Wastewater Engineering

7th & 8th week Lectures

Collected BY

Dr. Mohamed Fekry

معايير المخلفات السائلة المسموح بصرفها على شبكات الصرف الصحى

الكود المصرى لأسس التصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع - المجلد الثانى - أعمال المعالجة (الصرف الصحى)

يتم تحديد معايير المخلفات الصناعية السائله المسموح بصرفها على شبكات الصرف الصحى أو محطات المعالجة طبقاً للقانون رقم ٩٣ لسنة ٦٢ والقرار الوزارى رقم (٩) ١٩٨٨ كالتالى :

على شبكات الصرف الصحى

العنصر	الحدود
- درجة الحراره (T^{O})	لا تزيد على ٤٠ مْ
- الأس الهيدروجينى (pH)	لا يقل عن ٦ ولا يزيد عن ١٠
- المواد العالقة والقابلة للترسيب	لا تزيد عن ٥٠٠ ملجم/ لتر بحيث لا تزيد المواد المرسبة عن ٥ سم٣ في اللتر في ١٠ دقائق ولا تزيد عن ١٠ سم٣ في اللتر في ٣٠ دقيقة.
- الأكسجين الحيوى (BOD_5)	لا يزيد على ٤٠٠ جزء فى المليون
- الأكسجين الكيماوى المستهلك (الديكرومات) (COD)	لا يزيد على ٧٠٠ جزء فى المليون
- الأكسجين الكيماوى المستهلك (البرمنجنات)(COD)	لا يزيد على ٣٥٠ جزء فى المليون

- الكبريتورات	لا تزيد على ١٠ جزء فى المليون
- السيانيدات	لا تزيد على ١ . ٠ جزء فى المليون
- الفوسفات	لا تزيد على ٥ جزء فى المليون
- الشحوم والزيوت والمواد الراتنجيه	لا تزيد على ١٠٠ جزء فى المليون.
- النترات	لا تزيد علي ٣٠ جزء في المليون.
- الفلوريدات	لا تزيد علي ١ جزء في المليون.
- الفينول	لا تزيد علي ٠٠٥ ر جزء في المليون.
- الأمونيا	لا تزيد علي ١٠٠ جزء في المليون مقدره على اساس ن.
- الكلور الحر	لا تزيد علي ١٠ جزء في المليون علي اساس كل.
- نسبة ثاني أكسيد الكبريت	لا تزيد علي ١ جزء في المليون.
- الفورمالدهيد	لا تزيد علي ١٠ جزء في المليون.
- المعادن الثقيلة: (الفضة- الزئبق- النحاس- النيكل- الزنك- الكروم- الكادميوم- القصدير)	(يد ك يد أ) - يجب الا تزيد منفردة أو مجتمعة عن ١٠ جزء في المليون اذا لم يتجاوز حجم المتخلفات المنصرفة عن ٥٠ م٣/يوم ولا تزيد عن ٥ جزء في المليون اذا زاد حجم المتخلفات المنصرفة الي شبكة المجاري عن ٥٠ م٣/ يوم. - يجب ألا تزيد مجموع الفضة والزئبق عن ١ جزء في المليون

٦ - طرق المعالجة :

٦ - ١ مقدمة :

بعد تحديد أهداف المعالجة وبالرجوع إلى القوانين المنظمة والمعمول بها فإنه المعالجة بمقارنة خواص المخلفات السائله الخام و المعالجة بهدف التخلص من الملوثات الموجودة بالمخلفات السائله لإعادة إستخدامها حيث تدرس مرادفات المعالجة المتاحة وتقيم لإختيار أنسبها وذلك خلال مراجعة وتصنيف الطرق المختلفة.

ويتم إزالة الملوثات من المخلفات السائله بطرق طبيعية وكيماوية وبيولوجيه عن طريق وحدات تعمل فى مجموعات متنوعة عند أختبار نظم المعالجة . وكذا من الضرورى دراسة الأسس التصميمية لكل مجموعة على حدة .

٦-٢ المعالجة الطبيعيه

وهى التى تعتمد على القوى الطبيعيه (التثاقل) وتشمل أعمال التصفيه والترويب والترسيب والتعويم والترشيح وبالتالى فإنها تسبق أى وحدات معالجة أخرى .

٦-٣ المعالجة الكيماويه:

هى التى تعتمد على إضافة الكيماويات قبل عملية الترسيب والإمتصاص والتطهير وفى حالة الترسيب تكون نتيجة التفاعل الكيماوى لمادة كيماويه تعمل على تجميع وترسيب المواد العالقة بها . أما الإمتصاص فيعتمد على قوى الجذب بين المواد العالقة والمواد الكيماويه المتكونه والتطهير يعتمد على أكسدة البكتريا وذلك بتفتت الجدار المحيط بها.

٦-٤ المعالجة البيولوجيه:

وهى التى تعتمد أساساً على تثبيت المواد العضويه بيولوجيا بالتخلص من بعض عناصرها حيث يتم إزالة المواد العضويه القابله للأكسدة بيولوجياً سواء كانت عالقة أو مذابه .

وغالباً ما تتحول هذه المواد إلى غازات وأنسجه لخلايا حيه والتى يمكن إزالتها بالترسيب. كما أن المعالجة البيولوجيه تستخدم فى إزالة النيتروجين والفوسفور من المخلفات السائله.

ويطلق أسم المعالجة الثانويه على المعالجة البيولوجيه شاملة الترسيب النهائى ومن المفضل أن يحدد نوع المعالجة المطلوبة طبقاً لخواص وتركيز الملوثات المطلوب التخلص منها وذلك سواء لإعادة إستخدام المياه المعالجة أو التخلص منها ويمكن تصنيف الملوثات الأكثر شيوعاً بالمخلفات السائله ومرحلة المعالجة اللازمة لإزالتها كما هو مبين بالجدول الآتى :

الملوث	مرحلة المعالجة
المواد الصلبه العالقة (Suspended Solids)	- التصفيه والفرم - إزالة الرمال. - الترسيب. - الترشيح. - التعويم. - الترويب والترسيب بإستخدام أو بدون إستخدام كيماويات. - طرق طبيعيه ومنها المعالجة بالرى المباشر
المواد العضوية القابله للتمثيل (Degredable Organic Matter)	- الحمأه المنشطه - أحواض التلامس البيولوجيه (المرشحات الزلطيه ، الأقراص البيولوجيه الدواره) - بحيرات الأكسده - المرشحات الرمليه المتقطعه - النظم الكيماويه والطبيعيه - الترسيب

المواد العضويه المتطايره	- التهويه - التخلص من الغازات - الإمتصاص بالكربون المنشط
البكتريا الناقله للأمراض	التعقيم بالكلور ومركباته - الأوزون - الأشعه فوق البنفسجيه - النظم الطبيعيه
النيتروجين العضوى	- بإستخدام نمو البكتريا بالنترات والإختزال إلى آمونيا. - بإستخدام الوسط الترشيحى فى الأكسده إلى نترات والإختزال إلى آمونيا - عملية إستخلاص الآمونيا - تبادل الأيونات

الملوث	مرحلة المعالجة
الفوسفور العضوى	- إضافة الكلور بجرعه مساويه لنقطة الإنكسار فى منحنى الكلور - النظم الطبيعيه - إضافة أملاح المعادن - الترويب بإستعمال الجير ثم الترسيب - إزالة الفوسفور بالمعالجة البيولوجيه - المعالجة البيولوجيه والكيماويه لإزالة الفوسفور
المواد العضويه الغير قابله للتمثيل Non Degredable Organic Matter	- النظم الطبيعيه - الإمتصاص بالكربون - المعالجة الثلاثيه بالأوزون - النظم الطبيعيه
المعادن الثقيله	- الترسيب بإستعمال الكيماويات - التبادل الأيوانى - النظم الطبيعيه

المعالجة الأوليه للمخلفات السائله :

Preliminary Wastewater Treatment

المعالجة الأوليه هى عبارة عن إزالة المواد التى تعوق أعمال التشغيل والصيانه وذلك بواسطة المصافى وفرم المواد المحجوزة عليها وإزالة الرمال وما شابه التى قد تسبب تآكل أو إنسداد المهمات وكذلك التعويم لإزالة الزيوت والدهون.

المعالجة الإبتدائية للمخلفات السائله:

Primary Wastewater Treatment

وفيها يتم إزاله جزء من المواد الصلبة العالقة العضويه وغير العضويه ويتم ذلك عن طريق الوحدت التى تعتمد على المعالجة الطبيعيه وهي الترسيب الابتدائي والذى فيه يتم إزالة حوالى (٥٠ - ٧٠ ٪) من المواد العالقة.

و (٣٠ - ٥٠ ٪) من المواد العضوية ($B.O.D_5$) العالقة وطبقاً لمدة المكث. ويتم إستنتاج نسبة الإزالة طبقا للشكل (١-٣) .

المعالجة الثانوية للمخلّفات السائله:

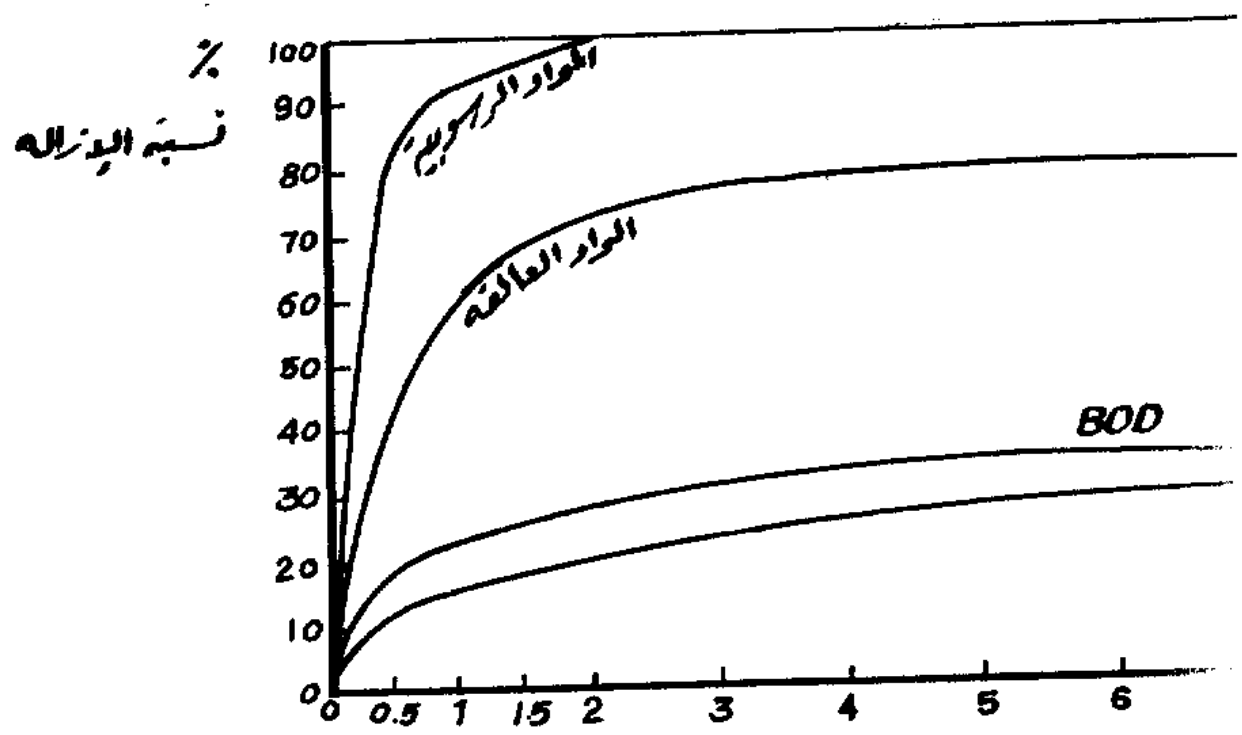
Secondary wastewater treatment

وهى المعالجة الثانويه والتى تقوم أساساً بإزالة المواد العضوية القابله للتمثيل بيولوجياً والمواد العالقة الناتجه منها كما يدخل التعقيم كجزء من المعالجة الثانويه وتعرف المعالجة الثانوية التقليديه على أنها مجموعة من المراحل تستخدم عادة فى إزالة المواد العضوية حيث تشمل المعالجة البيولوجيه اما بأستعمال الحمأه المنشطه أو أحواض التلامس البيولوجيه أو بحيرات الأكسده بالإضافة إلى الترسيب النهائى.

كما يمكن إزالة النيتروجين والفوسفور وذلك بإضافة أملاح المعادن إلى خليط المواد الصلبه العالقة بحوض التهويه حيث يؤدى ذلك إلى إزالة الفوسفور بحوض الترسيب النهائى كما يؤدى التحكم فى نظام التهويه فى حوض الحمأه المنشطه الحصول على النترات ثم تحويلها إلى آمونيا للتخلص من المياه المعالجة (معالجة هوائية ولا هوائية).

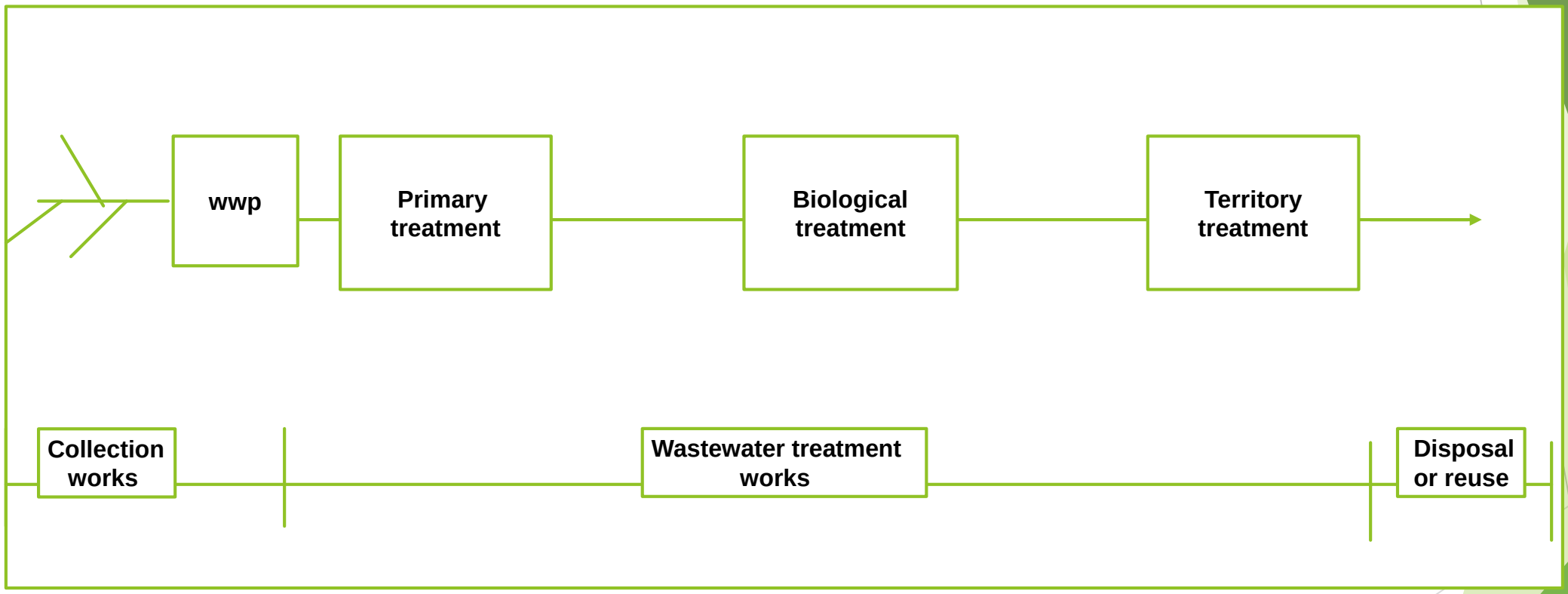
المعالجة الثلاثية :

ويتم فيها إزالة نسب أعلى من العناصر الملوثة والتى لا يمكن أزالتها فى المعالجة الثانوية .



شكل (١-٣) : نسبة الازالة للمواد الرسوبية والمواد العالقه والمواد العضوية فى أحواض الترسيب

Wastewater Treatment



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 ا لولية 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.

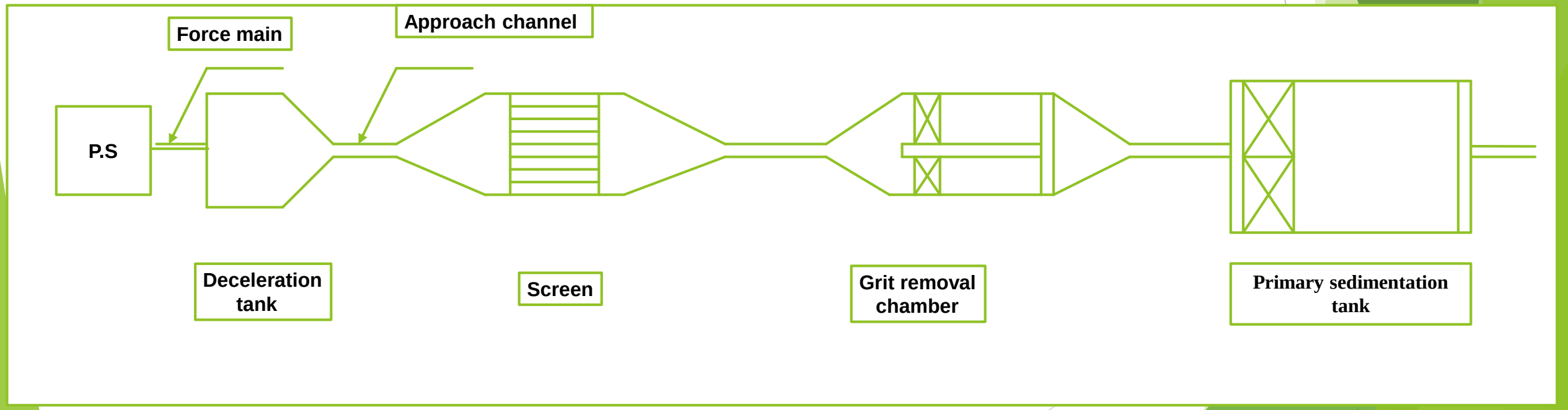
3- Tertiary Treatment:

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

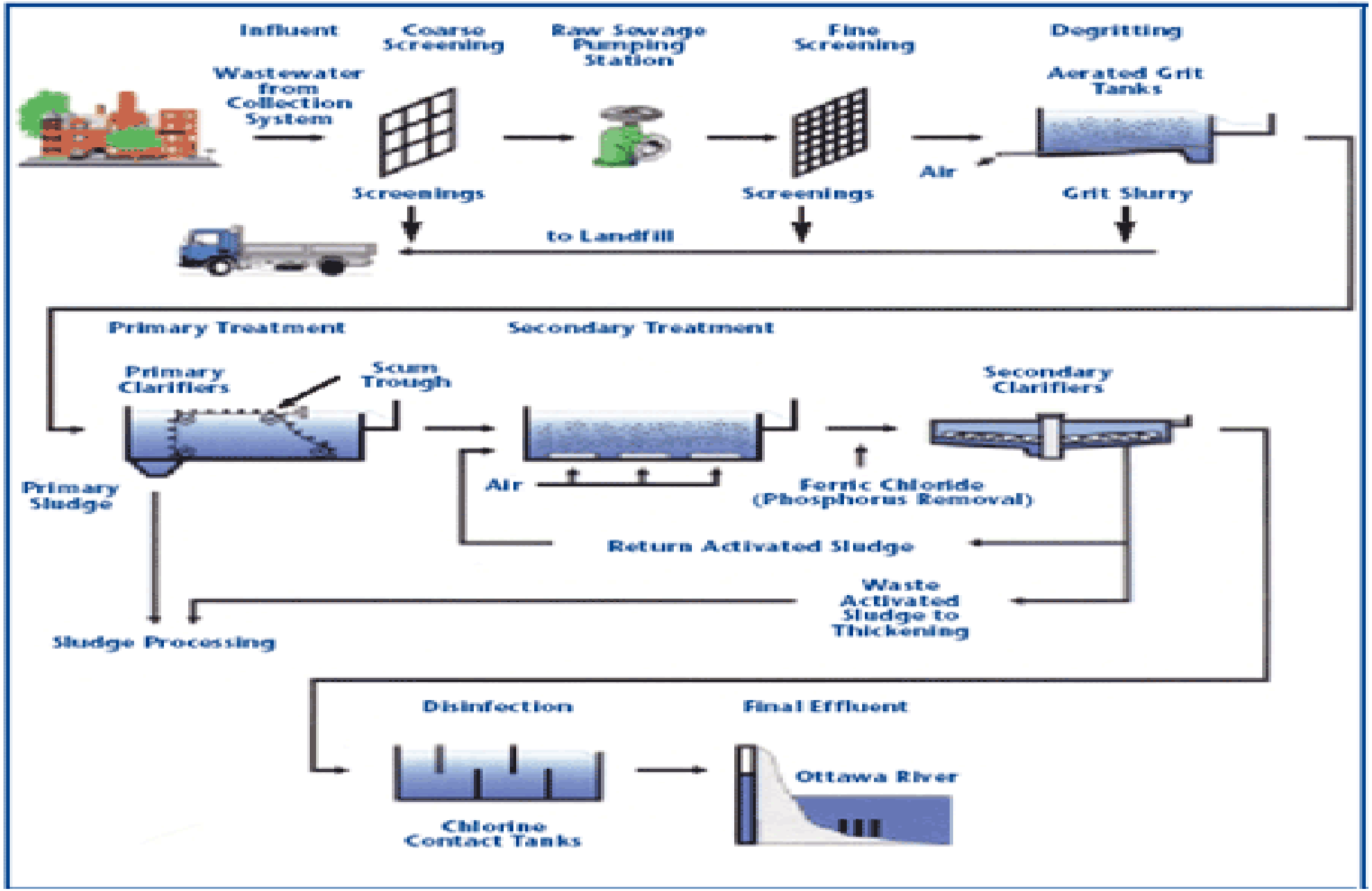
Primary wastewater treatment:

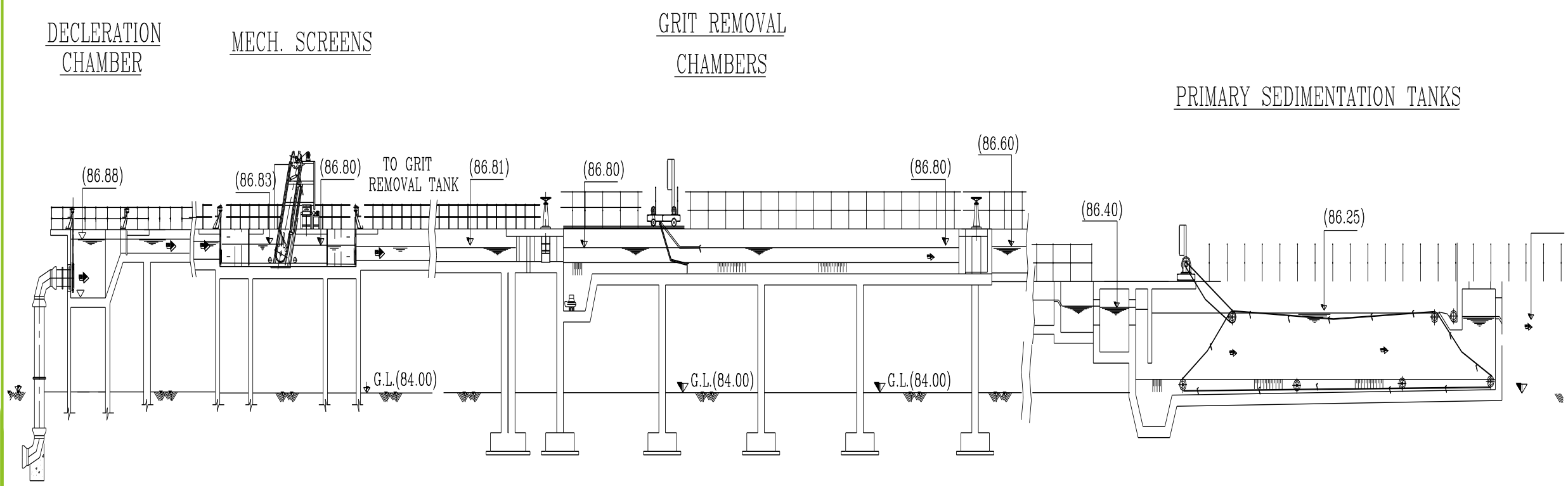
Purpose :

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



Flow line in wastewater treatment plant


Influent
Wastewater from Collection System
Coarse Screening
Raw Sewage Pumping Station
Fine Screening
Degritting
Aerated Grit Tanks
Air
Screenings
Screenings
Grit Slurry
to Landfill
Primary Treatment
Secondary Treatment
Primary Clarifiers
Scum Trough
Secondary Clarifiers
Primary Sludge
Air
Ferric Chloride (Phosphorus Removal)
Return Activated Sludge
Waste Activated Sludge to Thickening
Sludge Processing
Disinfection
Final Effluent
Chlorine Contact Tanks
Ottawa River



Flow line in primary wastewater treatment

1- Deceleration tank: (Slowdown 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.

Purpose:

Reduce the velocity of the sewage before screen to prevent escaping of removal matters.

Design criteria:

- ✓ T = 30 - 60 sec
- ✓ V = 0.6 - 1.2 m/s
- ✓ L = 3 B
- ✓ $Q_{des} = Q_{max\ summer}$
  $= 0.8 \times P.F.F \times 1.2 \times Q_{ave}$
  $Q_{min} = Q_{mim\ winter}$
  $= 0.8 \times M.F.F \times 0.7 \times Q_{ave}$

$$P.F.F. = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{pop}{1000}}}$$

$$M.F.F. = 0.2 \left(\frac{pop}{1000} \right)^{0.167}$$

١- التصميم الهيدروليكى

اولا: المعالجة الإبتدائية (الميكانيكية)

١- غرفة المدخل :-

١-١-الغرض من الوحدة:

تهدئه سرعه وضغط المياه بحيث يتم تغير نظام السريان من المجرى المغلقه الى المجرى المفتوحه ليتعرض سطح المياه بعد ذلك الى الضغط الجوى .

١-٢مكونات الوحده:

غرفة ذات ابعاد تحقق الاسس التصميمية الهيدروليكيه تأخذ اشكالا متعدده مزوده بماسوره لخروج الراوسب والتفريغ ويتصل بها ماسوره الفائض .

١-٣ أسس التصميم:-

- مدة المكث من ٥ر٠ الي ١ دقيقة
- السرعه الافقية من ٦ر٠ الى ٢ر١ م/ ث
- عمق المياه لايقل عن قطر ماسوره المدخل + عمق المياه فى قناه التوصيل ولايزيد عن ٢ متر لاتجاه السريان الافقي .

2- Approach channel:

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

Purpose:

Transmit sewage to screen with suitable velocity.

Design criteria:

- ✓ velocity = 0.6 - 1.5 m/sec

  $V = 1/n\ R^{2/3}\ S^{½}$ $n = 0.015$

- ✓ $Q_{des} = Q_{max\ summer}$

  $= 0.8 \times P.F.F \times 1.2 \times Q_{ave}$

$Q_{des} = A.V$

$A = b \times d$ $b = 2d$ $\therefore\ A = 2\ d^2$

To get S_{min} assume $V_{min} = 0.6$ m/sec

$$A_{\min} = \frac{Q_{\min}}{V_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{0.6}$$

$$b \times d_{\min} = \frac{Q_{\min}}{0.6} \quad \rightarrow d_{\min}$$

$$V_{\min} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$R_{\min} = \frac{A_{\min}}{P_{\min}} = \frac{b \times d_{\min}}{b + 2d_{\min}}$$

$$\rightarrow S_{\min}$$

3- Screen:

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

Purpose:

Removal of large floating objects such as plastic, metals, wood, paper….ext.

Mechanical screen

Manual screen

٢- المصافى :-

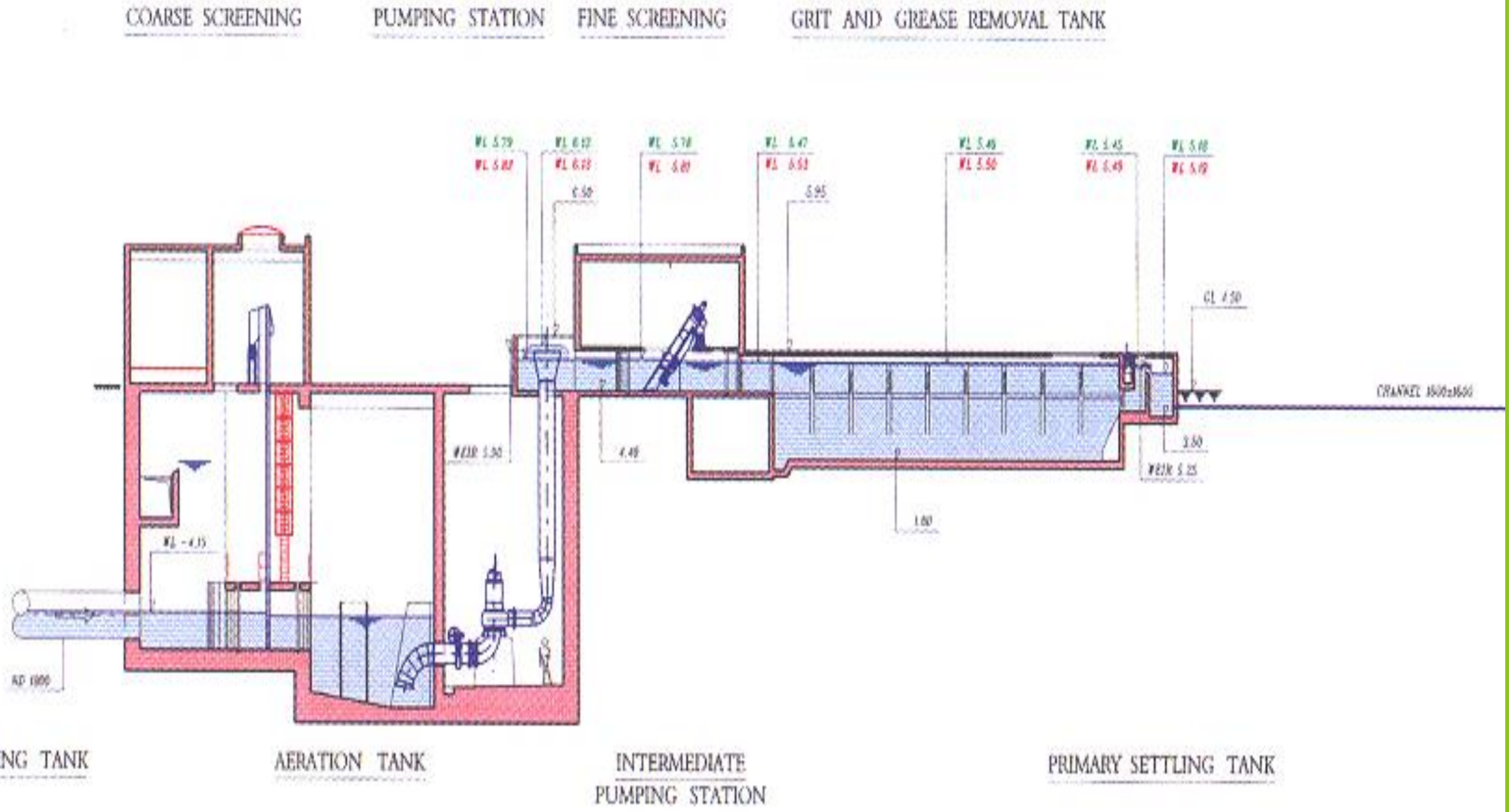
٢-١ الغرض من الوحده :-

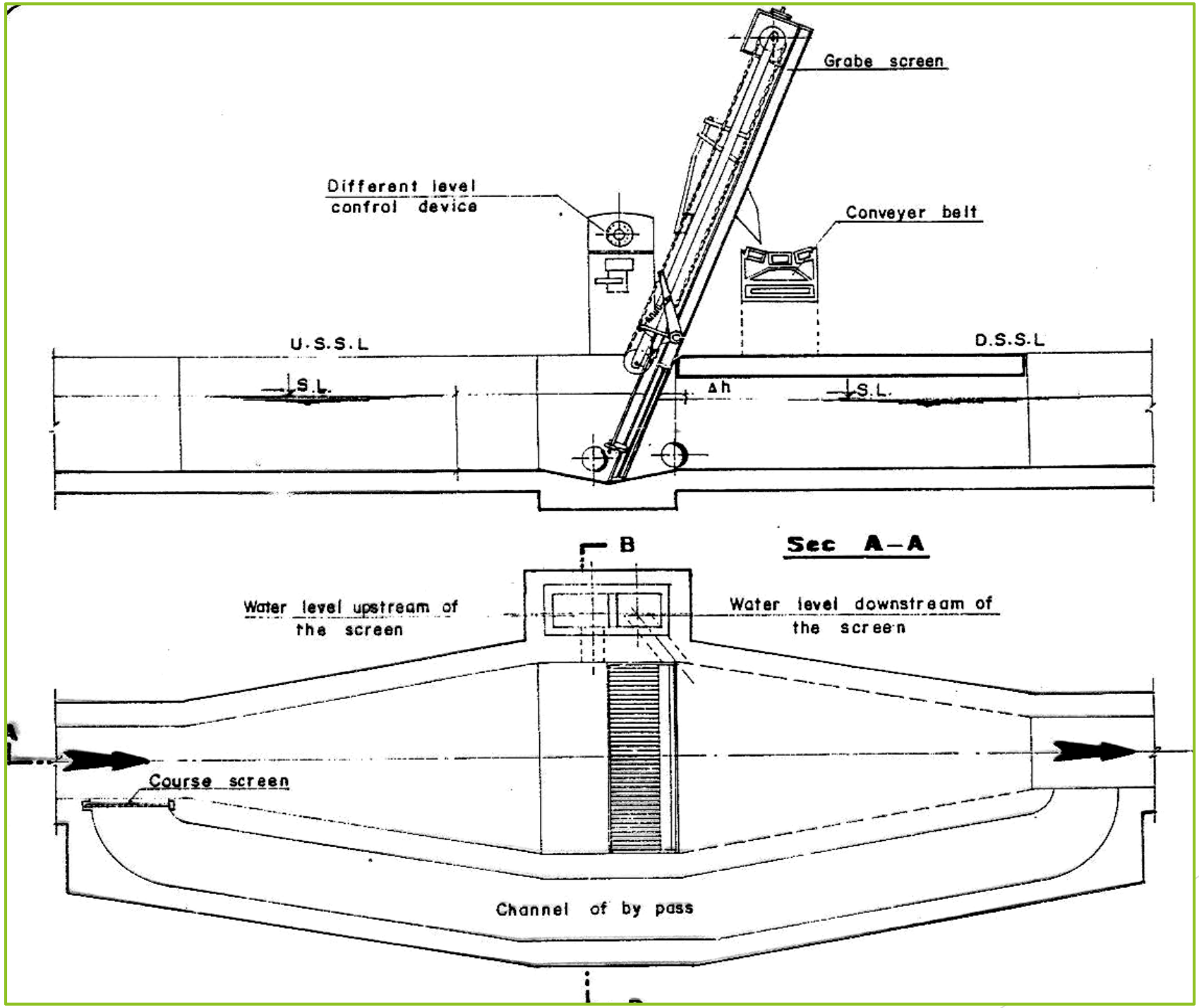
حجز المواد العالقه أو الطافيه على سطح الماء .

٢-٢ مكونات الوحدة :-

عباره عن قنوات مزوده بالمصافى اليدوية أو الميكانيكيه وتستعمل المصافى اليدويه فى محطات المعالجه ذات تصرف لا يزيد عن ٥٠٠٠ م٣/ يوم أما المصافى الميكانيكيه فتستعمل فى المحطات ذات تصرف اكبر من ٥٠٠٠م٣/يوم على أن يكون معها مصافى يدويه تستعمل في الطوراىء .

ويثبت فيها قضبان دائريه أو مستطيله المقطع بزاويه تميل على الافقى وتمتد فوق سطح المياه . ومجهزه ببوابات امام وخلف القضبان للتحكم فى سريان المياه وقناه الفائض فى حاله المصافى اليدويه ويوضع خلف المصافى نظام لتجميع ونقل المواد المحجوزه .


COARSE SCREENING
PUMPING STATION
FINE SCREENING
GRIT AND GREASE REMOVAL TANK
DEGASSING TANK
AERATION TANK
INTERMEDIATE PUMPING STATION
PRIMARY SETTLING TANK


Grabe screen
Different level
confrol device
Conveyer belt
U.S.S.L
D.S.S.L
S.L.
Δh
S.L.
B
Sec A–A
Water level upstream of
the screen
Water level downstream of
the screen
Course screen
Channel of by pass

Types of screen:

With regard to spacing between bars:

- Coarse screen: spacing between bars 2.5 – 7.5 cm (5 cm).
- Fine screen: spacing between bars 1 – 2.5 cm (2.5).

With regard to cleaning:

1- Manual screen

2- Mechanical screen.

Design criteria:

- ✓ Net area = (2 - 3) area of approach channel
- ✓ Θ = 45 ° - 60 ° (Manual Sc.), 60° – 80 ° (Mechanical Sc.)
- ✓ Depth of screen = depth of approach channel
- ✓ No. of screens ≥ 2
- ✓ Dimension of bars Φ (diameter of bars) = 15 - 30 mm,
- ✓ Horizontal velocity before screen V1 ≥ 0.6 m/s
- ✓ Velocity through screen V2 ⩽ 1.5 m/s

$$Head\ loss\ through\ screen = 1.4\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \qquad \leq 10\ cm$$

Example:

For a city of average water consumption 250 l/c/d and population 400000 capita. Design the primary treatment units.

Solution:

$$Q_{ave} = \frac{0.8 \times q_{ave} \times population}{1000 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= \frac{0.8 \times 250 \times 400000}{1000 \times 24 \times 60 \times 60} = 0.93 \quad m^3/s$$

$$P.F.F = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}$$

$$P.F.F = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{400000}{1000}}} = 1.58$$

$$M.F.F = 0.2\left(\frac{P}{1000}\right)^{0.167}$$

$$M.F.F = 0.2\left(\frac{400000}{1000}\right)^{0.167} = 0.54$$

$$Q_d = P.F.F \times (1.2 \times Q_{ave})$$

$$= 1.58 \times 1.2 \times 0.93 = 1.75 \quad m^3/s$$

$$Q_{\min} = M.F.F \times (0.7 \times Q_{ave})$$

$$= 0.54 \times (0.7 \times 0.93) = 0.35 \quad m^3/s$$

$$\text{Practecally take } P.F.F = 1.5 \text{ and } M.F.F = 0.5$$

Design of approach channel:

Assume V= 1.2 m/s

$Q_d = A \cdot V$

$A = Q_d / V$

$= 1.75 / 1.2 = 1.46\ m^2$

$A = b \times d$

For best hydraulic section b =2d

$A = 2d \times d$

$1.46 = 2d^2$

d = 0.85 m , b = 2 x 0.85=1.7 m

Area actual = b x d = 0.85 x 1.7 = 1.45 m^2

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

$$\frac{Q_d}{A} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$\frac{1.75}{1.45} = \frac{1}{0.015} \left(\frac{1.45}{1.7 + 2 \times 0.85}\right)^{2/3} S^{1/2}$$

$$S = 1.03\,\%0$$

$$Assume\ v_{\min} = 0.6 \quad m/s$$

$$A_{\min} = \frac{Q_{\min}}{v_{\min}} = \frac{0.35}{0.6} = 0.58 \quad m^2$$

$$A_{\min} = b \times d_{\min}$$

$$0.58 = 1.7 \times d_{\min}$$

$$d_{\min} = 0.34 \quad m$$

$$V_{\min} = \frac{1}{n} R_{\min}^{2/3} S^{1/2}$$

$$0.6 = \frac{1}{0.015} \left(\frac{0.58}{1.7 + 2 \times 0.34}\right)^{2/3} S_{\min}^{1/2}$$

$$S_{\min} = 0.54\ \%o$$

Design of deceleration tank:

Assume T=30 sec T= 5 – 60 sec

$V = Q_{des} \times T$

$= 1.75 \times 30 = 52.5\ m^3$

Assume L = 3 B

d = depth of approach channel = 0.85 m

V = A x d

52.5 = 0.85 x B x 3B

B = 4.53 m , L = 13.61 m

Design of screen:

Assume:

- Net submerged area of screen = 2 x area of approach channel
- Depth of wastewater in screen (d) = depth of wastewater in approach channel.

  = 0.85 m
- Spacing between bars = 5 cm
- Width of bars = 10 mm = 1 cm
- Length of submerged screen (L) = d / sinθ

  = 0.85 / sin 45◦ = 1.2 m

Area of spacing = L x b

= 1.2 x 0.05 = 0.06 m2

Net submerged area = 2 x A of approach channel

= 2 x 1.45 = 2.9 m2

No. of spacing = net submerged area / area of one spacing

= 2.9 / 0.06 = 48 space

Take 2 screens

No. of spacing in each screen = 24 space

No. of bars = No. of spacing + 1

= 24 + 1 = 25 bars

Width of screen (B) = total width of spacing + total width of bars

= 24 x 0.05 + 25 x 0.01 = 1.45 m

Checks:

$$v_1 = \frac{Q_d}{A}$$

$$v_1 = \frac{Q_d}{n \times B \times d} = \frac{1.75}{2 \times 1.45 \times 0.85} = 0.71 \quad m/s \quad \succ 0.6 \; safe$$

$$v_2 = \frac{Q_d}{n \times d \times spacing \times no.\,of \;\; spacing}$$

$$= \frac{1.75}{2 \times 0.85 \times 0.05 \times 24} = 0.86 \quad m/s \prec 1.5 m/s \; safe$$

Head loss through screen

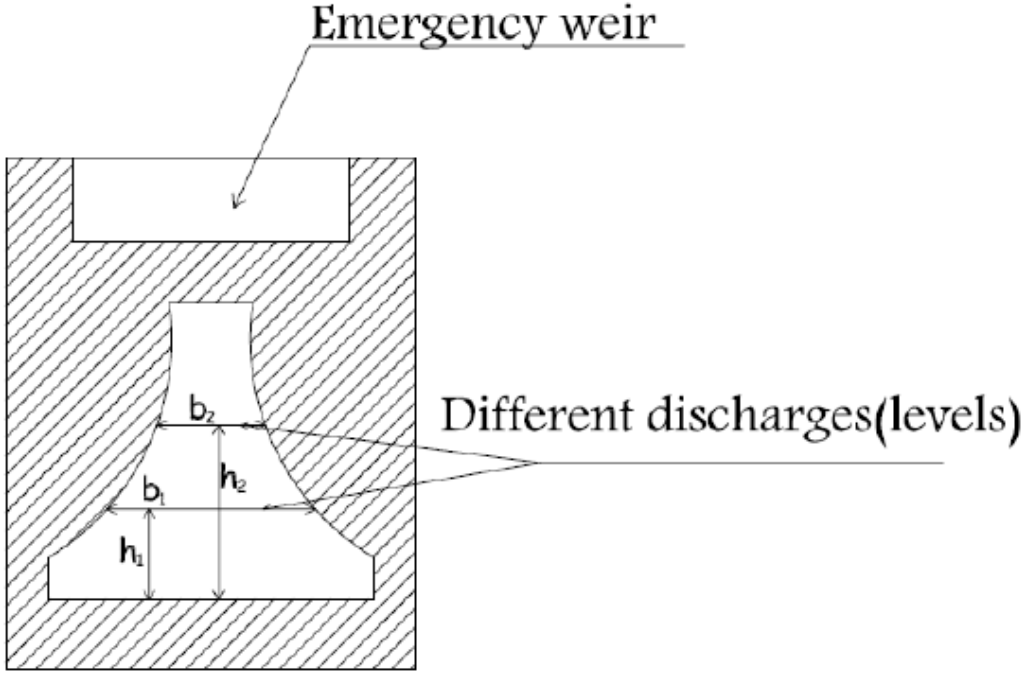
$$h_L = \frac{1.4(v_2^2 - v_1^2)}{2g}$$

$$= \frac{1.4((0.86)^2 - (0.71)^2)}{2 \times 9.81} = 0.016 \; m = 1.6 \; cm \;\; \prec 10 \; cm \; safe$$

4- Grit removal chamber

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 أكبر 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



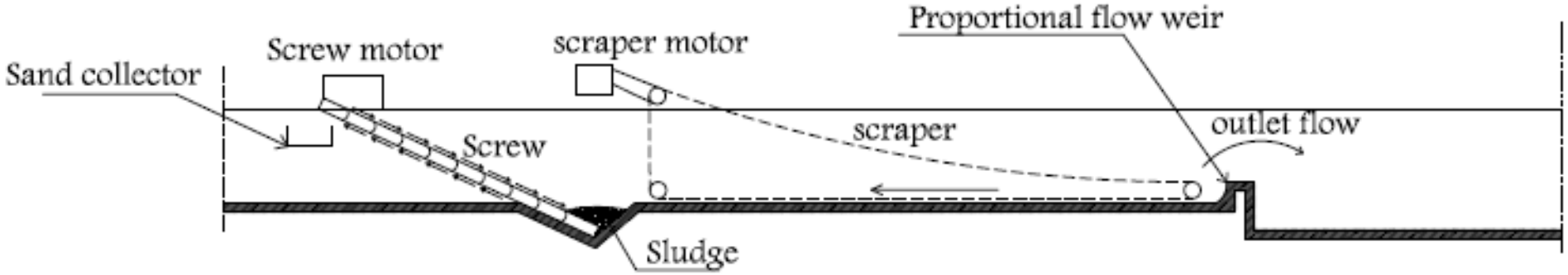
Proportional flow weir

Design data:

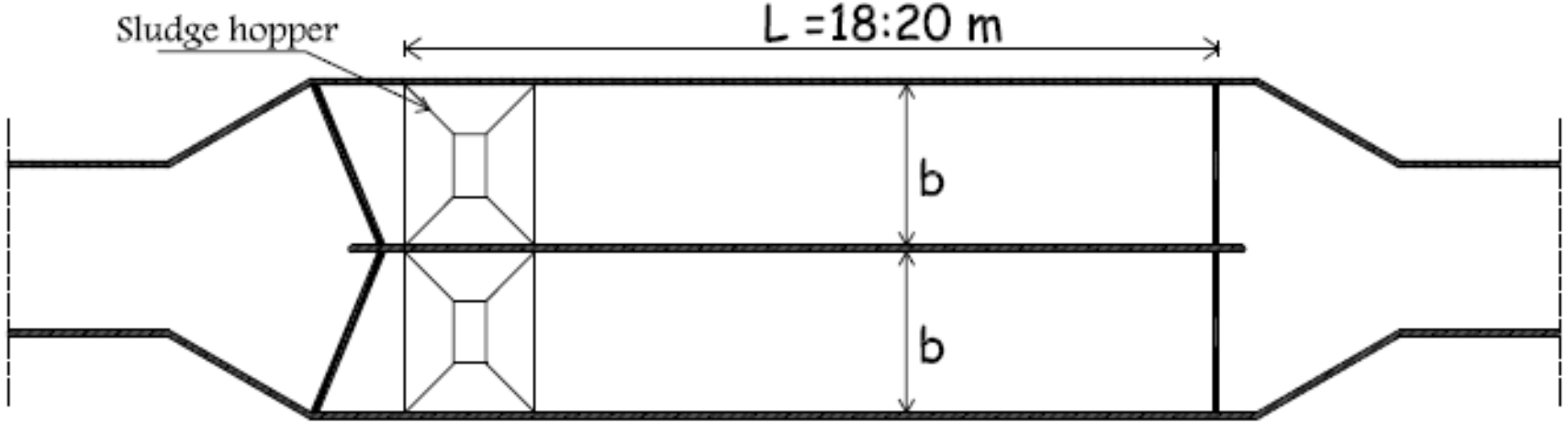
* $Q_d = 1.5\, Q_{av}$
* $number\ of\ tanks \geq 2 \quad (for\ cleaning\ and\ emergency\ cases)$
* $D.T = 1\,\text{min} \quad \rightarrow \quad C = Q_d\ x\ D.T$
* $S.L.R = 1200 : 1500 \ \ m^3/m^2/d$
* $S.L.R = \frac{Q_d}{S.A} \quad \rightarrow \quad S.A = n.l.b = \checkmark\checkmark$
* $d = \frac{C}{S.A}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

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

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



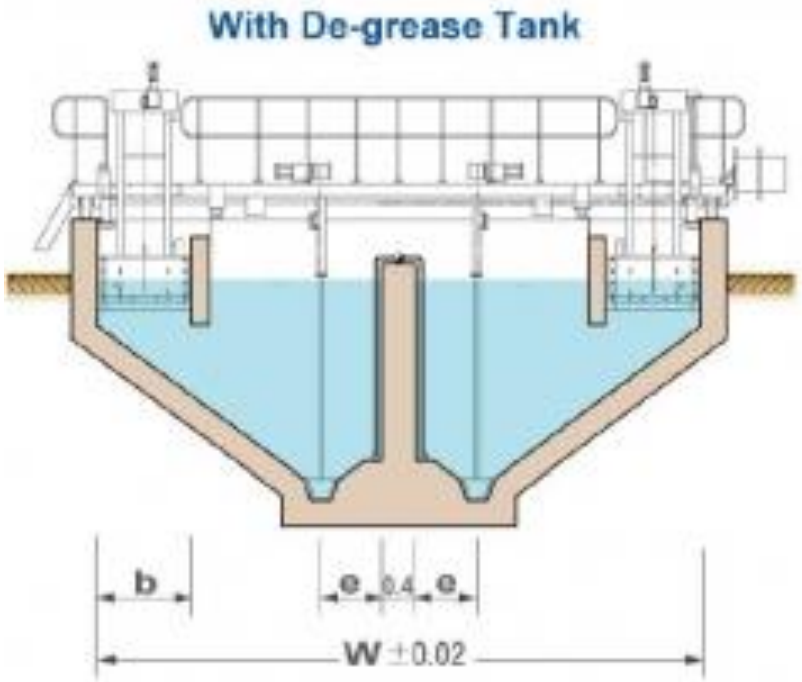
Elevation view



Plan view

Grit removal Chamber

- **Grit consists of:**
- Gravel, sand, silt or other material having a specific gravity greater than of organic matter. (particle size ≥ 0.2 mm)
- **purpose :**
- It is a sedimentation tank , the velocity through which is so controlled to allow settlement of sand & silt of 0.2 mm diameter without allowing settlement of organic matter.
- The sedimentation tank is not used for the removal of particles ≥ 0.2 mm:
- 1- To improve the quality of sludge.
- 2- Decrease the quantity of sludge.
- 3- Decrease the load on the sedimentation tank to decrease the construction cost.


With De-grease Tank
b
e
0.4
e
W ±0.02

Types of grit removal chamber:

1- Rectangular (conventional type (horizontal flow)).
2- Aerated grit chamber.
3- Vortex.

1- Conventional type (horizontal flow) grit removal chamber:

Design criteria:

1- Velocity of flow 0.25 – 0.35 m/s taken 0.3 m/sec
2- Retention period T = 1 min
3- Length (L) = 18 - 20 m
4- Surface loading rate $\leq$ 1200 $m^3/m^2/day$
5- No. of grit chamber n $\geq$ 2
6- Depth (d) = 0.6 – 1 m.
7- width (b) = 1 - 2 d
8- Amount of grit removed = 100 – 250 l / 1000 m^3 of Qd /day.

In order to keep the velocity constant we either use:

1- Rectangular section + proportional weir.

proportional weir:

Purpose:

Keep the velocity constant at different discharge rates (Q).

$$Q_d = 4BH^{\frac{3}{2}}$$

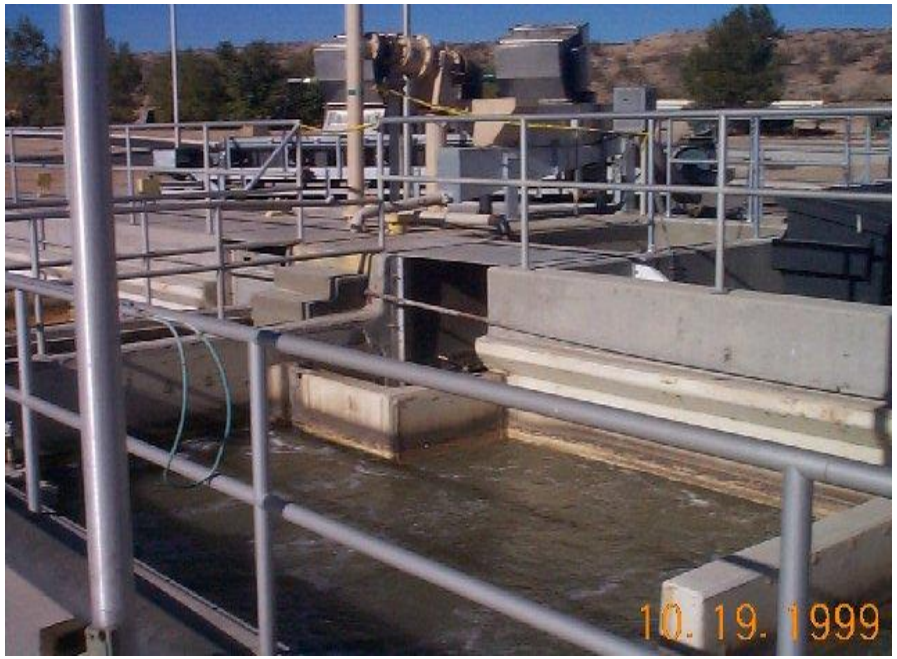
$$BH^{\frac{1}{2}} = \text{Constant}$$

H = depth of wastewater in grit chamber (d) – 0.1
B = width of water in proportional weir at height H.

2- Parabolic section.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{3}{2}} S^{\frac{1}{2}} \qquad R = \frac{A}{P}$$

To get constant velocity the hydraulic radius must be constant at different flow rates.
The ratio of A/p remains constant in case of parabolic section at different flow rates.



Grit removal chamber

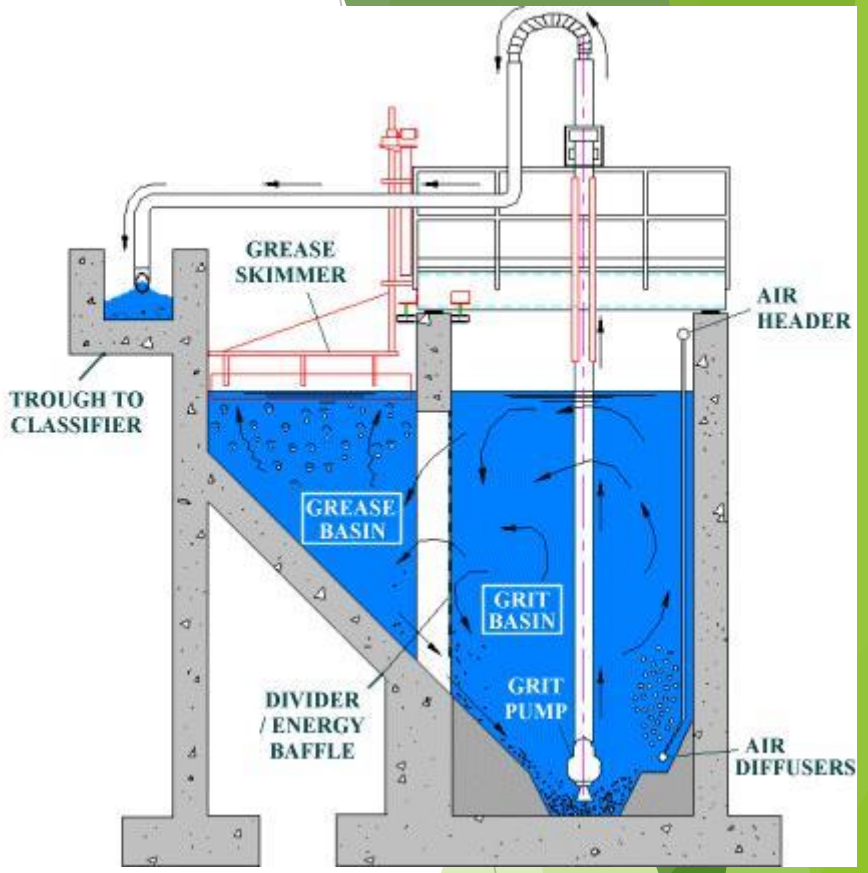
2- Aerated grit removal chamber:

Purpose:

1- Removal of oil and grease.
2- Removal of particles of size ≥ 0.2 mm.

Design criteria:

1- Velocity of flow 0.25 – 0.3 m/s
2- Helical velocity 0.1 – 0.2 m/s
3- Retention period T = 2 - 5 min
4- Length (L) = 7.5 - 20 m
5- Surface loading rate ≤ 1000 $m^3/m^2/day$
6- No. of grit chamber n ≥ 2
7- Depth (d) = 3 – 5 m.
7- width (b) ≤ 2 m
8- Rate of aeration = 0.3 – 0.7m^3/minute/m of chamber length (average 10 m^3/hour/ m^3 of the chamber)
9- Amount of grit removed = 100 – 250 l / 1000 m^3 of Qd /day.



Example:

A city of population 200000 capita and average sewage flow of 200 l/c/d. Design conventional grit removal chamber.

Solution:

$$Q_{ave} = \frac{average\ sewage\ \ flow \times population}{1000 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= \frac{200 \times 200000}{1000 \times 24 \times 60 \times 60} = 0.46 \quad m^3 / s$$

$$Q_d = 1.5 \times (1.2 \times Q_{ave})$$

$$= 1.5 \times 1.2 \times 0.46 = 0.83 \quad m^3 / s$$

Assume T = 1 min = 60 sec

V = Qd x T

= 0.83 x 60 = 49.68 m3

V = n x L x b x d

Horizontal velocity = 0.3 m/s

Qd = A (cross sectional area) x v

$$A = \frac{Q_d}{v} = \frac{0.83}{0.3} = 2.77 \quad m^2$$

$$L = \frac{V}{A} = \frac{49.68}{2.77} = 17.93 \approx 18 \quad m$$

$$Assume\ S.L.R = 1200\ m^3 / m^2 / d$$

$$S.L.R = \frac{Q_d}{S.A}$$

$$S.A = \frac{Q_d}{S.L.R} = \frac{0.83 \times 24 \times 60 \times 60}{1200} = 59.76 \quad m^2$$

$$d = \frac{V}{S.A} = \frac{49.68}{59.76} = 0.83 \quad m$$

$$Assume\ b = d$$

$$S.A = n \times b \times L$$

$$n = \frac{59.76}{0.83 \times 18} = 4$$

$$\therefore b = \frac{59.76}{4 \times 18} = 0.83 \quad m$$

$$n = 4 \quad L = 18 \quad b = 0.83 \quad d = 0.83$$

Design of proportional weir:

$$H_{max} = d - 0.1$$

$$= 0.83 - 0.1 = 0.73 \quad m$$

$$Q_{for\ one\ chamber} = 4BH^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{for\ one\ chamber} = 4 \times B_{min} \times (H_{max})^{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{0.83}{4} = 4 \times B_{min} \times (0.73)^{\frac{3}{2}}$$

$$B_{min} = 0.08 \quad m$$

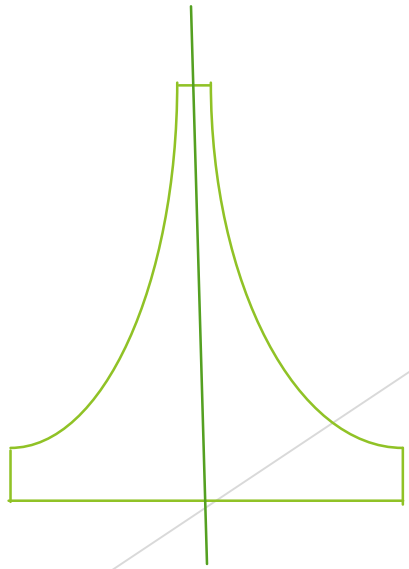
$$BH^{\frac{1}{2}} = \text{Constant}$$

$$B_{min} H_{max}^{\frac{1}{2}} = 0.08 \times (0.73)^{\frac{1}{2}} = 0.0684$$

Equation of weir :

$$B = \frac{0.0684}{H^{\frac{1}{2}}}$$

H	H^0.5	B=0.0684/H^0.5
0.1	0.32	0.22
0.2	0.45	0.15
0.3	0.55	0.12
0.4	0.63	0.11
0.5	0.71	0.10
0.6	0.77	0.09
0.7	0.84	0.08
0.73	0.85	0.08



حوض الترسيب الإبتدائى

- 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

Purpose:

1- Removal of 40 - 60 % of suspended solids
2- Removal of 25 - 35 % of B.O.D.
3- Sediment the organic and inorganic matters to improve the properties of the sewage and prepare it for the biological treatment.

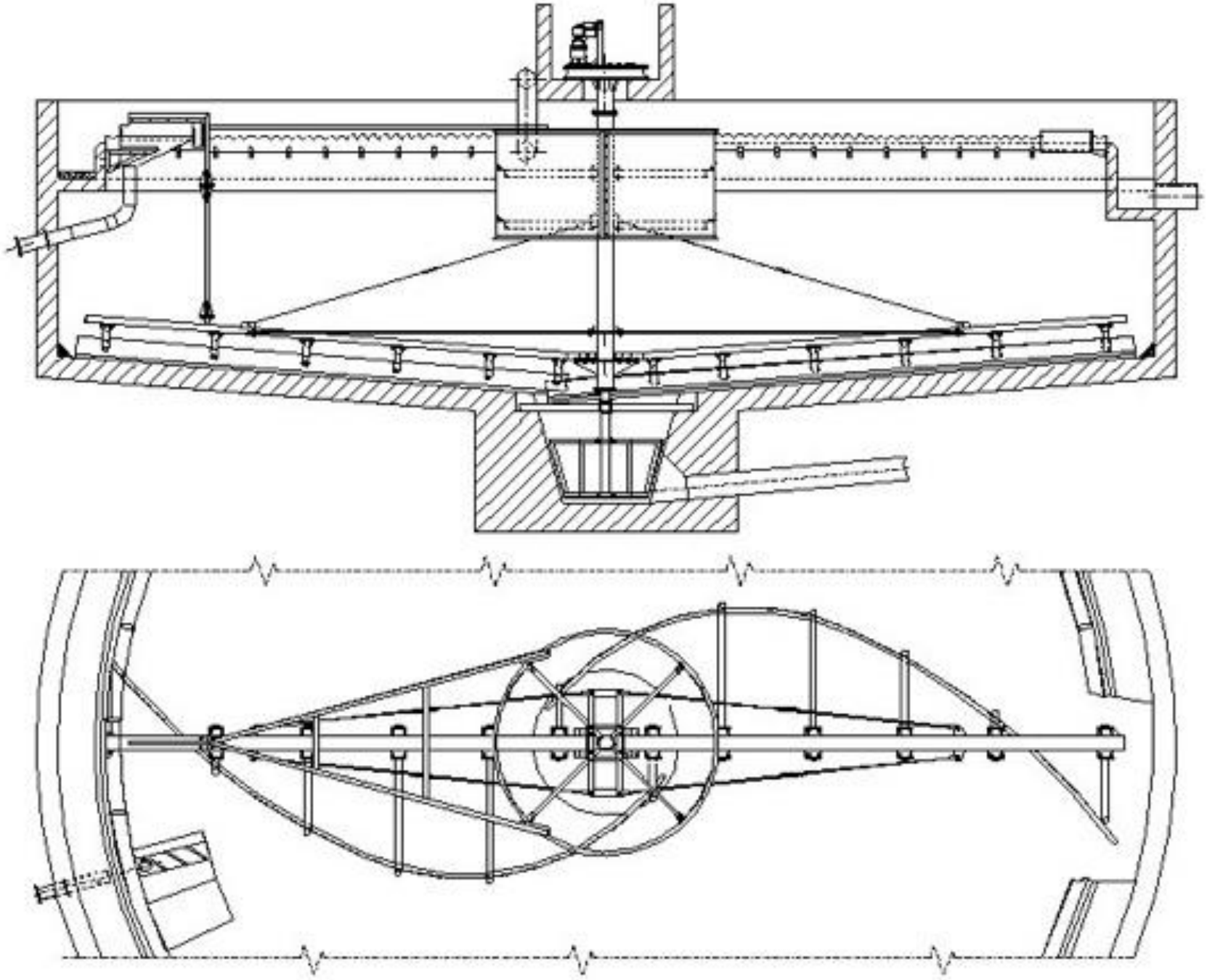
Types of primary sedimentation tanks:

1- Rectangular tank.
2- Circular tank.

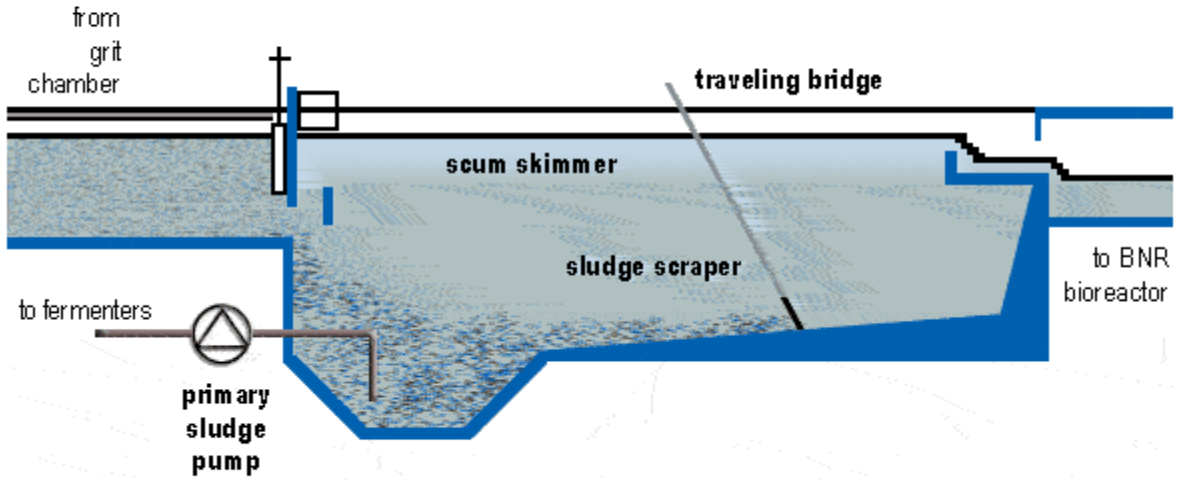
Factors affecting sedimentation efficiency:

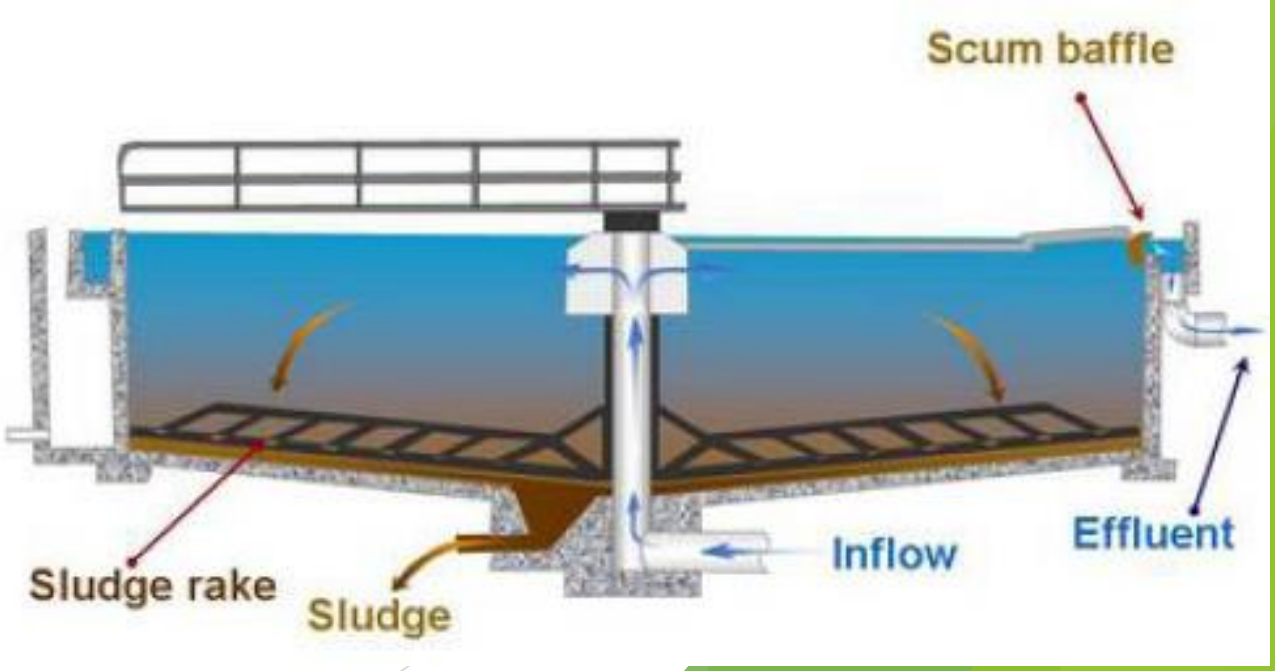
1- Viscosity
2- Concentration of suspended solids
3- Retention period
4- Horizontal velocity
5- Temperature
6- Surface loading rate = 24 - 48 $m^3/m^2/day$
7- Dimension of tank
8- Dead zones.

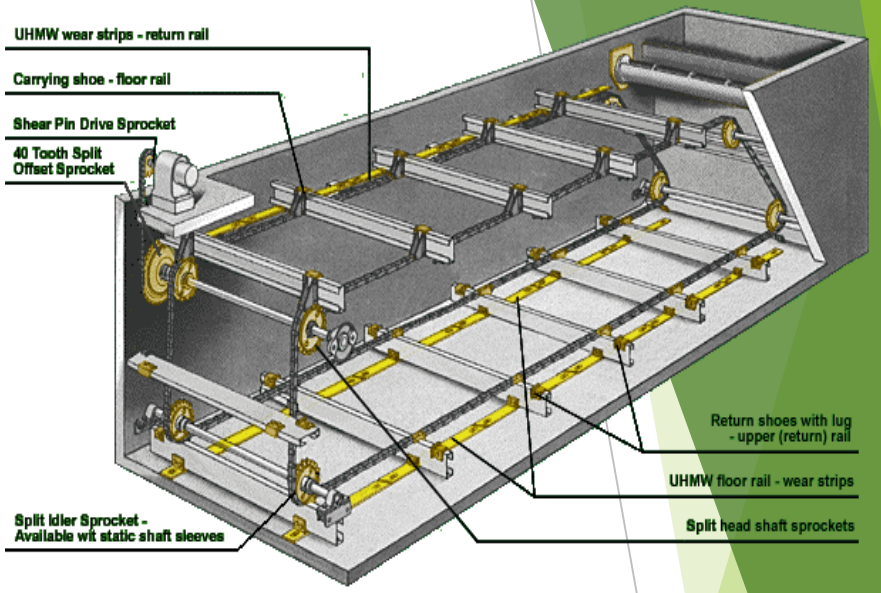
Download from
Dreamstime.com
This watermarked comp image is for previewing purposes only.
ID 33345365
© Antikainen | Dreamstime.com

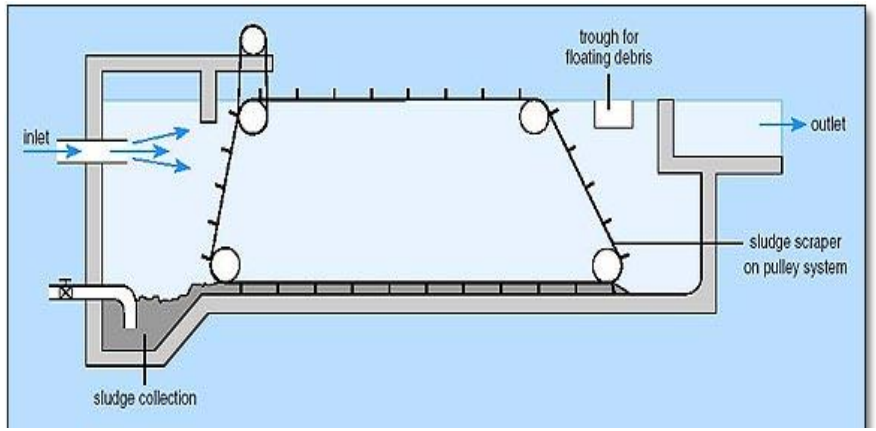


Primary Sedimentation Tank



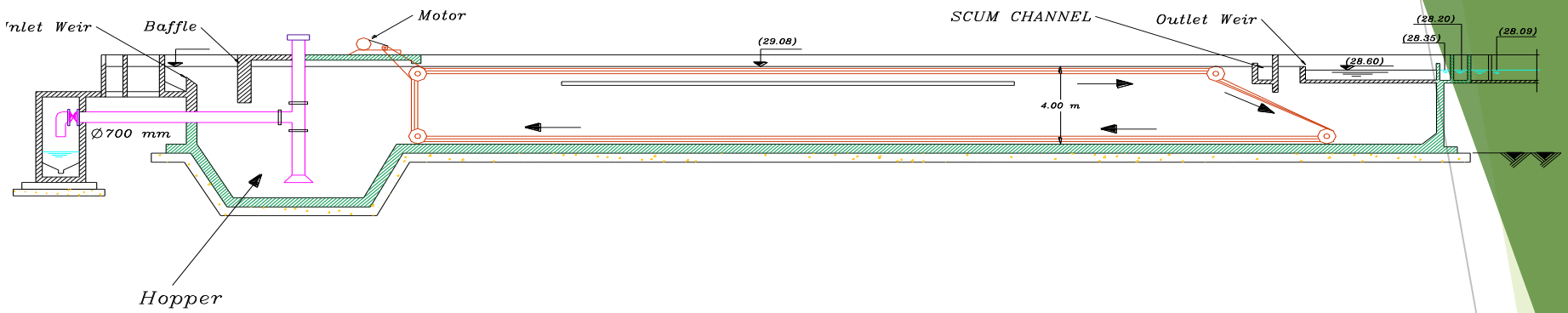




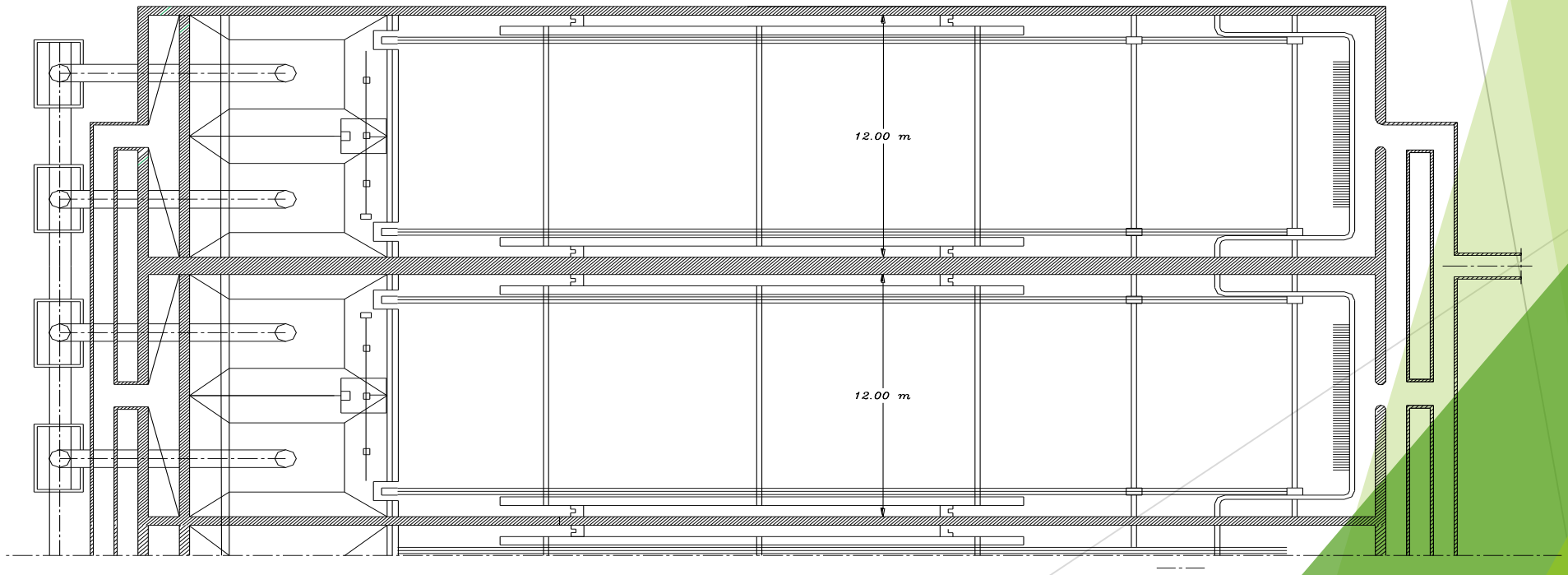


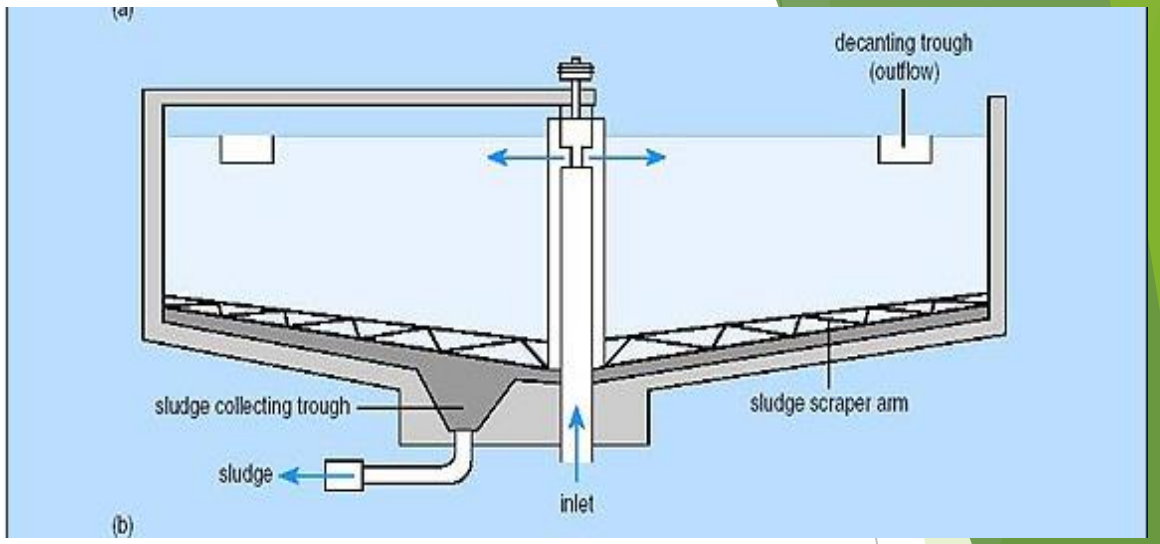
Primary sedimentation tank
(horizontal flow)

Effluent weir of rectangular sedimentation tank

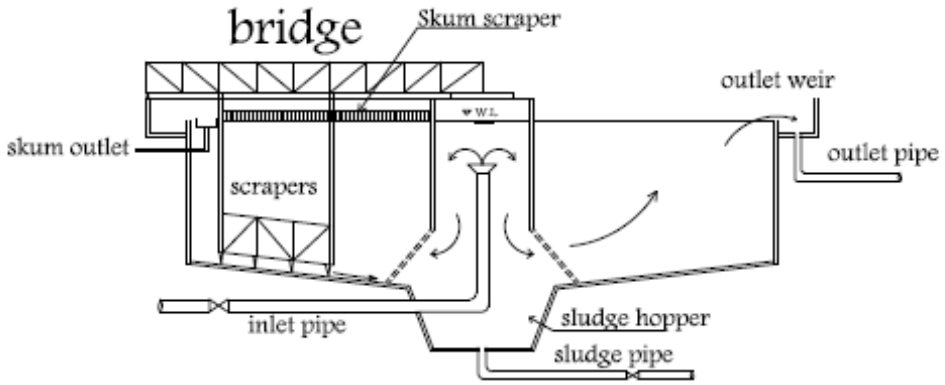


Rectangular primary sedimentation tank

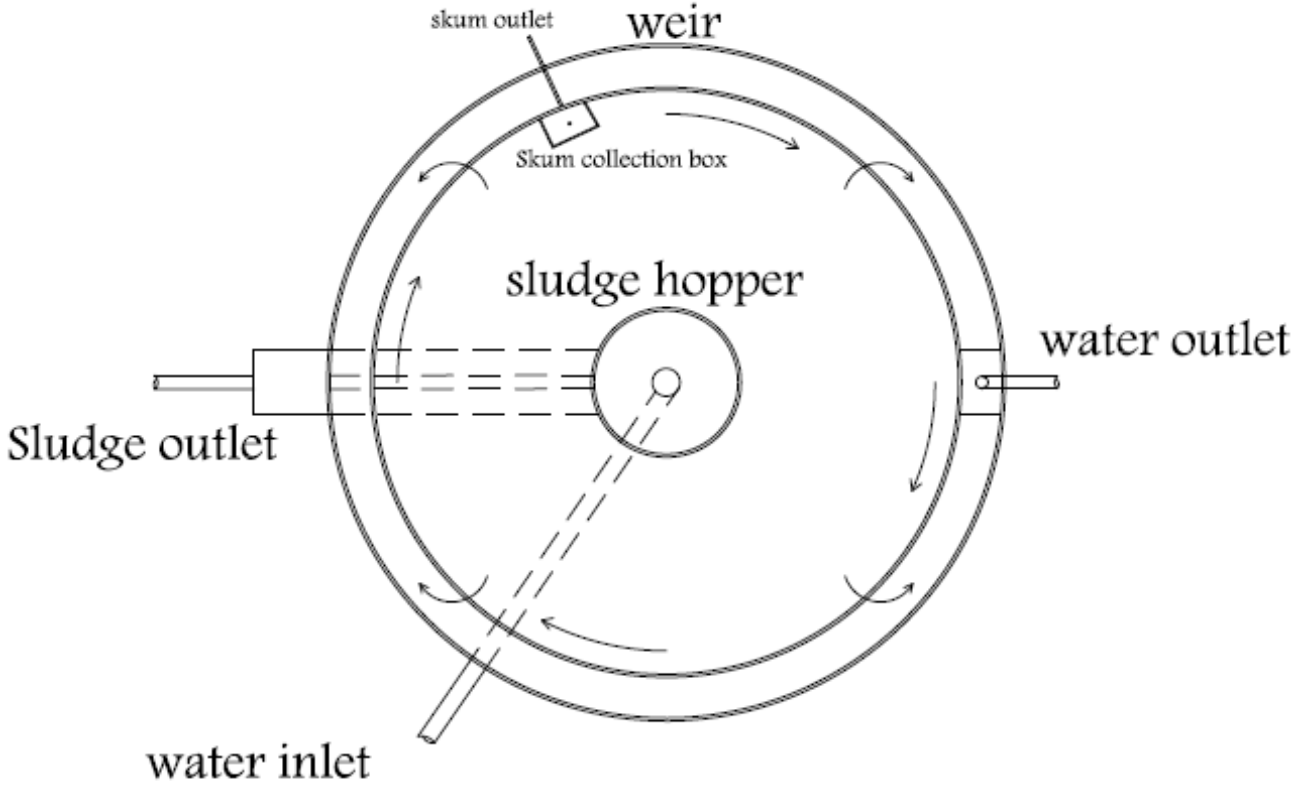




Primary sedimentation tank
(Radial flow)



Sec. Elevation



Sec. plan

Circular primary sedimentation tank

٤-٣ أسس التصميم :-

أ - الأحواض المستطيلة :-

- العمق الجانبى للمياه	٣-٥ متر
- الطول لا يزيد عن	٤٠ متر
- العرض	٦ -١٢ متر
- الطول : العرض	١:٣- ١:٥
- ميل الارضية (القاع الحوض)	١ : ٤٠ أو ١ : ٥٠

مدة المكث :

ترسيب ابتدائى تعقبه مرشحات زلط	١ر٥ - ٣ ساعة
ترسيب ابتدائى تعقبه احواض تنشيط حمأه	١ - ١ر٥ ساعة
ترسيب ابتدائى بدون معالجة ثانوية	٣ - ٤ ساعات

معدل التحميل السطحى:-

- احواض ترسيب ابتدائى لا يعقبها معالجة ثانوية ١ - ٣٣ر١ م/الساعة
- احواض ترسيب ابتدائى يعقبها مرشحات بيولوجية ١ - ٠ر٢ م/الساعة
- احواض ترسيب ابتدائى يعقبها احواض تهويه ١ - ٥ر١ م/الساعة

وبحيث أن

$$\text{معدل التحميل السطحى} = \frac{\text{عمق المياه}}{\text{مدة المكث}} \quad \text{م / الساعة}$$

ب- الاحواض المستديره:-

- العمق ٥ر٢ - ٤ متر
- القطر لا يزيد عن ٤٠ متر
- ميل القاع ١: ١٠ - ١ : ١٥
- معدل التحميل السطحى كما فى المستطيل
- مدة المكث كما فى المستطيل
- معدل التحميل على هدار المخرج ١٥٠ - ٦٠٠ م٣/م /اليوم

Design criteria:

1- Retention period = T = 2 - 3 hrs
2- Surface loading rate (S.L.R.) = 24 - 48 $m^3/m^2/day$
3- Horizontal velocity $\leq$ 0.3 m/min
4- Effluent weir loading (E.W.L.) $\leq$ 600 $m^3/m/day$ ($\leq$ 25 $m^3/m/hr$)
5- L = 3 – 5 B
   L $\leq$ 40 m
6- d = 3 - 5 m
7- B = 2 – 3 d
8- $\Phi \leq$ 40 m
9- Bottom slope for circular tank = 4 - 10 %
   for rectangular tank = 1 - 2 %

$$V = Qd \times T$$

$$S.L.R = Qd / S.A$$

Example:

For a sewage treatment plant, the following data are given:

- Qave summer = 18000 m3/d

•S.L.R = 30 m3/m2/d

It is required to design primary sedimentation tanks.

Solution:

Qd = 1.5 x 18000 = 27000 m3/d

For rectangular tank:

Assume T = 2.5 hr

$$V = Q_d \times T$$

$$= 27000 \times \frac{2.5}{24} = 2812.5 \quad m^3$$

$$S.L.R = \frac{Q_d}{S.A}$$

$$S.A = \frac{27000}{30} = 900 \quad m^2$$

$$d = \frac{V}{S.A}$$

$$= \frac{2812.5}{900} = 3.1 \quad m$$

$$Take\ n = 2$$

$$\therefore S.A\ of\ \ one\ \tan k = \frac{900}{2} = 450 \quad m^2$$

$$Assume\ length = 40\ m$$

$$b = \frac{S.A}{L} = \frac{450}{40} = 11.25 \quad m$$

$$Check:$$

$$1 - V_h = \frac{Q_d}{cross\ \sec tional\ area} = \frac{Q_d}{n \times b \times d}$$

$$= \frac{27000}{(2 \times 11.25 \times 3.1) \times 24 \times 60} = 0.269 \prec 0.3\ m/\min\ \ safe$$

$$2 - E.W.L = \frac{Q_d}{n \times b}$$

$$= \frac{27000}{2 \times 11.25} = 1200 \quad m^3/m/d \quad \succ 600\ unsafe$$

$$\therefore take\ weir\ loading = 600\ m^3/m/d$$

$$Length\ of\ \ weir = \frac{Q_d}{weir\ loading} = \frac{27000}{2 \times 600} = 22.5\ m$$

Circular primary sedimentation tank:

$$V = Q_d \times T$$

$$= 27000 \times \frac{2.5}{24} = 2812.5 \quad m^3$$

$$S.L.R = \frac{Q_d}{S.A}$$

$$S.A = \frac{2700}{30} = 900 \quad m^2$$

$$d = \frac{V}{S.A}$$

$$= \frac{2700}{900} = 3.1 \quad m$$

$$Take\ n = 2$$

$$\therefore S.A\ of\ \ one\ \tan k = \frac{900}{2} = 450\ m^2$$

$$= \frac{\pi\phi^2}{4}$$

$$\therefore \phi = 24\ m$$

Example:

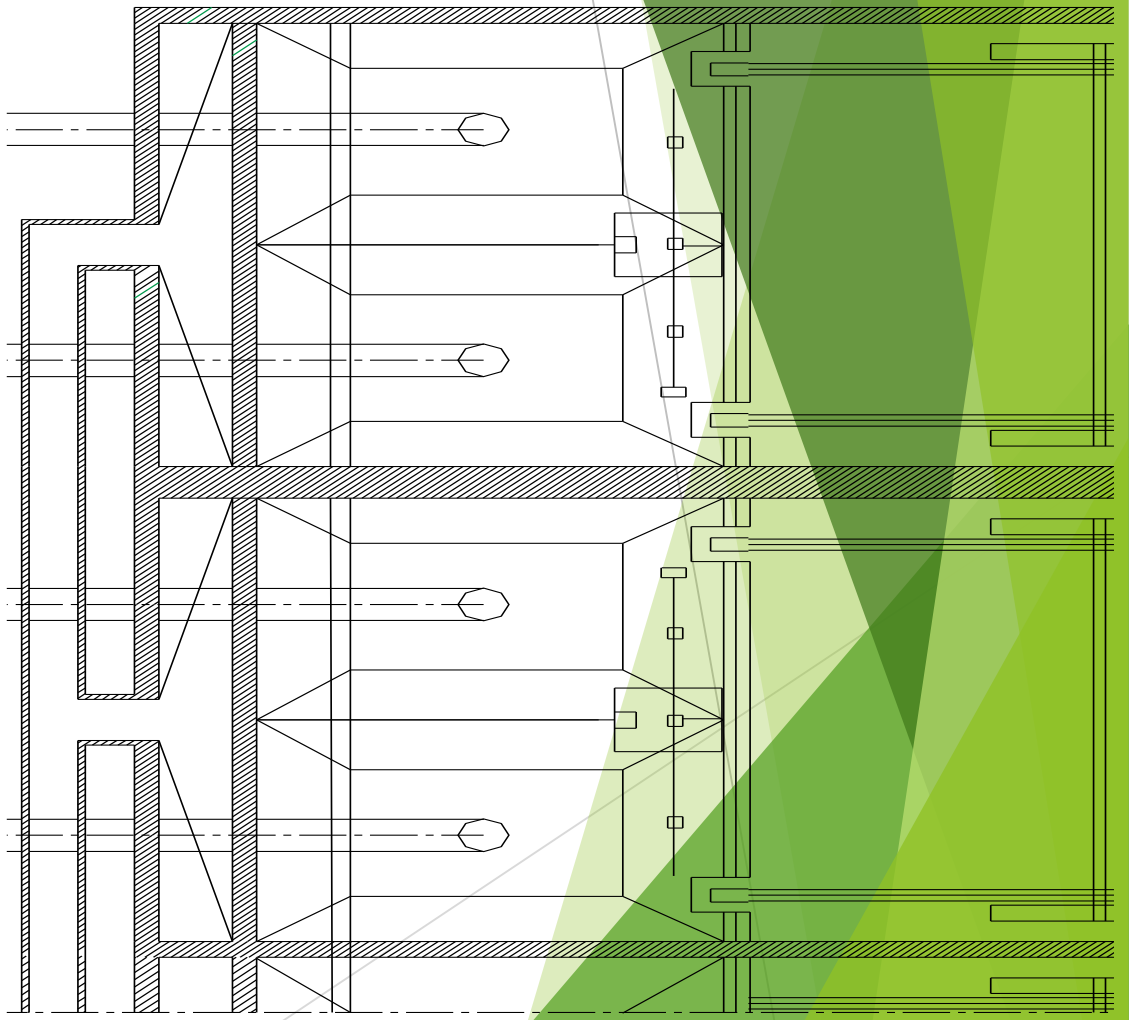
Estimate the volume of sludge produced per 27000 m3/d if the influent S.S 300 mg/l. The removal efficiency is 60%.

Solution:

$$Weight\ of\ dry\ solids = \frac{60}{100} \times 300 \times 27000 \times 10^{-6} = 4.86\ t/d$$

$$Specific\ weight\ of\ sludge\ \gamma = 1.03\ t/m^3$$

$$Volume\ of\ dry\ solids = \frac{weight}{\gamma} = \frac{4.86}{1.03} = 4.718\ m^3/d$$



$$Moisture\ content\ of\ \ sludge = 95\%\ (5\%\ solids)$$

$$Volume\ of\ \ sludge = \frac{4.718}{0.05} = 94.37\ m^3 / d$$

$$Design\ of\ \ hopper:$$

$$\text{Volume of sludge per tank} = \frac{94.37}{2} = 47.18\ m^3 / d$$

$$Volume\ of\ \ sludge\ \ per\ hopper = \frac{47.18}{2} = 23.59\ m^3 / d$$

$$\text{Assuming sludge withdrawal every } 12 \text{ hours}$$

$$Volume\ of\ \ sludge\ \ per\ hopper = \frac{23.59}{2} = 11.796\ m^3 / d$$

$$V = \frac{h}{3}(a_1 + a_2 + \sqrt{a_1 + a_2})$$

$$a_1 = 1m \times 1m$$

$$a_2 = \frac{B}{2} \times \frac{B}{2}$$

$$= \frac{11.25}{2} \times \frac{11.25}{2} = 31.64\ m^2$$

$$11.796 = \frac{h}{3}(1 + 31.64 + \sqrt{1 + 31.64})$$

$$h = \frac{11.796 \times 3}{38.265} = 0.925\ m \quad (h = 1 - 2)$$

For circular tank:

$$V = \frac{\pi}{4}\left(\frac{\phi_b^2 + \phi_s^2}{2}\right) h$$

$$\phi_s \geq 1m$$

$$h = 1 - 2m$$

$$\theta = 45^o - 60^o$$

Design of sludge withdrawal pipe:

Assume time of withdrawal 5 minutes (5 – 20 minutes)

$$Q_{sludge} = \frac{11.796}{5 \times 60} = 0.039\ m^3/s$$

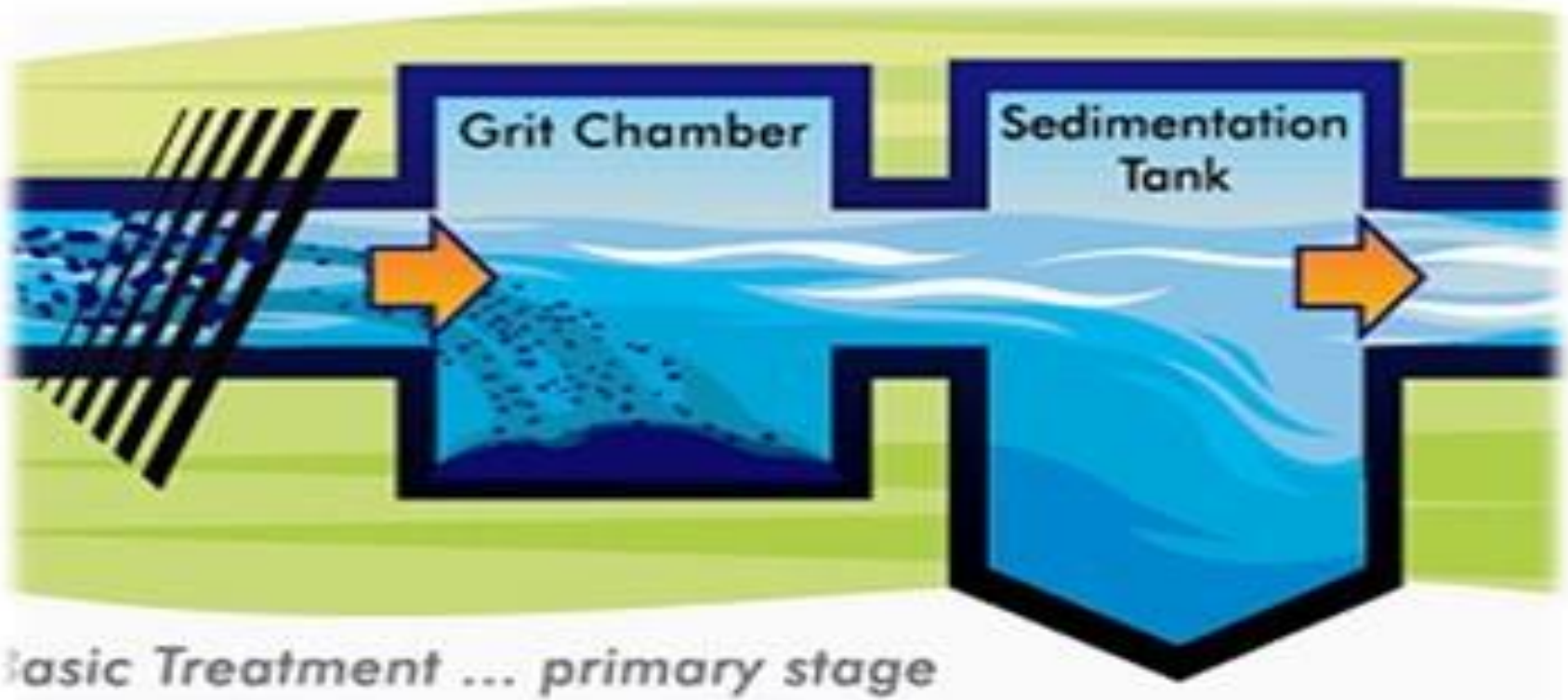
$$Q_{sludge} = A \times v \qquad v \text{ in sludge pipe} = 1 - 1.5 m/s$$

$$0.039 = \frac{\pi\phi^2}{4} \times 1$$

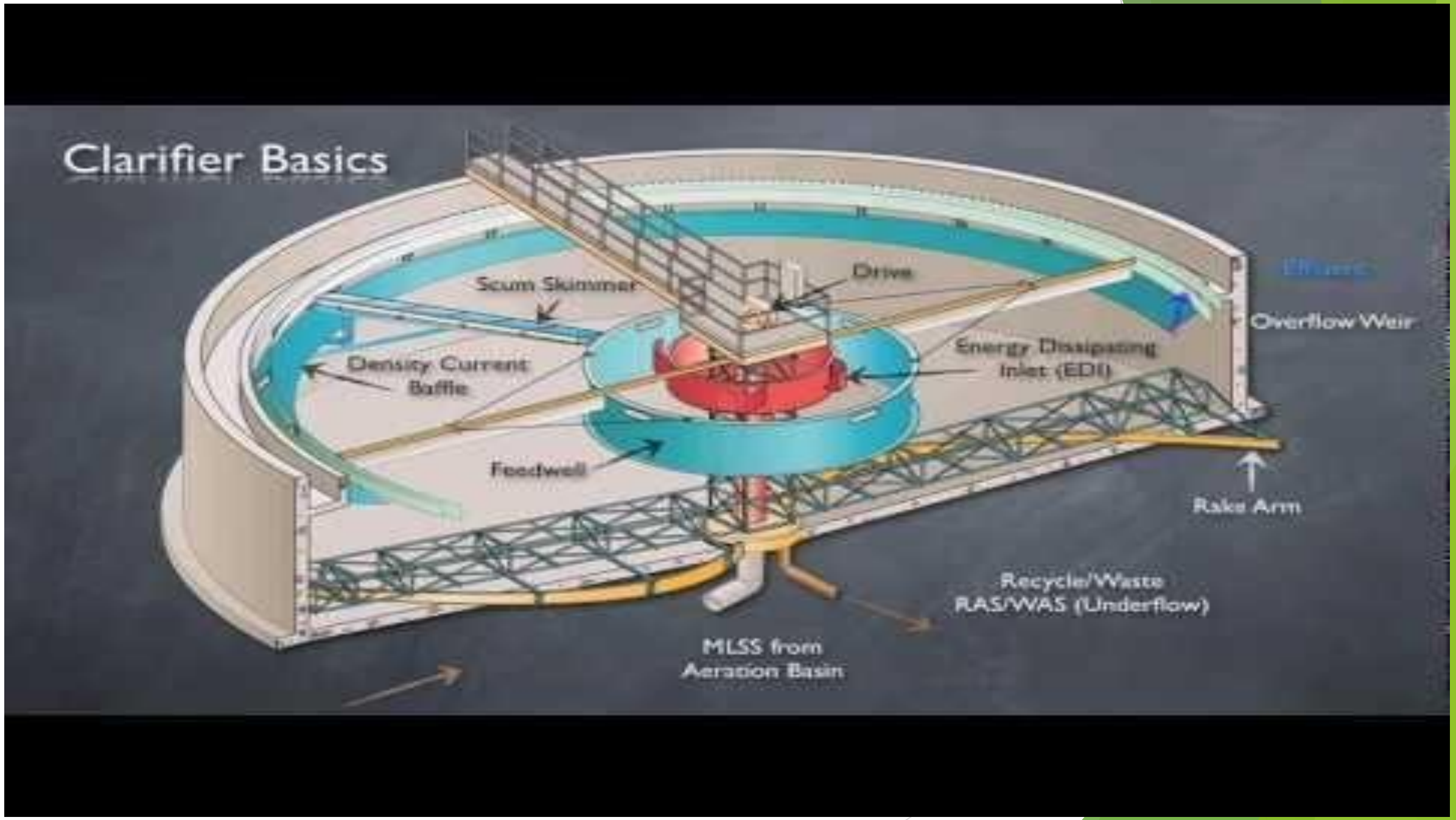
$$\therefore \phi = 0.22\ m \approx 200\ mm \qquad (\phi \geq 150\ mm)$$

$$v_{act} = 1.24\ m/s \quad \text{safe}$$

Primary treatment



asic Treatment ... primary stage


Clarifier Basics
Scum Skimmer
Drive
Overflow Weir
Density Current Baffle
Energy Dissipating Inlet (EDI)
Feedwell
Rake Arm
Recycle/Waste RAS/WAS (Underflow)
MLSS from Aeration Basin

Any questions?