Shebin-El kom Engineering Faculty

Civil Engineering Department

Notes on

Sanitary & Environmental Engineering

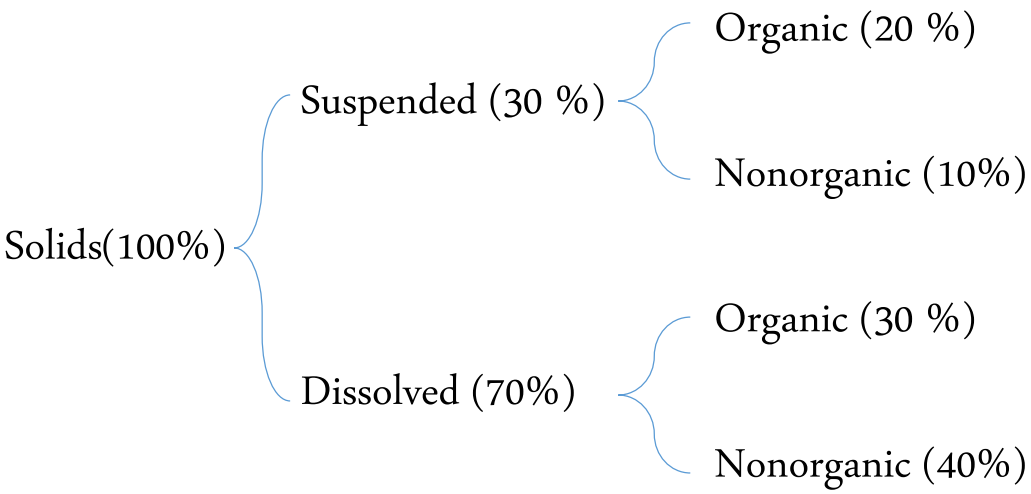
Part 2

WasteWater Engineering

2-Primary Treatment

WasteWater Characteristics:

على الرغم من ان كميات المواد الموجودة في مياه الصرف لا تتعدى 0.1 % الا انها تمثل خطورة كبيرة لاحتوائها على مواد صلبة ضارة تكون ذائبة Dissolved او معلقة Suspended وكائنات دقيقة Microorganisms and bacteria



Types of treatment:

يختلف نوع المعالجة بمدى جودة المياه المطلوبة وهل سيتم استعمالها او سيتم التخلص منها وتنقسم الى :

1- Primary Treatment (Physical Treatment):

في هذا النوع من المعالجة يكون الاعتماد الاساسى على الخصائص الطبيعية والفيزيائية للشوائب الموجودة في مياه الصرف مثل الوزن والحجم وتستخدم بشكل اساسى في جميع أنواع المعالجة كمرحلة أولى اذا استخدم نوع معالجة اضافى.

2- Biological Treatment (Secondary Treatment):

تعتمد طريقة المعالجة البيولوجية او الثانوية على التخلص من المواد العضوية المتبقية في الماء بعد المعالجة الأولية وذلك عن طريق البكتريا الهوائية التي تتفاعل مع المواد العضوية منتجة مواد يسهل ترسيبها.

تتكون غالبا من مجموعة احواض للتهوية تسمح بنشاط البكتريا الهوائية يتبعها احواض للترسيب النهائي تعمل على ترسيب المواد الناتجة من تفاعلات البكتريا.

3- Tertiary Treatment:

احد الطرق الإضافية التي قد تستعمل لتحسين خصائص المياه بدرجة يمكن إعادة استخدامها مرة أخرى في بعض المجالات مثل الرى . هذه الطرق قد تكون كيميائية او بيولوجية

تستخدم في هذه الأنواع مجموعة مرشحات سريعة مثل مرشحات المياه او مرشحات تعمل تحت ضغط وقد يستخدم الكربون النشط في اعمال المعالجة . كذلك قد يضاف الكلور للقضاء على بقايا البكتريا الموجودة في الماء.

4- Advanced Treatment:

يستخدم هذا النوع من المعالجة في حالة اذا كان مطلوب استخدام المياه في اعمال الشرب مما يتطلب تكنولوجيا اعلى تسمى بتقنية التناضح العكسى

Primary Treatment

Purpose of primary treatment:

1- Remove large and big floating materials
2- Remove of 50 % of suspended solids and 30% of Organic load (BOD)
3- Remove of sand , Gravel , Silt.....
4- Remove of Oil and Grease الشحوم

Primary Treatment Components:

1- Deceleration Chamber:

غرفة التهدئة تكون اول غرفة في محطة المعالجة تعمل على تهدئة المياه القادمة من مواسير الصرف وتقليل سرعتها بحيث لا تمرر العوالق من تجاوز شبكة الحجز.

2- Approach Channel:

تنقل المياه من غرفة التهدئة الى المصافى بسرعة مناسبة كذلك تعمل على تعريض المياه للهواء لمنع التفاعلات اللاهوائية

3- Screen

تستخدم المصافى لحجز المواد الكبيرة الحجم مثل الورق او الخشب حتى تسهل عملية المعالجة وتحمى المعدات الميكانيكية من هذا المخلفات التي تسبب مشاكل كبيرة للمعدات اذا وصلت اليها

4- Skimming / Floating Tank

هذا النوع من الاحواض يستخدم لإزالة الزيوت و الشحوم التي قد تتواجد في المياه. تستعمل بشكل رئيسى في الأماكن التي تنتج زيوت او شحوم بكميات كبيرة مثل المطاعم- المصانع- محطات البنزين ولذلك فهى يندر وجودها في محطات المعالجة لانها تتواجد بشكل اساسى في الأماكن السابقة.

5- Comminutors جهاز التقطيع اللفاف

يستخدم لتفتيت المواد الطافية الصلبة وشبه الصلبة الموجودة في الماء التي تمر من المصافى . الجهاز عبارة عن أسطوانة توضع في مجرى المياه بحيث تمر المياه كلها منها.

6- Grit Removal Chamber:

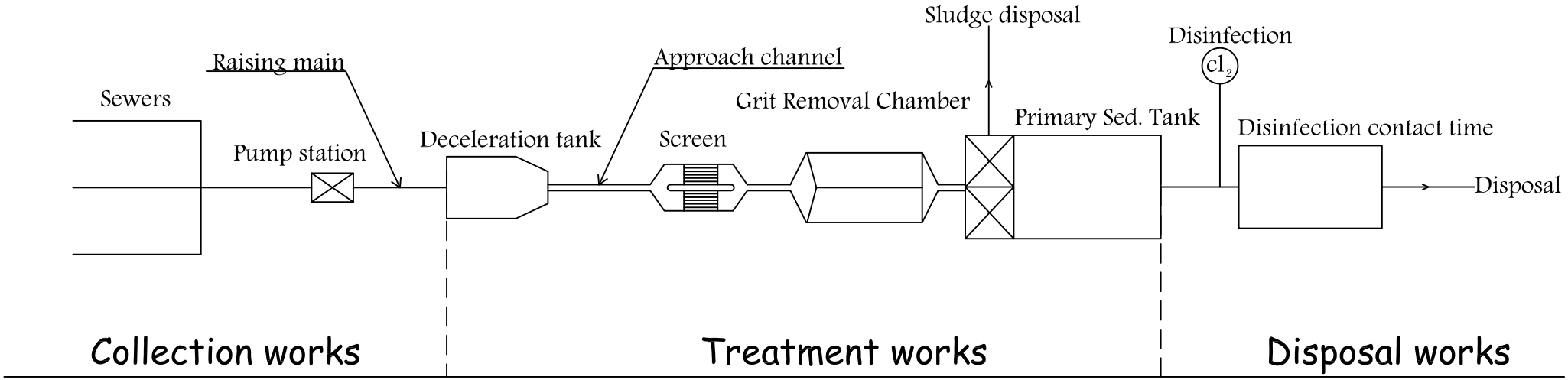
تستخدم هذه الغرفة لإزالة الحبيبات كبيرة الحجم مثل الرمل او الزلط لتسهيل عمليات المعالجة التالية وحماية المعدات والأجهزة من هذا المواد التي تسبب مشاكل في تشغيلها وحتى يمكن التخلص منها.

7- Pre aeration Tanks

تستخدم احواض التهوية أحيانا في المحطات عندما تكون خطوط المواسير طويلة لدرجة حدوث تفاعلات لا هوائية اثناء نقل المياه لمحطات الصرف وذلك حتى تعمل على اذابة كمية اكبر من الهواء وتقلل من التفاعلات اللاهوائية.

8- Primary Sedimentation Tanks:

مجموعة خزانات شبيهة بتلك المستخدمة في اعمال معالجة المياه تستخدم لنفس الأغراض وهو ترسيب المواد العالقة في الماء وتكون شروط تشغيل الحوض S.L.R & H.L.W & HZ velocity مشابهة لتلك المستخدمة في المياه وكذلك الأنواع المستخدمة واشكال الاحواض المختلفة



Flow line diagram in primary W.W.T.P

Deceleration tank

Purpose:

Decreasing sewage velocity to prevent floating materials to pass the screen

Design Data:

* $Q_d = 1.5\ Q_{av} = 1.5\ x\ pop\ x\ S.F.$
* $D.T = 1:3 \quad min$
* $Capacity = Q_d\ x\ D.T = b.l.d$

$l = 3b \quad , \quad d = 1{:}1.5\ m$

Approach channel

Purpose:

Transmitting sewage with suitable velocities to the screen and allow to aerate the sewage to prevent anaerobic reactions

Design Data:

* $Q_d = 1.5\ Q_{av}$
* $velovity = 0.6:1.5 \quad m/sec$
* $A = \frac{Q_d}{v} = b.d$
* $b = 2d \quad (best\ hydraulic\ section)$

Screens

- تستخدم المصافى لحجز المواد كبيرة الحجم (مثل الخشب – الورق) وذلك لتحسين عمليات المعالجة التالية وحماية المعدات والطلمبات (تستعمل في محطات المعالجة وعند مضخات الرفع)
- المصافى عبارة عن مجموعة من القضبان الحديدية (دائرية الشكل او مستطيلة) تعمل على حجز تلك المواد وتنقسم من حيث اتساع الفتحات الى نوعين Coarse Screen and Fine Screen ويختلفا في عرض الفتحات وبالتالي كميات المواد التي تحجزها كل منهما
- بالنسبة لتنظيف الشبكات يوجد نوعان احدهما يدويا(عن طريق عامل يستخدم أداة لسحب العوالق باستمرار) او ميكانيكيا (عن طريق سير يتحرك ليحمل العوالق) وتترك العوالق لتصفى ما بها من ماء ثم تجمع للتخلص منها
- كيفية التخلص من المواد التي تحجزها المصافي:

يجب التخلص من تلك المواد لاحتوائها على مواد ذات ضرر كبير لذا يتم التخلص منها بأحد هذه الطرق:

1- الحرق
2- وضعها في خنادق تحت الأرض و تغطيتها بالرمال والاتربة
3- استخدامها في ردم الأماكن المنخفضة البعيدة عن الحيز العمرانى

Design Data:

* $Q_d = 1.5\ Q_{av}$
* $number\ of\ screens\ \geq 2$
* $bars\ used \qquad circular\ of\ \varphi = 1.5 : 3\ cm$
  $rec.of\ \ (1:2\ cm\ )\ x\ (2:6\ cm\ )$
* $spacing\ between\ bars \qquad 2.5 : 5.0\ \ cm \quad fine\ screen$
  $2.5 : 7.5\ \ cm \quad coarse\ screen$
* $Sloping\ angle\ on\ hz\ (\theta) = 45 : 60$
* $depth\ of\ water = depth\ in\ approaching\ channel = d$
* $n_{bars} = n_{spacings} + 1$
* $b = n_{bars}\ x\ \varphi + n_{spacings}\ x\ spacing$

$$net\ inclined\ area = 2\ A_{approach\ channel} = n_{spacing}.spacing.l$$

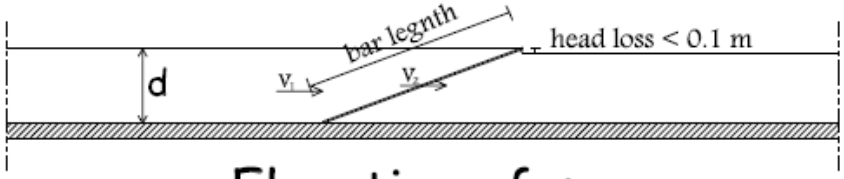
$$l = d/\sin\theta$$

Check:

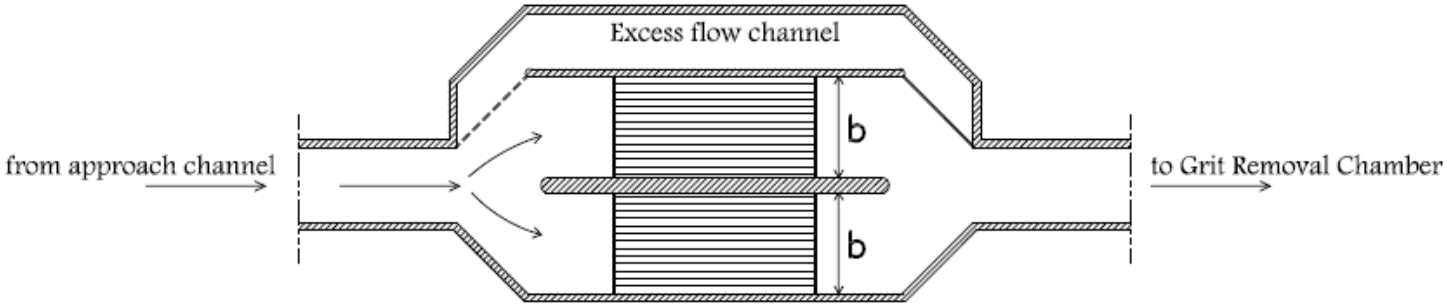
$$* velocity\ just\ befor\ the\ screen = v_1 = \frac{Q_d(m^3/sec)}{n_{screens}.b.d} \geq 0.6\ m/sec.$$

$$* velocity\ through\ the\ screen = v_2 = \frac{Q_d(m^3/sec)}{n_{screens}.(n_{spacings}.Spacing).d} \leq 1.5\ m/sec$$

$$head\ losses = \Delta h = 1.4\ x\ \frac{{v_2}^2 - {v_1}^2}{2g} \leq 0.1\ m$$



Elevation of screen



Plan of screen

Example 1

It's required to design Deceleration tank and screen for W.W.T.P of hourly flow $= 5000\ m^3$

Solution

Deceleration tank:

Let $D.T = 2\ min$

$$C = Q\ x\ D.T = \frac{5000}{60}\ x\ 2 = 166.67\ \ m^3$$

$Let \quad d = 1.0\ m \ \rightarrow A = 166.67\ m^2$

$but \quad l = 3\ b$

$so \quad 3b^2 = 166.67$

$$d = 7.5\ m \quad and \quad b = 22.5\ m$$

Approach channel

$Let \quad v = 1.2\ \ m/sec$

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{5000/60x60}{1.2} = 1.16\ m^2$$

$A = b.d = (2d).d = 2d^2 = 1.16 \quad$ *best hydraulic section*

$$d = 0.8\ \ m \quad and \ \ b = 1.6\ m$$

Screen:

$Let \quad \varphi = 1.5\ cm \ \ , \ Spacing = 5\ cm \ \ , \ \theta = 45^{\circ}$

$d = .8\ m$ (*depth in approach channel*)

$$l = \frac{d}{sin\theta} = 1.13\ \ m$$

$Assume\ net\ area = 2\ area\ of\ channel = 2\ x\ .8\ x1.6 = 2.56\ m^2$

$\therefore l.S.n_{sp} = 2.56 \ \rightarrow 1.13\ x\ .05\ x\ n_{sp} = 2.56 \ \rightarrow \ n_{sp} = 46\ \ space$

$Assume\ using\ 2\ screens \ \rightarrow n_{sp} = 23\ spacing$

$n_{bars} = n_{sp} + 1 = 24 \quad spacing$

$b = \ n_{bars}\ x\ \varphi \ + n_{sp}\ x\ spacing = 24\ x\ 1.5 + 23\ x\ 5 = 151\ cm$

Check

1- $v_1 = \frac{Q}{n_{sc}.b.d} = \frac{5000/60x60}{2\ x\ 1.51\ x\ 0.8} = 0.57 < \ .6\ \ m/sec$

$decrease\ \ b\ to\ increase\ velocity$

$take\ 20\ \ spacing\ of\ S = 5\ cm \ \rightarrow 21\ bars\ of\ \varphi = 1.5\ cm$

$b = 21\ x\ 1.5 + 20\ x\ 5 = 131.5\ cm$

$$v_1 = \frac{Q}{n_{sc}.b.d} = \frac{5000/60x60}{2\ x\ 1.315\ x\ 0.8} = 0.66 > \ .6\ \ m/sec$$

2- $v_2 = \frac{Q}{n_{sc}.(n_{sp}.S).d} = \frac{5000/60x60}{2\ x(20\ x\ .05)\ x\ 0.8} = 0.89 \ < \ 1.5\ \ m/sec$

3- $\Delta h = 1.4\frac{{v_2}^2 - {v_1}^2}{2g} = .02\ m < .1\ m \quad o.k$

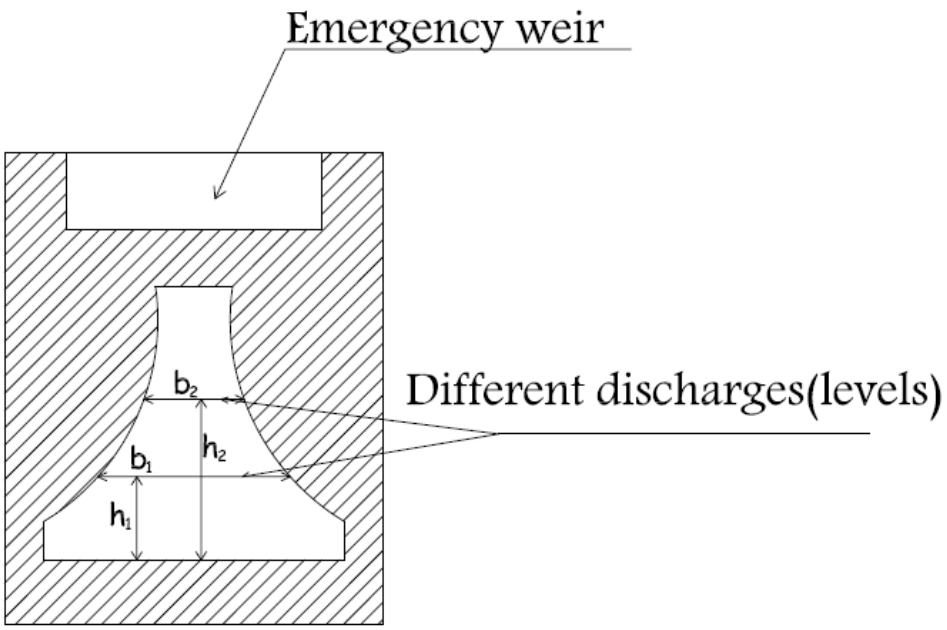
Girt Removal chamber

Purpose:

Remove sand, gravel and any other material with specific gravity bigger than organic matters

ينشأ هذا الحوض بشكل اساسى لترسيب الرمال دون المواد العضوية وذلك لاختلاف طرق التخلص من كل منهما حيث انها تسمح بترسيب المواد التي لها قطر اكبر من 0.2 مم فقط

ولهذا الغرض يجب ان تظل السرعة ثابتة (0.25 : 0.35 م/ث)في الحوض مع اختلاف التصرف وللحصول على ذلك فان الحوض يزود بهدار على الخروج يسمى Proportional flow weir وهو عبارة عن هدار عريض من الأسفل ويقل عرضه مع زيادة الارتفاع



Proportional flow weir

Design data:

* $Q_d = 1.5\, Q_{av}$
* $number\ of\ tanks \geq 2 \quad (for\ cleaning\ and\ emergency\ cases)$
* $D.T = 1\,\text{min} \quad \rightarrow \quad C = Q_d\ x\ D.T$
* $S.L.R = 1200 : 1500 \ \ m^3/m^2/d$
* $S.L.R = \frac{Q_d}{S.A} \quad \rightarrow \quad S.A = n.l.b = \checkmark\checkmark$
* $d = \frac{C}{S.A} = \checkmark\checkmark$

$to\ obtain\ constant\ velocity \quad v_{hz} = \frac{l}{D.T} = 0.25 : 0.35 \cong 0.3 \rightarrow l = \checkmark\checkmark$

* $Assume\ \ n \rightarrow \ \ get\ b$

Example

Design Grit removal chamber for a W.W.T.P with hourly flow equals $3000\ m^3/hr$

Solution

$let \quad D.T = \ 1\ min$

$C = Q\ x\ D.T = \frac{3000}{60}\ x\ 1 = 50\ m^3$

Assume $S.L.R = 1500 \ \ m^3/m^2/d$

$S.L.R = \frac{Q_d}{S.A} \rightarrow 1500 = \frac{3000\ x\ 24}{S.A} \rightarrow S.A = 48\ m^2$

$\therefore d = \frac{C}{S.A} = \frac{50}{48} = 1.05\ m$

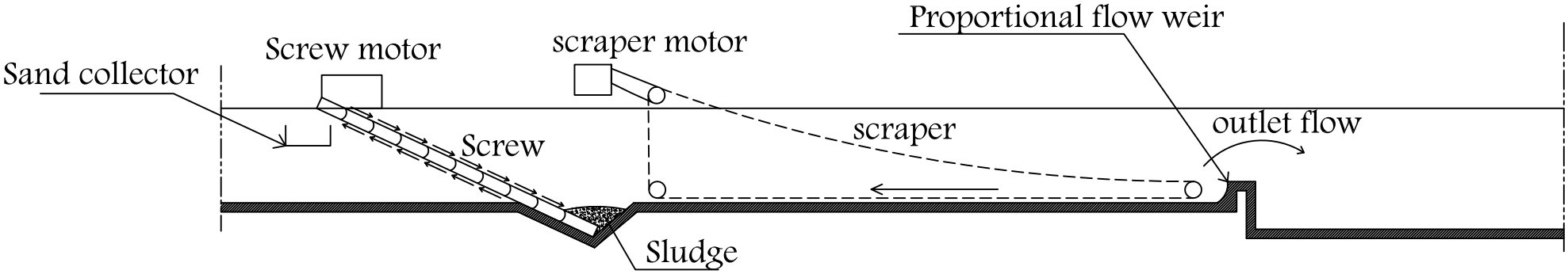
Assume $v_{hz} = .3 \ \ m/sec$

$v_{hz} = \frac{l}{D.T} \rightarrow l = v_{hz}\left(\frac{m}{sec}\right) x\ D.T(sec) = 0.3\ x\ (1\ x\ 60) = 18\ m$

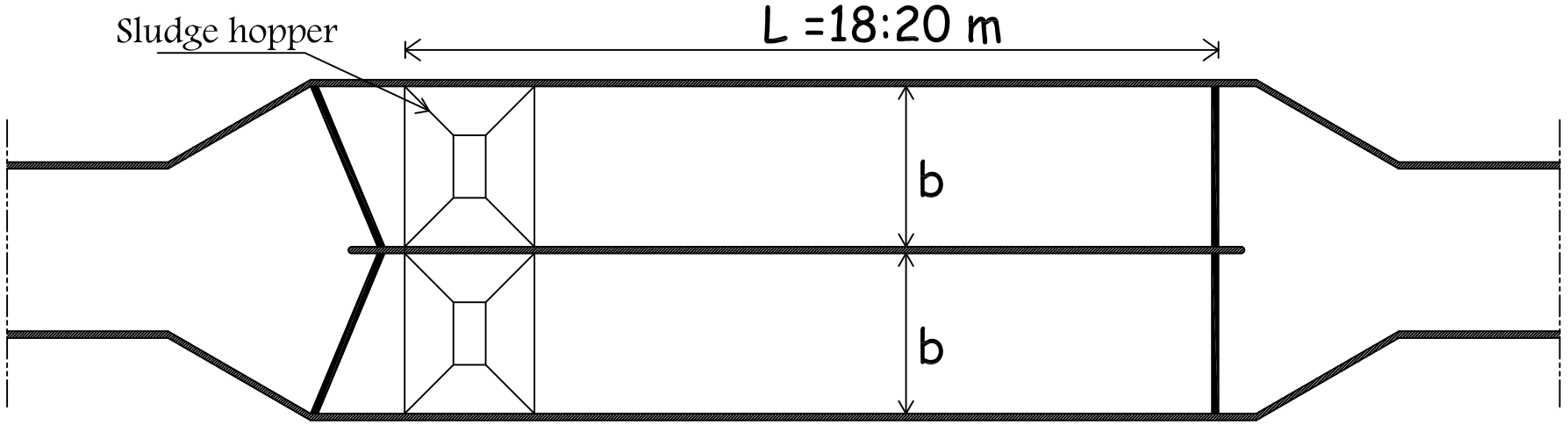
$S.A = n.b.l = 48\ m^2$

Assume $n = 2$

$n.b.l = 2\ x\ b\ x\ 18 = 48 \quad \rightarrow \quad b = 1.35\ \ m$



Elevation view



Plan view

Grit removal Chamber

Primary Sedimentation tank

Purpose:

1- Remove 50 % of suspended solids

2- Remove 30 % of organic load (BOD)

- حوض الترسيب الأولى او الابتدائى عبارة عن حوض ترسيب يستخدم لترسيب المواد العالقة فى الماء والمواد الذائبة وهو شبيه بحوض الترسيب المستخدم في محطات تنقية المياه ويضاف اليه كاسحة لإزالة المواد الطافية على السطح
- قد يستخدم حوض الترسيب الأولى كمرحلة نهائية في معالجة الصرف (اى لا يتبع باعمال معالجة أخرى) او يستخدم كمرحلة أولى في اعمال المعالجة حيث يتبعه معالجة ثانوية Biological Treatment وعلى هذا الأساس يختلف زمن بقاء المياه في الحوض فيزيد في حالة الاكتفاء بالمعالجة الأولية ويقل في حالة وجود المعالجة الثانوية

Design Data:

$* D.T = 1.5 : 2.5 \ hr \quad if\ followed\ by\ secondary\ treatment$

$= 2 : 4 \ hr \quad if\ not\ followed\ by\ any\ treatment$

$* Q_d = 1.5\, Q_{av}$

$* n \geq 2$

$* S.L.R = \frac{Q}{S.A} = 25 : 40 \quad m^3/m^2/d$

$* H.L.W = \frac{Q}{l_w} = 200 \quad m^3/m'/d$

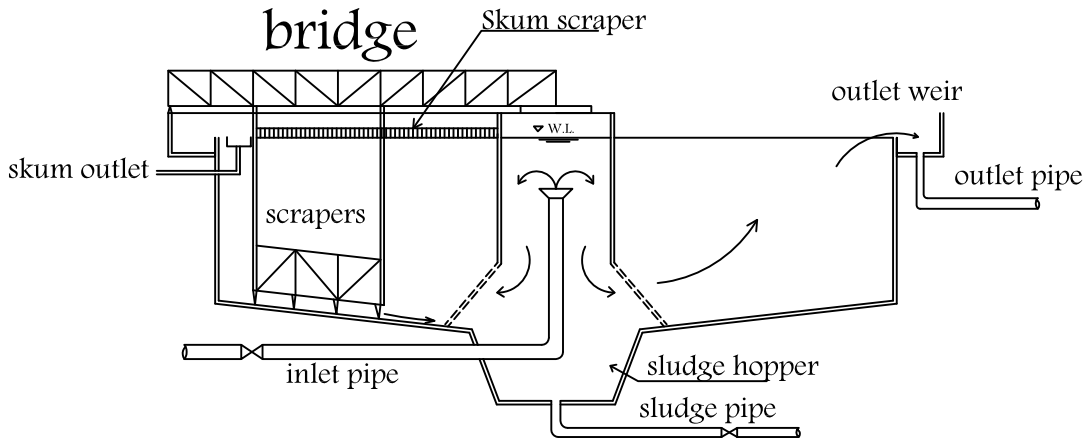
$* v_{hz} = \frac{Q}{X.A} \leq 0.3 \ m/min$

Dimentions:

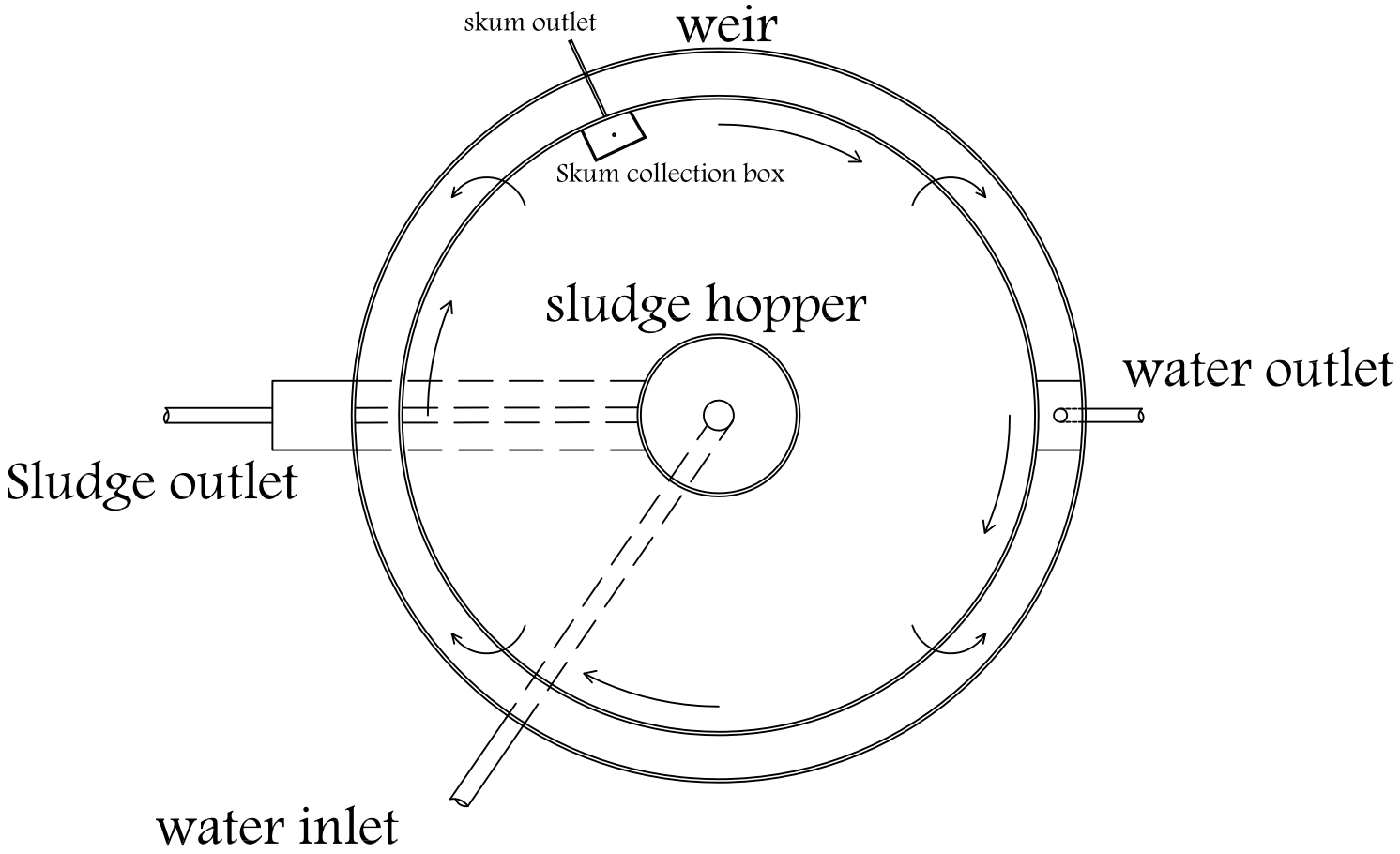
$* \quad l = (3:5)\, b \quad , \quad l \leq 50\, m \quad in\ rec.\ tanks$

$b = (2:3)d \quad , \quad d = 2:4\, m$

$* \quad \varphi \leq 35 \quad in\ circular\ tanks$



Sec. Elevation



Sec. plan

Section at circular primary sedimentation tank