2 * 3)} + \frac{0.01 * L}{3.14 * 0.2} \ln\frac{4.3 * 0.6}{0.9}$$

$\therefore L = 44$ m

مقارنة بين معادلة هوغاوت وارنست

ت	معادلة هوغاوت	ت	معادلة ارنست
1	قام العالم بفرض ان التربة متجانسة وان المسافات بين المبازل متساوية.	1	اخذ العالم التربة من حيث حالاتها الثلاثة: أ- متجانسة. ب- ذات طبقتين (غير متجانسة) ينطبق منسوب الماء داخل المبزل على الحد الفاصل بين الطبقتين. ت- ذات طبقتين والمبزل يقع ضمن الطبقة الاولى.
2	حول الجريان من شعاعي الى افقي.	2	اخذ الجريان بحالاته الثلاثة (افقي – عمودي – شعاعي).