Industrial Waste Treatment

Lecturer: **Dr. Mohammed Ali Rashid**

References:

1- Nemerow," Industrial Water Pollution, Origins, Characteristics and Treatment," Addison - Wesley Publishing Company, (1978).

2- Water Treatment Handbook by Degremont company.

3- Peavy," Environmental Engineering," McGraw - Hill Book Company, (1986).

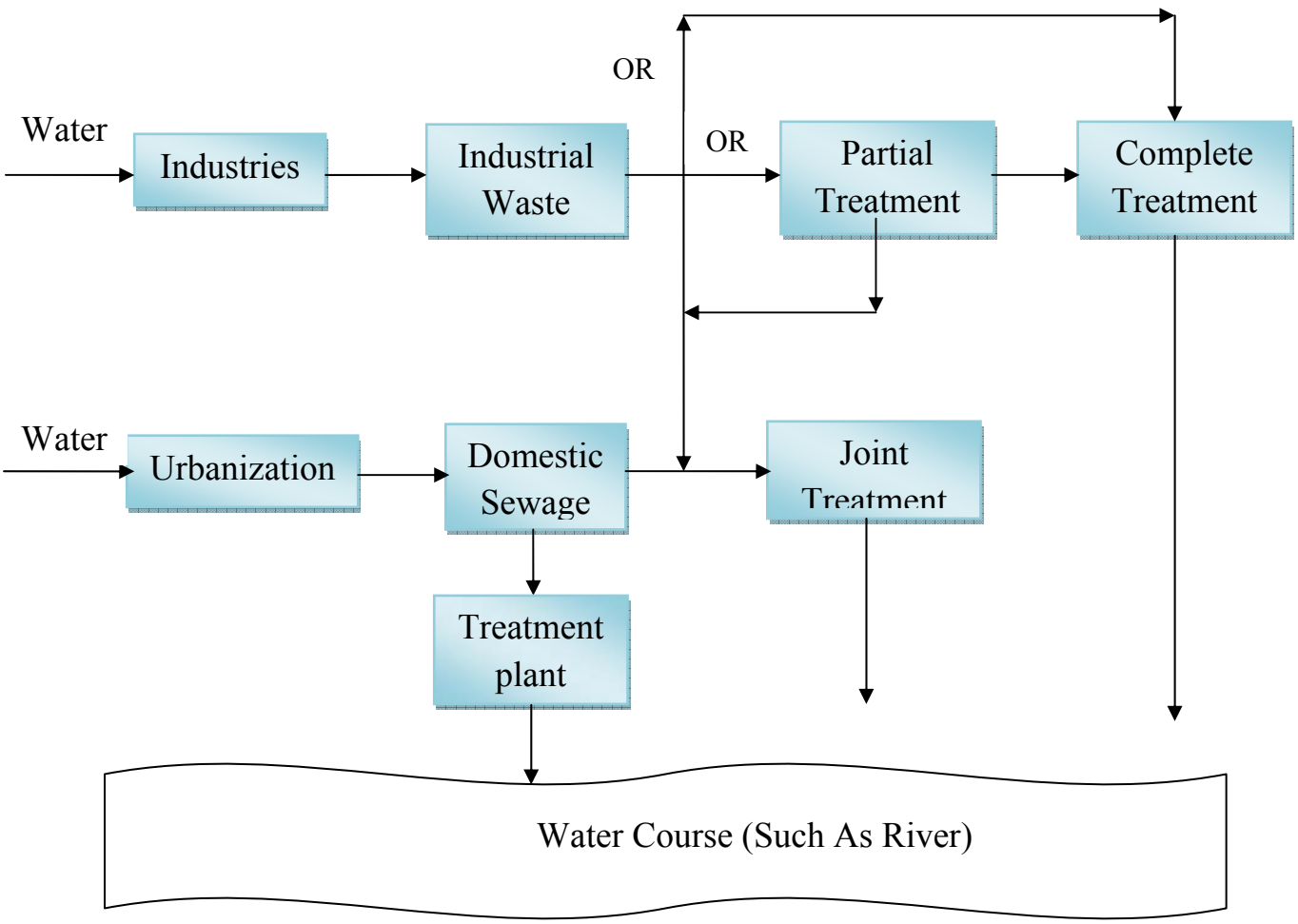
4- Metcalf & Eddy," Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse, " McGraw - hill Company, (1979).

بينما كل المياه المتخلفة الحياتية (Domestic Sewage) تحتوي شوائب عضوية وغيرعضوية لها طبيعة و تركيز ثابت نسبياً من مثال الى أخر بحيث انظمة معالجة متشابهة يمكن استخدامها في كل هذه الحالات فان التباين الكبير للتصاريف الصناعية يستدعي تقصي مستقل لكل نوع من الصناعة واستخدام النوع المعين من عمليات المعالجة. ورغم ان التلوث الصناعي يمتلك عوامل رئيسية معينة مشتركة مع الصرف الصحي فان طرق التصفية يجب ان تحدد حسب نوع الصناعة. من العديد من الصناعات الاساسية نلاحظ ان الصناعات الزراعية والغذائية لها تلوث يتطلب بشكل رئيسي معالجة بايولوجية مشابهة لتلك المستعملة للصرف الصحي. ان التصاريف الصناعية المعالجة بالمحطات المتخصصة يجب ان تفي بمقاييس ومحددات المطروحات المعتمدة رسميا والتي لا تتعلق فقط بال BOD_5 , COD , ومحتوى المواد الصلبة العالقة وانما كذالك عدد من المركبات العضوية واللاعضوية الأخرى. في بعض البلدان هنالك محددات ومقاييس للمياه النهائية (Effluent Standards) مختلفة موضوعة لمختلف قطاعات الصناعة.

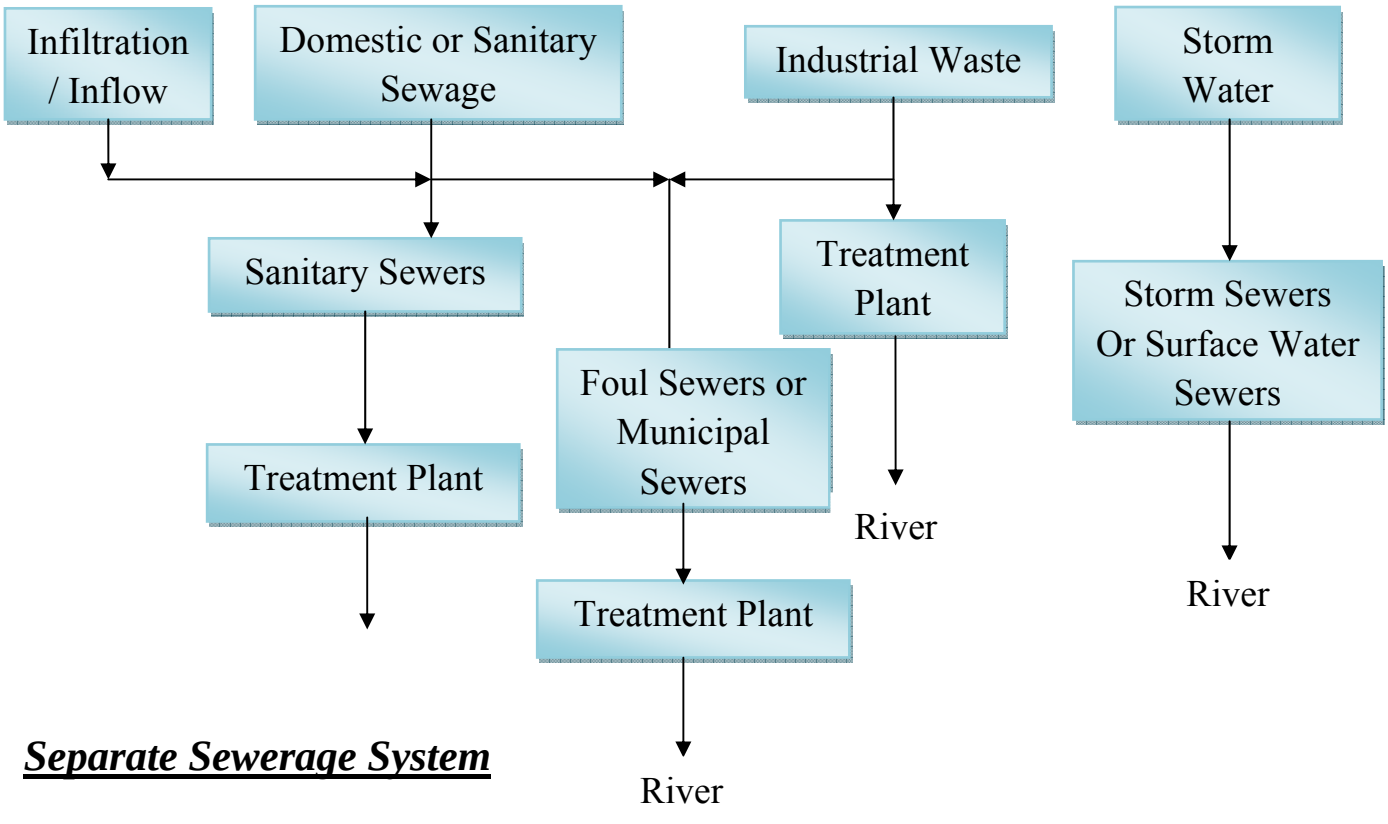
ان أختيار نظام المعالجة يجب أن يعتمد دائماً على الأسس التالية:

1- معرفة مختلف انواع الملوثات.
2- خصائص التصاريف الخارجة من الصناعة.
3 - طريقة تنظيم أنابيب المجاري والحاجة الى فصل اوعزل التصاريف المختلفة.
4- أختيار تقنيات التصفية من مختلف تكنولوجيات المعالجة الفيزياوية والكيمياوية والبايولوجية المتوفرة.

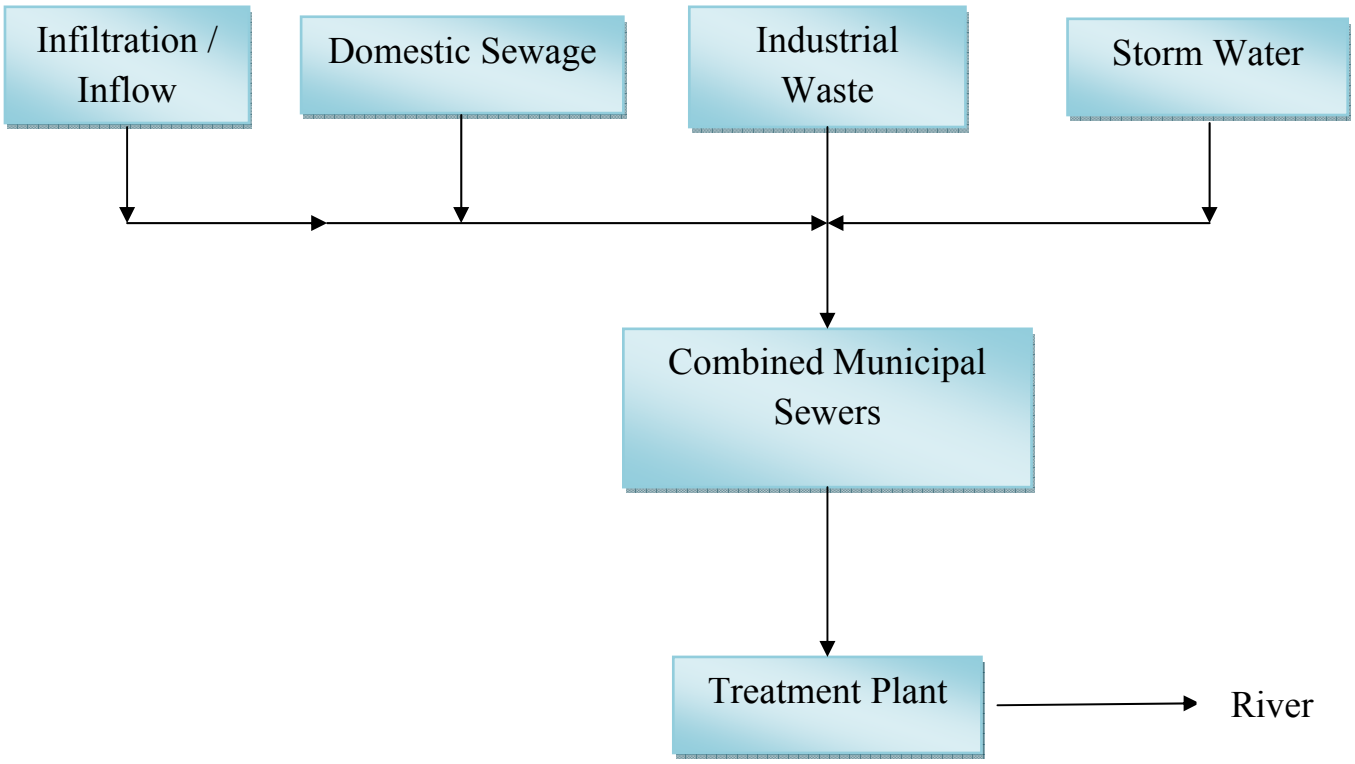
أن التشغيل الصحيح لمحطة المعالجة سوف يعتمد لهذا على تفاصيل المسح الاولي للمعمل المسبب للتلوث وان اي الغاء لاي ملوث وعدم اخذه بنظر الاعتبار قد يفسد بشكل خطير عمل وحدة المعالجة.



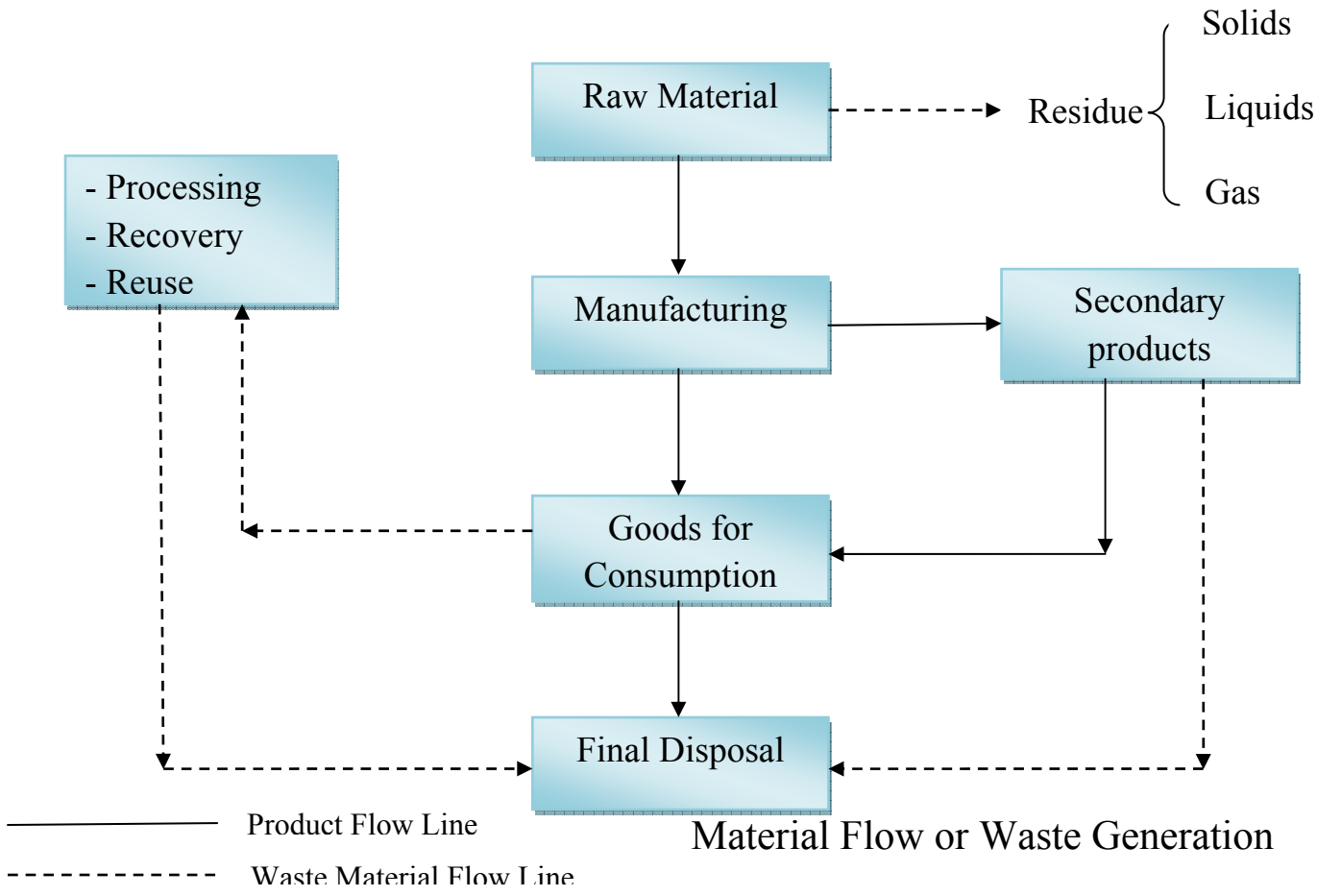
- Stream standards have to be considered in specifying effluent standards.



Separate Sewerage System



Combined Sewerage System



1- Quantity of wastewater:

1-1- From domestic uses: 150 ~ 250L/c.d take the average to be 200L/c.d.

1-2- From industry: depends upon type of industry, for example, dairy products industry needs water of 10 ~ 20m^3/ton of milk processed, therefore, a factory processing 10 tons per day will need water = 10 x 15 = 150m^3/day.

Assume 100% returned to sewers:

Wastewater = 150 x 100% = 150m^3/day.

- Bread needs 2000 ~ 4000L of water for each ton.
- Wood pulp needs 24m^3/ton.

2- Pollutant concentrations in wastewater:

2-1- In domestic wastewater:

BOD_5 at 20 ^{0}C : 60 ~ 110g/c.d take the average to be 80g/c.d

Suspended solids: 60 ~ 115g/c.d take the average to be 90g/c.d

Total Kjeldahl nitrogen (TKN): 8 ~ 12g/c.d take the average to be 10g/c.d

Total phosphorus: 3 ~ 6g/c.d take the average to be 4g/c.d

2-2- In industry wastewater, depends upon type of industry, for example:

Cannery wastewater has BOD = 100 ~ 4000mg/l or ppm

Dairy products wastewater has BOD = 1000mg/l

Woolen mill wastewater has BOD = 28 ~ 15400mg/l

كمية الملوث المطروح في المياه المتخلفة نتيجة المعاملة الصناعية للمواد الاولية لذلك المنتج يمكن ان تعطى كوحدة وزن لكل وحدة انتاج ، مثلا وحدة انتاج الزبد في معامل الالبان تعطي 300 ~ 100 غرام من BOD_5 لكل مئة لتر معالج من الحليب في المياه المتخلفة.

مثال:

اذا كان استهلاك الشخص من ماء الشرب 300 لتر في اليوم ، و 67% منه يعاد طرحه الى المجاري ، فما هو تركيز BOD_5 و .S.S في المياه المتخلفة.

Wastewater flowrate = 67% x 300 = 200 L/c.d

BOD_5 contribution / capita.day = 80g

S.S contribution /capita.day = 90g

BOD_5 concentration = 80 x 1000 /200 = 400mg/l

S.S concentration = 90 x 1000/200 = 450mg/l

BOD_5 : هو كمية الاوكسجين المستهلاك في اكسدة المادة العضوية مختبرياً خلال مدة خمسة ايام باستخدام بكتريا هوائية وبظروف مختبرية معينة من درجة حرارة وعوامل أخرى.

Pathogens : بكتريا مرضية

Non pathogens : بكتريا لا مرضية

Population Equivalent of an Industrial Wastewater:

المكافيء السكاني للمياه المتخلفة الصناعية

1- ***Biological Population Equivalent***:

هو عدد السكان الذي يعطي نفس الكمية الوزنية للتلوث بال BOD للمياه المتخلفة الصناعية.

مثال:

معمل البان يصنع يومياً 11300 كيلوغرام من الحليب لانتاج مشتقاته ، فاذا كانت كمية المياه المتخلفة نتيجة التصنيع هو 170 متر مكعب في اليوم و تركيز BOD_5 فيها هو (2000mg/l) ، فما هو المكافئ السكاني للحمل البايولوجي بافتراض التلوث البايولوجي من الشخص الواحد في اليوم هو (80g)

Biological Population Equivalent = $170m^3/d \times 2000g/m^3/80g/c.d = 4250$ persons

2- ***Hydraulic Population Equivalent*** :

وهو عدد السكان الذي يعطي نفس الكمية الهيدروليكية للمياه المتخلفة الصناعية.

مثال:

نفس المثال السابق بافتراض التصريف للشخص الواحد في اليوم هو (200 لتر) ؟

Hydraulic Pop. Equiv. = $170m^3/d \times 1000L/m3 / 200L/c.d = 850$ persons

Home work (1):

Meat processing plant has a wastewater discharge of $6000m^3$/day and BOD contribution of 1300mg/l, the capacity of the processing plant is 500 000kg of (LWK = live weight kills) per day. Compute the followings:

1- BOD load/1000 kg of (LWK)
2- Biological population equivalent for the daily waste discharge, assume BOD contribution = 80g/c.day
3- Hydraulic population equivalent, assume a flowrate contribution = 200L/c.day

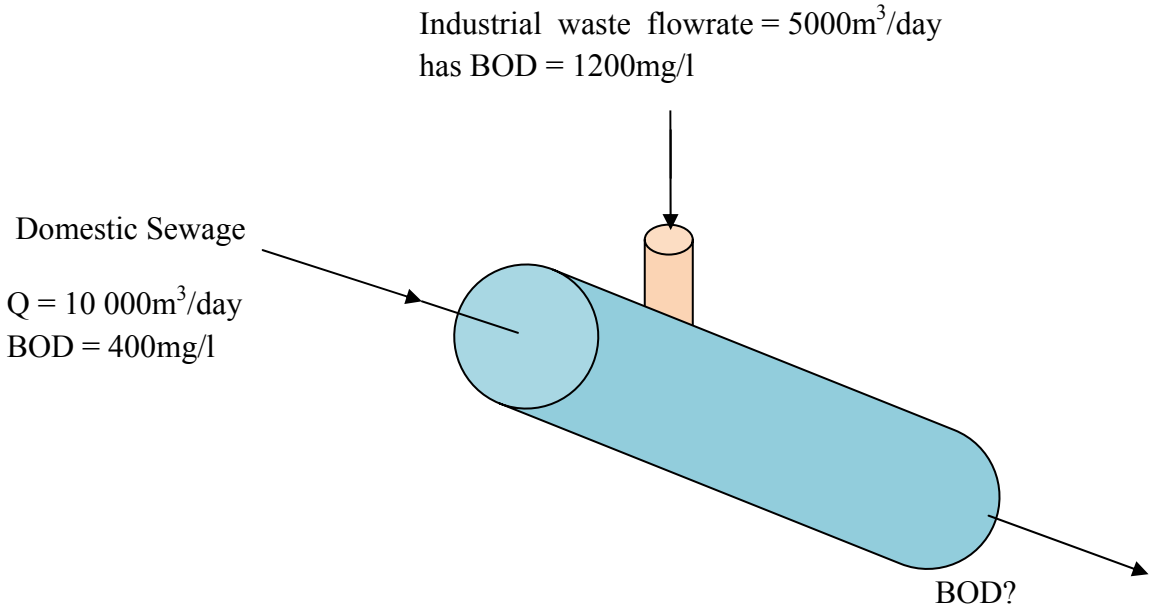
Answer:

1- BOD load/1000kg of (LWK) $= \frac{6000*1300/1000}{500000/1000} = 7.8$ kg

2- Biological population eqiv. $= \frac{6000*1300}{80} = 97500$ persons

3- Hydruaulic population eqiv. $= \frac{6000*1000}{200} = 30000$ persons

Home work (2):



المطلوب : ما هو تركيز BOD للمزيج المشترك لهما ؟

الجواب : التركيز في منطقة الخلط = التركيز الاول × التصريف الاول + التركيز الثاني × التصريف الثاني / التصريف الاول + التصريف الثاني

$$C = \frac{C_1 \times Q_1 + C_2 \times Q_2}{Q_1 + Q_2} = \frac{5000 * 1200 + 10000 * 400}{5000 + 10000} = 666.7 \text{mg/lL}$$

I- Effects of Wastes on Streams:

أن كل المخلفات الصناعية توثر بشكل او آخر على الحياة الطبيعية للنهر, واذا كان التأثير كافي ليجعل النهر غير مقبول لافضل استعمال له سابق ، فانه يقال بان النهر ملوث. وافضل استعمال يقصد به كاستعمال الماء للشرب , السباحة , صيد السمك وهكذا .

المواد التالية يمكن ان تسبب تلوثاً:

1- **Inorganic Salts**
2- **Acids and /or Alkalis**
3- **Organic Matter**
4- **Suspended Solids**
5- **Floating Solids and Liquids**
6- **Heated Water**
7- **Color**
8- **Toxic Chemicals**
9- **Microorganisms**
10- **Radioactive Materials**
11- **Foam-Producing Matter**

1-Inorganic Salts:

موجودة في اغلب المطروحات الصناعية وفي الطبيعة نفسها و تسبب عسرة الماء وجعله غير مناسب للاستخدامات الصناعية والبشرية والزراعية. فمثلاً تسبب تكلس لانابيب شبكات المياه وتقلل استيعابها وتتداخل مع عمليات الصباغة في صناعة الانسجة وتؤثر سلباً على جودة صناعة التعليب والمشروبات الغازية والكحولية. مادة كبريتات

المغنيسوم تسبب الاسهال , ايوان الكلورايد يسبب زيادة الموصلية الكهربائية , املاح الحديد تلون المنسوجات البيضاء ببقع وتؤثر على جودة الورق المنتج , الماء العسر يسبب مشاكل للمراجل وانابيبها , الكاربونات تسبب تكلس على الحبوب في صناعة التعليب. أملاح النايتروجين والفسفور تسبب نمو كبير للطحالب في الماء والتي تسبب تلوث عضوي كبير بعد موتها. الاملاح بنسبه معقولة تعطي طعم جيد للماء وخلو الماء منها يجعله غير مستطاب ويسبب تأكل كبير للمعادن الملامسة له. وجود كبريتات الكالسيوم في ماء عجن الخبز يجعل لونه قهوائي مذهب بعد الخبز.

2- Acids & Alkalis:

موجودة في مطروحات الصناعات الكيمياوية والصناعات الاخرى وتؤثر على استخدام النهر للسباحة والقوارب ونمو وتكاثر الاسماك والاحياء المائية , فوجود حامض الكبريتيك الذي يخفض pH أقل من (7) يسبب تهيج عيون السباحين وتآكل ابدان السفن وشبكات الصيادين. ان الدالة الحامضية لماء النهر يجب ان لاتقل عن (4.5) ولاتزيد عن (9.5) . ان هيدروكسيد الصوديوم كبير الذوبان في الماء وينتج من صناعة الصابون , صباغة المنسوجات , استصلاح المطاط ودباغة الجلود وان وجد بنسبة (25ppm) يقتل الاسماك ، وان وجوده في مياه المراجل يسبب هشاشة الانابيب , كما ان معالجة مياه الشرب بالشب كمخثر يتاثر تشكل النوى به وفي منظومات التكيف الهوائي ومياه التبريد فان الماء المنخفض الدالة الحامضية يسبب تأكل للمعدات والانابيب.

3- Organic Matter:

تستهلك مصادر الاوكسجين في النهر وتسبب طعم ورائحة وتعفن غير مستحب وان الاسماك ومعظم الحياة المائية تتأثر سلباً بنقصان الاوكسجين وسويةً مع بقية ظروف النهر تتحدد حياة أو موت الاسماك وان النسبة الحرجة للاوكسجين المذاب تتراوح (3 ~ 4ppm) وبعض الاسماك تحتاج اوكسجين مذاب بنسبة لاتقل عن (5ppm) مثل (Trout) وبعض الانواع مثل (Carp) ممكن ان تعيش في ماء يحتوي اوكسجين مذاب (1ppm) وان المواد العضوية تعتبر العامل المفرد الاكثر تأثير سلبي في تلوث النهر. بعض المواد العضوية مثل الفينولات تسبب طعم طبي غير مقبول لتجهيز مياه الشرب وهناك مواد اخرى غير واضحة تسبب امراض او حالات غير مريحة.

4- Suspended Solids:

أن هذه المواد تترسب الى قعر النهر أو على الشاطئ وتتحلل مسببه روائح كريهة ونضوب الاوكسجين الذائب في ماء النهر وقد تسبب بذلك موت الاسماك او تغطي مناطق وضع أو فقس البيوض لها. كما ان وجود الحمآه الطافية يؤثر على استخدام النهر للاستجمام ويزيد عكارة الماء ويقلل سعة مقطع النهر للفيضان.

5- Floating Solids and Liquids:

وتتضمن الزيوت والشحوم والنفوط التي تشوه منظر النهر وتمنع نفوذ الضوء خلال الماء وبالتالي تضعف نمو النباتات وتمنع التهوية الطبيعية , وهي تتداخل مع استخدام النهر للاستجمام كما انها سامة لبعض انواع الحياة المائية وتسبب خطورة نشوب الحرائق وتلف النباتات على طول الشاطئ وتعريته. و تجعل الماء غير مناسب لتغذية المراجل ومنظومات التبريد وتسبب مشاكل لمحطات تصفية ماء الشرب حيث تعطي طعم ورائحة وتغلف رمال المرشحات بطبقة لزجة صعبة الازالة.

6- Heated Water:

أن زيادة درجة حرارة ماء النهر نتيجة طرح ماء المكثفات او مياه التبريد تؤدي الى قلة الاوكسجين المذاب وتؤثر على حياة الاسماك والكائنات المائية كما ان الماء الساخن يطفو ويجعل الاسماك تلجأ الى القاع وان المواد العضوية المطروحة الى النهر تزيد فعالية البكتريا المحللة لها ولكن قلة الاوكسجين تؤدي الى نضوبه بسرعة. ان المياه المتخلفة الصناعية التي تختلف في درجات الحرارة من ساعة الى ساعة من الصعب معالجتها بكفاءة في محطات البلدية او المعالجة في المصانع وقد تكون المياه المتخلفة الحارة بدرجة تجعل المجرى المائي غير قابل للاستخدام للتبريد من قبل مصنع آخر.

7- Color:

ان صناعة الانسجة , والورق , والمجازر , والدباغة من معالم التلوث بها هو تلوين المصدر المائي الذي يتم طرح المياه المتخلفة له والتي تحتوي على مركبات تمتص موجات ضوئية معينة وتعكس اخرى وهو يسبب قلة نفوذ ضوء الشمس خلال ماء النهر مما يقلل فعالية التركيب الضوئي للنباتات وكذلك امتصاص الاوكسجين من الجو. عادة التلوث المرئي يسبب قلق اكبر من التلوث غير المرئي لذلك يجلب اهتمام شعبي أكبر وتضع له الوكالات الحكومية المختصة محددات اكثر صرامة , فاللون الاحمر والقهوائي الغامض لمياه المجازر واللون القهوائي لمطروحات معمل الورق , والوان صناعة الانسجة تسبب قلق كبير ولون النهر يسبب قله قيمة العقارات على جانبيه ويتجنب الناس السباحة وقيادة القوارب أو صيد الاسماك فيه .

8- Toxic Chemicals:

أن المواد الكيمياوية العضوية واللاعضوية ربما بتراكيز واطئة جداً قد تكون سامة الى الاسماك والكائنات المائية الاصغر ، والكثير من هذه المواد قادرة على التراكم في النظم البايولوجية مثل المبيدات الحشرية (Toxaphene , Dieldrin , Dichlorobenzene) والتي تقتل الاسمك في احواض التربية. ومبيدات الحشرات للقطن والتبغ تصبح اكثر خطورة عند ذوبانها في الماء عند هطول الامطار ووصولها الى التربة والمصادر المائية. ان الصناعات الكيمياوية تولد مواد خطرة مثل (Acrylonitrile) المستعمل لتصنيع الالياف لغرض المنسوجات. تقريباً كل الاملاح حتى في تراكيز قليلة هي سامة لانواع معينة من الحياة المائية. فالكلوريدات سامة لاسماك المياه العذبة بتركيز (4000ppm). النحاس سام للبكتريا , والكرم السداسي سام للكائنات المختلفة. ان وصول المياه المتخلفة الملوثة بالكيمياوياة السامة قد يحصل بحادث ويؤثر على الحياة في النهر. الفوسفات المعقدة غير العضوية (P_2O_5) توثر سلباً على عملية التخثير والترسيب في محطات تصفية الماء. الفينولات بتراكيز قليلة تتفاعل مع الكلور وتسبب طعم طبي للماء.

9- Microorganisms:

أن صناعة الدباغة , المجازر , تعليب الخضروات والفواكه تسبب تلوث بكتيري للنهر , وهذه البكتريا نوعين , الاول غير مرضي يساعد في تحلل المواد العضوية خلال حركتها اسفل النهر وتسرع من حصول (Oxygen sag) في النهر والثاني مرضي للانسان والحيوان مثل (Anthrax bacillus) التي تنشأ من صناعة الدباغة لجلود الحيوانات المصابة بها.

10- Radioactive Materials:

وتنتج من صناعة المواد الانشطارية واستخدام الطاقة النووية و الضرر منها آني او متاخر وتسبب ضرر متراكم على الخلايا الحية. بعض العناصر المشعة مثل (Cs^{137}, Sr^{90}) تستمر ببعث الطاقة لاجيال من عمر الانسان ، وان الحياة المائية تتأثر بهذه المواد وان الاستدلال على وجودها يكون بطرق تختلف عن طرق تحديد الملوثات التقليدية.

11- Foam-producing Matter:

أن هذه المواد تنتج من صناعة المنسوجات , الورق والصناعات الكيمياوية. وتعطي مظهر غير مرغوب به للمجرى المائي وهو دليل لوجود التلوث واكثر اثارة للقلق العام من نقصان الاوكسجين من الماء.

II- Effects of Wastes on Sewage Treatment Plants:

من الاعتيادي ان تعتنبر المنشأة الصناعية ان من الافضل ان تطرح مخلفاتها في انابيب المجاري للبلدية ويعتقد المسؤولون في البلدية ان من مسؤوليتهم قبول اي مطروحات في منظومة الطرح للمدينة ولكن هذا غير صحيح اذ ينبغي معرفة خصائصها وامكانية النظام على استيعابها وتاثير هذه المطروحات على كل اجزاء ومكونات منظومة الطرح للبلدية (Municipal Disposal System) لذا قد يتطلب الامر تحديد تراكيز الملوثات للمحافظة عليها. ان منظومات المعلجة للبلدية الحالية لايمكنها معالجة اي نوع من المطروحات الصناعية , ان الملوثات التي لها تأثير واضح على المجاري ووحدة المعالجة يمكن اجمالها:

1- Biochemical Oxygen Demand (BOD):

ان المواد العضوية الذائبة والغروية يسبب تحللها تستهلك الاوكسجين المذاب في الماء وبالتالي تسلط حملاً على وحدات المعالجة البايولوجية في المحطة ، لذا يجب تجهيز الاوكسجين بوسائل تكنيكية لتمكين البكتريا من متابعة النمو و تحليل المواد العضوية وان اي زيادة في (BOD) نتيجة زيادة المواد العضوية يعني احتياج فعالية باكترولوجية اكبر و أوكسجين اكثر وسعة معالجة بايولوجية اكبر لتلك الوحدة وزيادة في رأس المال الاولي وكلف الصيانة و التشغيل. ليس كل المواد الذائبة والغروية تتحلل بنفس المعدل فقد تكون للمطروحات الصناعية بمعدل اسرع او ابطئ من مياه الصرف الصحي البشرية وهذا يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار في تصميم محطة المعالجة.

2-Suspended Solids:

توجد بكميات كبيرة في مطروحات بعض الصناعات مثل التعليب والورق ويتم ازالتها بالمصافي او احواض الترسيب الاولي في محطة المعلجة والرواسب تسمى حماة (Sludge) والتي يتم معالجتها في احواض هضم لاهوائية او هوائية ثم تضخ لاحواض التجفيف الرملية او فلاتر التفريغ (Vacuum filters) لازالة الماء منها. ان الرمال (Grit) ومواد راسبة معينة مثل الرواسب الفلزية تثبط عملية هظم الحمأة . بعض العوالق الصناعية قد تترسب بسرعة اسرع او ابطئ من المواد العالقة في مياه الصرف الصحي وعندما تكون اسرع يتطلب ازالة الحمأة بفترات قصيرة لمنع تجمعها الكبير. وقد تساعد على تسريع ترسيب عوالق الصرف الصحي وقد تجرف الرواسب بالماء الخارج (Effluent). اما العوالق بطيئة الترسب تحتاج وقت مكوث وحجم خزان اكبر وقد تتحلل خلال ذلك مسببة ازعاجات ومشاكل. وعلى اية حال تسبب عوالق المطروحات الصناعية زيادة كمية الحمأة المطلوب طرحها وكبر منظومات المناولة والمعالجة و يتطلب دراسة خصائص الترسب للمطروح الصناعي لوحده ومزيجه مع الصرف الصحي قبل تحديد طرحهما معاً.

3- Floating Material and Colored Matter:

مثل الزيوت والدهون والشحوم والاصباغ من صناعة الانسجة تسبب مشاكل واضحة . ان محطات المعالجة الحديثة للبلدية تزيل الشحوم في احواض الترسيب الاولي ولكن الاحمال الكبيرة من الشحوم الغروية (Emulsified greases) من المجازر, اللوندري تمر خلال مراحل المصافي وحوض ازالة الرمال واحواض الترسيب الى حوض المعالجة البايولوجية مسببة انسداد معدات توزيع الجريان ونوزلات الهواء والتي تسبب تلوث التصريف الخارج وبالتالي النهر وفقدان مفاجئ للحياة السمكية فيه.

4- Color:

ان ازالة اللون في محطة معالجة الصرف الصحي هي قليلة. ان الفلتر البايولوجي في محطة شمال كارولينا ازال 33 ~ 44% من الصبغة المجودة في الجريان الداخل لها. ان معرفة خصائص اللون وقياسه مهم , ان معظم الالوان هي بسبب مواد ذائبة لايفيد الترسيب الاولي في ازالتها رغم ان عملية المعالجة الثانوية بال (Activated sludge process) والفلتر البايولوجي تزيل نسبة معينة من بعض المواد المسببة للون. وان معظم محطات الصرف الصحي لايتم تصميمها لازالة اللون وانما يحصل مصادفة ويتطلب في المستقبل اعطاء اهتمام اكبر لعمل هذه المحطات على ازالة الالوان من المياه الملوثة , وان تحديد نسبة المواد الملونة وخصائصها في المطروحات الصناعية يومكن المهندس من التنبأ بنسبة الازالة لها في محطات معالجة الصرف الصحي.

5- Volume:

أن محطة معالجة الصرف الصحي ذات طاقة استيعابية هيدروليكية معينة وعليه يتطلب دراسة حجم تصريف المطروح الصناعي بحيث يكون مزجه مع الصرف الصحي ضمن سعتها التصميمية. كما ان المجاري يجب ان تكون بسعة جريان كافية للحمل الاضافي , وكذلك المصافي يجب ان لاتزيد السرعة خلالها عن حد معين كما يجب ان يتحقق زمن مكوث كافي وحمل سطحي للجريان في احواض الترسيب وجريان فوق حاجز الطفح والاحمال الهيدروليكية للفلاتر البايولوجية ضمن المحددات التصميمية. وبعض المياه الصناعية كمياه المكثفات يمكن طرحها مباشرة الى النهر بعد تبريدها وبالتالي تقليل الحمل على محطة المعالجة.

6- Other Harmful Constituents:

أن المطروحات الصناعية قد تحتوي على المواد الضارة التالية والتي تؤثر سلباً على عمل محطة المعالجة للصرف الصحي وكذالك نظام انابيب المجاري

6.1- Toxic metal ions , Cu^{+2} , Cr^{+6} , Zn^{+2} , CN^{-1} .

6.2- Feathers:

وهي تسد نوزلات الهواء وتسلط حملاً على احواض الهضم وتعرقل عمل المضخات.

6.3- Rags:

وتسبب انسداد للانابيب والمضخات والمصافي والاقفال ومشاكل لمعدات التقطيع (Comminutors)

6.4- Acids & Alkalis:

تسبب تاكل الانابيب والمضخات ووحدات المعلجة وتتدخل سلبياً مع عملية الترسيب وتدمر عملية المعلجة البايولوجية للصرف الصحي محررة روائح واللوان مركزة.

6.5- Flammables: (المواد القابلة للاشتعال)

وهي تسبب حرائق وقد تقود الى انفجارات

6.6- Pieces of fat:

تسد نوزلات الهواء والمضخات وتسلط حملاً على احواض هظم الحمأة.

6.7- Noxious gases:

وهي تمثل خطر مباشر للعمال.

6.8- Detergents:

وهي تسبب الرغوة في احواض التهوية.

6.9- Phenols and other toxic material.

Stream Protection Measures

مياه الانهار وفوائدها:

1- تحمل المياه الملوثة حيث اكثر المياه المتخلفة تصرف الى المياه العمومية (نهر – بحيرة – مبزل ....)
2- مصدر لمياه الشرب والمياه الصناعية والزراعية.
3- تربية واكثار الاسماك والاحياء الاخرى.
4- الملاحة النهرية.
5- لاغراض ترفيهية وسياحية (سبح , ابحار , تجذيف , صيد سمك).
6- تنشأ عليها محطات توليد الكهرباء (بخار + تبريد + طاقة هيدروليكية).

تلوث الماء: أن اي تغير في الخواص الكيمياوية او الفيزياوية او البايولوجية الذي ينتج عنه تغير غير مقبول وتردي في نوعية المياه ويصبح غير صالح للاستعمالات.

كيفية حماية الانهار من التلوث؟

هنالك مدرستان في هذا الصدد. الاولى تعتمد على Effluent Standards والاخرى على Stream Standards .

1- Effluent standards:

In all effluents from a certain type of industry, the waste discharged is kept below either a fixed percentage or a certain maximum concentration of polluting matter.

من عيوب هذا النظام هو عدم تحديد للكمية الكلية للملوثات المطروحة للنهر يومياً فالصناعة الكبيرة لها نفس محدد الصناعة الصغيرة رغم انه لاهمية الصناعات الكبيرة يجب ان تعطى قدر اكبر من التصفية الذاتية للنهر. ان هذا النظام هو سهل التطبيق والسيطرة ولايحتاج الى تحليل دقيق وتفصيلي لماء النهر لتحديد المستوى الدقيق للمعالجة ، ويمكن ان يعتمد كمرشد للسلطة المختصة في تصنيف النهر او برنامج تقليل التلوث ويجب ان يحدث تبعاً لزيادة احمال التلوث في النهر والاسيفقد تاثيره ، وهو ينطلق من اعتبارات اقتصادية وعملية وليس على حماية مطلقة للنهر فقط فالاستخدام الامثل للنهر ليس هو الاعتبار الرئيسي رغم ان استخدام النهر سيتحدد بموجب مقدار المحددات الموضوعة وفق هذا النظام.

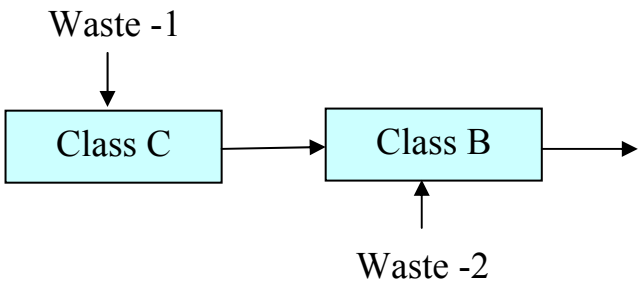
2- Stream Standards:

أن هذا النظام يستند على وضع تصانيف ومقاييس لجودة النهر وتنظيم المطروحات للحد الضروري لادامة الصنف الموضوع للنهر اوالجودة. فالمحرك الاساسي هو حماية وصيانة كل النهر لافضل استعمال له على اساس

متساوي للمستخدمين اعلى واسفل النهر، رغم ان اللذين في اعلى النهر يتمتعون بميزة نتيجة هذا الموقع. ان تصنيف النهر يسبق اي قرار حول نوع المعالجة المطلوبة. سلطة النهر تقوم بتصنيف النهر بقوانين محلية باخذ نماذج وتحليل التلوث الموجود والمسح للاستعمالات الحالية والممكنة مستقبلاً مع سماع راي المواطنين وتعليقاتهم ، فكلما كان الماء انظف كان التصنيف اعلى والمعالجة اكبر. ويصبح من واجب سلطة السيطرة على التلوث دراسة مقترحات المصانع لطريقة المعالجة بناءاً على تصنيف النهر والتي تأخذ بنظر الاعتبار ماهو مقبول لدى هذه السلطة من خلال الاتصالات ويجب ان تعطي السلطة الموافقة على خطط انشاء محطات المعالجة تلك. ان من اهم مميزات هذا النظام هو منع اي تلوث يزيد عن الحد بغض النظر عن نوع الصناعة وموقعها وكذالك موقع البلديات كما يمكن الناس من تحديد الاهداف للحاضر والمستقبل لجودة الماء. ان حمل التلوث سوف يتحدد بموجب قدرة التصفية الذاتية للنهر.

ان من صعوبات هذا النظام:

1- الارتباك عند مناطق مختلفة التصنيف ضمن النهر يتعاقب مرور المطروحات فيها



2- المرور خلال منطقة من النهر مصانة لغرض ماء الشرب او الصناعة او الزراعة.

3- المعارضة من قبل الصناعة او الناس للتغيرات في التصنيفات المحددة لتحسين او قبول بقلة جودة للمنطقة المعينة.

4- الحاجة الى مسح للنهر معقد وكامل قبل التصنيف وهو مكلف ويتطلب زمن طويل و يسبب تاخير.

ان ولاية نيويورك وضعت هذا النظام في التطبيق مع التصنيفات التالية:

1- Fresh Water:

Class – AA : Drinking water after approved disinfection, with additional treatment, if necessary, to remove naturally present impurities.

Class –A : Drinking water if subjected to approved treatment equal to a minimum of coagulation, sedimentation, filtration and disinfection, plus additional treatment for nature impurities, if necessary.

Class – B : Bathing, or any lesser use.

Class – C : Fishing, or any lesser use.

Class – D : Agriculture, industrial cooling, or industrial process water, or any lesser use.

2- Tidal Salt Water:

Class – SA : Shellfishing for market purposes, and any other usages.

Class – SB : Bathing, and any other usages except shellfishing for market purposes.
Class – SC : Fishing and other usages except bathing or shellfishing for market purposes.
Class – SD : Any usages except fishing, bathing and shellfishing.

3-Underground Waters:

Class – GA : Drinking, culinary, or food processing, and any other usages.
Class – GB : Industrial or other water supply, and any other usages except as used in (GA).

Stream Quality Control:

Four procedures are becoming increasingly relevant for improving stream quality:

1- *Stream Specialization*: One stream becomes degraded so that others in the area preserved. Similar to that stream classification except that the use of one stream as an" open sewer".

2- *Stream Aeration*: by artificial means such as vertical pumps by draft tubes of large turbines in power dams, which draw oxygen in water flow.

3- *Low Flow Stream Augmentation*: Storage of water in dams and reservoirs built on the upper land of main stream or tributaries can be released at low flow periods.

4-*Pumped Storage*: Storing electrical energy for subsequent use by pumping water to elevated reservoir then reused for generating energy. And low flow augmentation.

Computation of Organic Waste Loads on Streams:

ان مياه النهر تحتوي على اوكسجين وبكتريا والمياه المتخلفة تحتوي اوكسجين وبكتريا ومواد عضوية كاربونية ومغذيات (Nutrients) وان تحليل المواد العضوية بالاوكسجين يسمى (Aerobic Digestion) ، وبدون الاوكسجين في ظروف لاهوائية يسمى (Anaerobic Digestion). ان تركيز التشبع بالاوكسجين في ماء النهر ذو علاقة عكسية مع درجة الحرارة وتوجد جداول خاصة بذلك مع متغير اخر وهو نسبة الاملاح الذائبة. لايمكن دراسة مقدار تلوث ال (ww) بنسبة تركيز كمية كل مادة عضوية فيه وذلك لان المواد العضوية كثيرة جداً ومتنوعة وعليه تم استخدام مؤشر آخر لمعرفة تراكيزها وهو مقدار الاوكسجين الذي تحتاجه هذه المواد العضوية لاكسدتها بايولوجياً بفعل البكتريا.

مثال:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow[\text{تامة}]{\text{أكسدة}} 6CO_2 + 6H_2O$$

180g 192g

فلو كان لدينا محلول سكري بتركيز (300mg/l) من الكلوكوز فان احتياجه الاوكسجين النظري سيكون مساويا

$$300 \times \frac{192}{180} = 312 \text{mg/l}$$

Factors in Self Purification:

1- Dilution
2- Currents
3- Sedimentation
4- Bottom desposits and runoff
5- Sunlights
6- Temperature

The Oxygen Sag Curve:

the rate of oxygen depletion by BOD exertion is equal to the rate of BOD removal, or,

$$\frac{dc}{dt} = \frac{dL}{dt} = - k_1 L(x, t)$$

For oxygen, the rate of change of concentration due to reaeration is given by:

$$\frac{dc}{dt} = K_L (A/V) (C_s - C)$$

Where:

C = Oxygen Concentration in water (mg/l).
C_S = Oxygen Saturation concentration in water (mg/l).
L = BOD (mg/l)
K_1= deoxygenation rate constant (time $^{-1}$)
t = time
x = distance
K_L= a mass transfer coefficient , V = the liquid volume
u = Stream velocity.

The product K_L (A/V) may be considered as a volumetric mass transfer

$$\frac{dc}{dt} = k_2 (C_S - C)$$

$L(x) = L_o e^{-(K_1 X / u)} + \{L_a / (k_1 + k_2)\}\{1 - e^{-(K_1 + K_3) X / u}\}$, where: u = stream velocity

k_3, La are measures of independent physical properties which are often considered to be negligible. They may be determining from field data as follows:

If BOD decreases along a reach and the BOD at some point, x, is less than predicted by

$L(x) = L_o e^{-(k_1 X/U)}$ then k_3 = positive and exceeds La

$La = 0$

and k_3 = calculated from $L(x) = L_o e^{-(k_1 + k_3) X/U}$

If the BOD increases with (x) or decreases less than predicted by $L(x) = L_o e^{-(k_1 X/U)}$ then La = positive and exceeds k_3

$k_3 = 0$

and La calculated from $L(x) = L_o e^{-(k_1 X/U)} + \frac{La}{k_1} - e^{-(k_1 X/U)})$

Oxygen deficit at any distance (x), calculated from:

$$D(x) = D_o e^{-k_2 X/U} + \frac{k_1}{k_2 - (k_1+k_3)} (L_o - \frac{La}{k_1+k_3} e^{-(k_1+k_3) X/U} - e^{-k_2 X/U}) +$$

$$(S_R/k_2 + \frac{k_1 La}{k_2 (k_1+k_3)} - e^{-k_2 X/U})$$

Where:

D_o = is the deficit at (x = 0)

S_R = oxygen sources & sinks other than reaeration & BOD exertion, neglected or calculated from field data of (DO) once, L, k_1, k_2, k_3, & La are known.

The location of critical deficit (X_C), Calculated from:

$$X_C = \frac{U}{K_2 - (K_1 + K_3)} \text{ Ln } [\frac{K_2}{K_1+K_2} + \left(\frac{K_2 - (K_1+K_3)}{(K_1+K_3)L_o - L_a}\right)\left(\frac{L_a}{K_1+K_3} - \frac{K_2 D_o - S_R}{K_1}\right)]$$

The reaeration constant (k_2) can be estimated by determining the characteristics of the stream. A generalized formula proposed by O'Conner and Dobbins for natural streams:

$$k_2 = \frac{294 (D_L U)^{1/2}}{H^{3/2}} \qquad (k_2 \text{ for base e})$$

$$D_L = 1.76 \times 10^{-4} \frac{m^2}{d} \times (1.037)^{T-20}$$

Where:

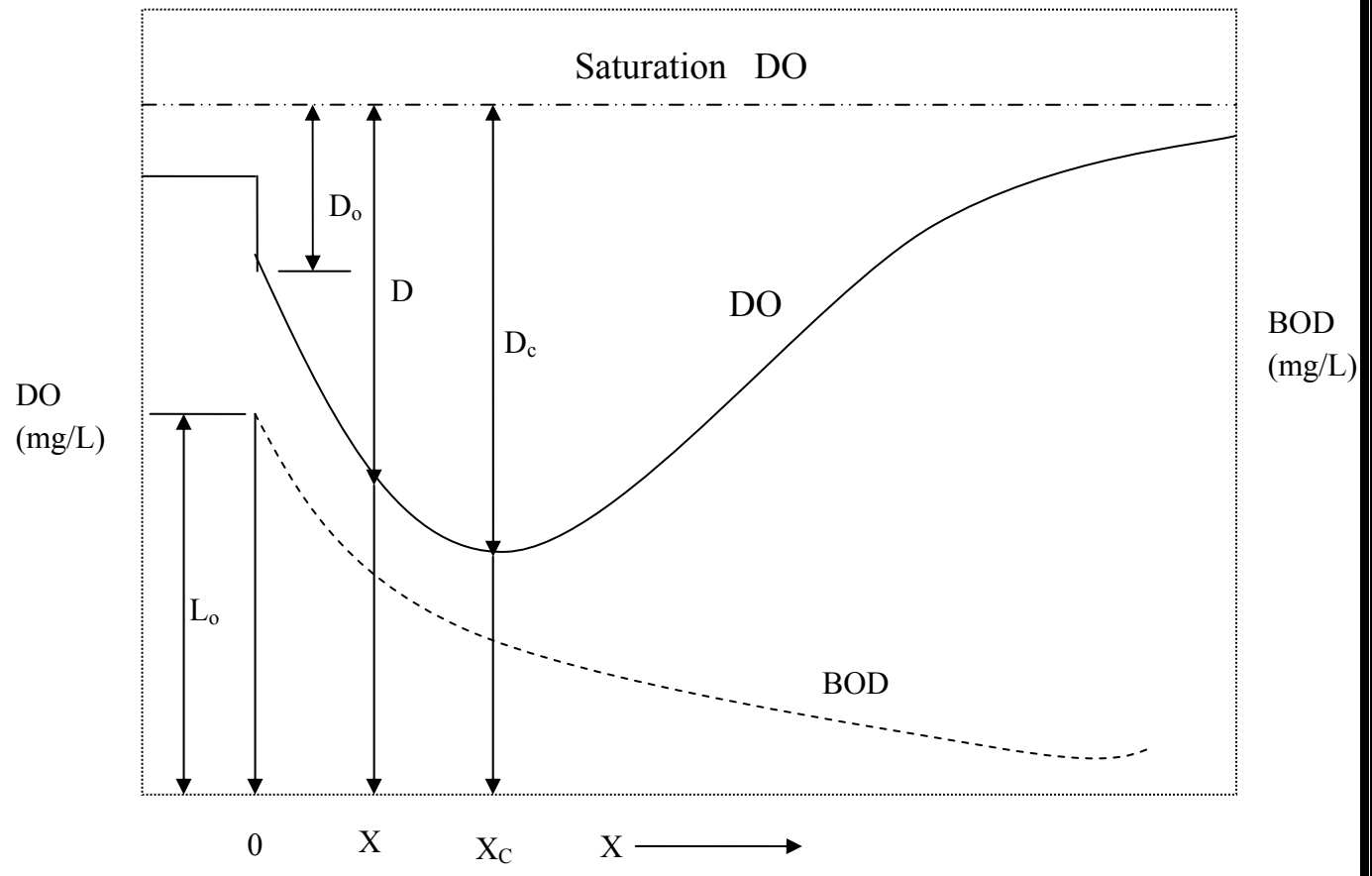
D_L = Molecular diffusion coefficient for oxygen, ($\frac{m^2}{d}$).

U = mean stream velocity, ($\frac{m}{s}$).

H = average depth of flow, (m).

1.76×10^{-4} = molecular diffusion coefficient for oxygen at 20 °C, $\frac{m^2}{d}$.

T = temperature, °C



Oxygen Sag and BOD Removal in Streams

مصادر الاوكسجين في النهر = الهواء الجوي + التمثيل الضوئي للنباتات المائية.

مصادر استهلاك الاوكسجين في النهر = BOD في WW + BOD لماء النهر اصلاً + المواد العالقة حين تترسب للقاع وتتحلل لاهوائياً فالمركبات الصاعدة تسلط احتياج للوكسجين مثل المركبات الكبريتية + تنفس الاحياء الموجودة في النهر.

Street-Phelps Formulations:

$k_1' = \frac{1}{\Delta t} \log \frac{L_A}{L_B}$ = deoxygenation rate constant.

$k_2' = k_1' \frac{\bar{L}}{\bar{D}} - \frac{\Delta D}{2.3 \Delta t \bar{D}}$ = reaeration rate constant.

$$D_t = \frac{k_1' L_A}{k_2' - k_1'} [10^{-k_1' t} - 10^{-k_2' t}] + D_A \ 10^{-k_2' t}$$

Where:

k_1 = for base (e) = 2.3 x k_1'

k_1' = for base (10)

k_2 = 2.3 x k_2'

Using Fairs Formula:

$f = \frac{K_2}{K_1}$ = Rate of Self Purification

$$D_t = \frac{L_o}{f - 1} e^{-K_1 t} \left\{ 1 - e^{-(f-1)K_1 t} \left[1 - (f - 1) \frac{D_o}{L_o} \right] \right\}$$

$$t_c = \frac{1}{K_1 (f - 1)} \ln \left\{ f \left[1 - (f - 1) \frac{D_o}{L_o} \right] \right\}$$

$$D_c = \frac{L_o e^{-K_1 t_C}}{f}$$

Example:

مدينة تطرح مياه صرف صحي بتصريف ($1000 m^3/d$) الى نهر صغير, الجريان الواطئ في (7) ايام وخلال 10 سنوات هو ($5.74\ m^3/min$) , واعلى درجة حرارة للنهر هي ($30\ ^oC$) وهو يتحقق مع اقل جريان , ان مقدار BOD_5 للنهر في اعلى موقع طرح الصرف الصحي هو(5mg/l) , ان قيم k_1 , k_2 بدرجة حرارة $20\ ^oC$ هي (0.23/d) , (0.46/d) على التوالي للاساس (e). k_3 , L_a , S_R تهمل للحل , مامقدار BOD_5 للتصريف النهائي لمحطة المعالجة الذي سوف لايسبب نضوب في تركيز الاوكسجين المذاب في النهر الى اقل من (4mg/l) عند 7 يوم , 10 سنة جريان واطئ.

Solution:

In the absence of values for (K_3, L_a, S_R) then the general question becomes:

$$D(x) = D_o\, e^{-k_2 X/U} + \frac{K_1}{K_2 - K_1} L_o \left(e^{-k_1 X/U} - e^{-k_2 X/U} \right)$$

$$x_C = \frac{U}{k_2 - k_1} \ln \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{k_2 - k_1}{k_1} \cdot \frac{D_o}{L_o} \right]$$

OR

$$D(t) = D_o\, e^{-K_2 t} + \frac{K_1}{K_2 - K_1} L_o \left(e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t} \right)$$

$$t_C = \frac{1}{k_2 - k_1} \ln \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{k_2 - k_1}{k_1} \cdot \frac{D_o}{L_o} \right]$$

Classic Streeter-Phelps Formulations

Assume value of (L_o) and calculate (t_C & D_C) with many trials until the specified D_C is reached.

From table C_S (dissolved oxygen concentration at saturation) = 7.63 mg / L at $30\ ^oC$

Since stream water has BOD_5 = 5mg/l ⟶ unlikely to be saturated ⟶

assume 80% saturation

$\therefore$ DO = 7.63 × 0.8 = 6.10mg/l

Wastewater after treatment has DO = 2mg/l, approximately

$DO\ (Q_S + Q_{WW}) = 6.10\ Q_S + 2\ Q_{WW}$ ⟹ $DO = 5.66$ mg / L

Initial deficit $(D_o) = C_S - C = 7.63 - 5.66 = 1.97$mg/l

At T = 30 °C :

$$k_1\ (30) = k_1\ (20) \times \theta^{T-20} = 0.23\ (1.047)^{10} = 0.364/d$$

$$k_2\ (30) = k_2\ (20) \times \theta^{T-20} = 0.46\ (1.025)^{10} = 0.589/d$$

$$\therefore D_C = 1.97\ e^{-0.589\ t_C} + 1.618\ L_o \left(e^{-0.364\ t_C} - e^{-0.589\ t_C}\right)$$

$$t_C = 4.44 \ln 1.618 \left[1 - \frac{1.218}{L_o}\right]$$

∵ Maximum allowable $D_C = 7.63 - 4 = 3.63$mg/l

L_o	t_c	D_c
15	1.76	4.88
10	1.56	3.50
11	1.62	3.77
10.5	1.59	3.64

⟹ Maximum allowable BOD_5 in stream $(L_o) = 10.5$mg/l

$BOD_5 = L_o\ (1 - e^{-K_1 t}) = 10.5\ (1 - e^{-0.23\ (5)}) = 7.18$mg/l (where k_1 at 20°C)

BOD_5 of the wastewater:

$$7.18 \times (Q_S + Q_{WW}) = 5 \times Q_S + BOD_5 \times Q_{WW}$$

$$BOD_5 = \frac{7.18(9265.6) - 5(8265.6)}{1000} = 25.3 \text{ mg/l}$$

In this case water quality standard (minimum DO = 4mg/l

Governs rather than effluent standard of $BOD_5 = 40$mg/l

Home works

Q / 1: A wastewater effluent of (560L/s) with BOD_5 = 50mg/l, DO = 3mg/l, and temperature of 23 °C enters to river where the flow is (2.8 m^3/s) with BOD_5 = 4mg/ l, DO = 8.8mg/l, and temperature of 17 °C. From laboratory BOD_5 testing, k_1 of the

wastewater is 0.1 d^{-1} at 20 ^{o}C. The river downstream has an average velocity of 0.18 m/s, depth of 1.2m, and molecular diffusion coefficient for oxygen is 2.037 $\times 10^{-5}$ cm^2/s at 20^{o}C. Calculate the minimum dissolved oxygen level and its distance down stream by using oxygen sag equation.

Q / 2: A city discharges 115000 m^3/d of wastewater into a stream whose minimum rate of flow is 8.5 m^3/s. The velocity of the stream is about 3.2Km/hr, the temperature of the wastewater is 20 ^{o}C and that of the stream is 15 ^{o}C. The BOD_5 at 20 ^{o}C of the wastewater is 200mg/l and that of the stream is 1mg/l. The wastewater contains no dissolved oxygen but the stream is 90% saturated upstream of the discharge. At 20 ^{o}C $k_1^{'}$ is estimated to be 0.3 day^{-1}, and $k_2^{'}$ is 0.7 day^{-1}. Determine the critical oxygen deficit and its location, also estimate BOD_5 at 20 ^{o}C of the sample taken at the critical point. Use temperature coefficient of 1.135 for $k_1^{'}$ and 1.025 for $k_2^{'}$, also plot the dissolved oxygen sag curve.

Answer to Q / 1:

Solution:

Total flow after mixing $= Q_S + Q_{WW} = 2.8 + \frac{560}{1000} = 3.36\ m^3/s.$

BOD_5 of the mixture $= [2.8 \times 4 + (\frac{560}{1000}) \times 50] / 3.36 = 11.7 mg/l.$

DO of the mixture $= [2.8 \times 8.8 + (\frac{560}{1000}) \times 3] / 3.36 = 7.3 mg/l.$

Temp. of the mixture $= [2.8 \times 17 + (\frac{560}{1000}) \times 23] / 3.36 = 18\ ^oC.$

$\acute{k}_1(18) = \acute{k}_1(20) \times (1.047)^{18-20} = 0.1 \times (1.047)^{18-20} = 0.09 day^{-1}.$

$k_2 = (\frac{D_m \cdot U}{H^3})^{0.5}$, where U: stream velocity in (m / d)

$$k_2 = \left[\frac{\left(\frac{2.037 \times 10^{-5}}{10000} \times 3600 \times 24 \times 0.18 \times 3600 \times 24 \right)}{1.2^3} \right]^{0.5} = 1.23 day^{-1}$$

$k_1 = \acute{k}_1 \times 2.3 = 0.09 \times 2.3 = 0.207\ day^{-1}$

$k_2(18) = k_2(20) \times (1.025)^{18-20} = 1.23 \times (1.025)^{18-20} = 1.17 day^{-1}$

$BOD_5 = L_o \left(1 - 10^{-K_1' \cdot t}\right)$

$11.7 = L_o (1 - 10^{-0.1 \times 5})$ ⟹ $L_o = 17.1 ppm$

From table of dissolved oxygen concentration at saturation at 18 ^oC = 9.5mg/l

$D_o = C_S - C = 9.5 - 7.3 = 2.2 mg/l$

$$t_C = \frac{1}{k_2 - k_1} \ln \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{k_2 - k_1}{k_1} \cdot \frac{D_o}{L_o} \right]$$

$$t_C = \frac{1}{1.17 - 0.207} \ln \frac{1.17}{0.207} \left[1 - \frac{1.17 - 0.207}{0.207} \cdot \frac{2.2}{17.1} \right] = 0.85 day$$

$$D_C = D_o e^{-K_1 tc} + \frac{K_1}{K_2 - K_1} L_o \left(e^{-K_1 tc} - e^{-K_2 tc} \right)$$

$$D_C = 2.2 e^{-1.17 \times 0.85} + \frac{0.207}{1.17 - 0.207} \times 17.1 \left(e^{-0.207 \times 0.85} - e^{-1.17 \times 0.85} \right) = 2.45 mg/l$$

$\because D_C = C_S - C$ ⟹ $C = 9.5 - 2.45 = 6.96 mg/l.$

$X_C = t_c \times U = 0.85 \times 0.18 \times 3600 \times 24 / 1000 = 13.22 Km.$

Volume Reduction

ان اول الخطوات في تقليل تأثير المطروحات الصناعية على النهر هو تقليل حجم هذه المطروحات وهذا ينجز من خلال:

1- تصنيف المطروحات (Classification of Waste) بعزلها.

2- تقليل كمية الماء المستخدم في الصناعة (Conservation of Wastewater).

3- التغير في العمليات الانتاجية بحيث يمكن تقليل استخدام الماء (Change production to decrease waste).

4- اعادة استخدام المياه المتخلفة الصناعية والبشرية كتجهيزات ماء خام (Reuse of industrial & municipal wastewaters).

5- التقليل من المطروحات التي بشكل خبطات او دفعات لمخلفات العمليات الصناعية (Elimination of batch (or slug discharges of process wastes

***1- Classification of Waste*:**

وذلك بعزل المياه المتخلفة من العمليات الصناعية عن مياه التبريد او بعزلها عن بعضها البعض وبذلك نقلل كمية التصريف المطلوب معالجة معقدة له وقد يكون بعضها غير مطلوب معالجته.

هناك ثلاث اصناف رئيسية للمطروحات الصناعية:

1- مطروحات من العمليات الانتاجية كمياه غسل اوعية الحليب في معمل منتجات الالبان.

2- مياه تستعمل كعامل تبريد في العمليات الصناعية: يتباين حجمها من صناعة الى اخرى وهي عادة كبيرة في التصريف وقليلة التلوث نتيجة التسربات والصدأ وتاثير الحرارة.

3- مياه متخلفة بشرية (صرف صحي): وكميتها تعتمد على عدد العاملين في المصنع وكمية المواد التي تنتج عن التصنيع وتسقط على الارضيات وتصل للمجاري بعد غسلها ودرجة النظافة المطلوبة للعاملين في التشغيل العملياتي.

***2- Conservation of Wastewater*:**

ان تقليل الماء المستخدم يعني تقليل كلفتة انتاجه و تقليل الماء المتخلف و بالتالي تقليل كلفة المعالجة , فمثلاً عندما تتحول صناعة من نظام مفتوح الى نظام مغلق اي اعادة استعمال الماء , فمعمل الورق يعيد تدوير الماء الابيض (الماء العابر من خلال مصافي من الاسلاك الذي فوقه يتشكل الورق) ويقلل الماء المطروح وتكاليف معالجته بعد انتهاء امكانية الفائدة منه مرة اخرى. معمل الورق قد يطرح 10000 غالون للطن الواحد من المنتج رغم وجود فرق بين معمل وآخر (100000 ~ 1000 غالون للطن الواحد) والاخير قد يكون في منطقة قليلة المياه او محددات النهر شديدة. معامل الحديد تستعمل الماء للتبريد واطفاء الحديد الحار اللين. معامل الفحم الحجري تستعمل الماء لازالة الاتربة والمواد التي لاتشتعل منه ، وفي معامل الطلاء يتم استخدام اوعية كبيرة متعددة بحيث يمكن استخدام ماء اضافة (make up water) والمياه الاكثر تلوث واستهلاك يتم طرحها ومعالجتها. ان الاجهزة والمعدات الاوتوماتيكية التي تسيطر على تجهيز الماء تساهم في التقليل من الاسراف فيه , كذلك تصليح كافة الحنفيات والطوافات العاطلة في المعمل.

***3- Changing Production to Decrease Waste*:**

وهي طريقة صعبة من حيث اقناع رجال الانتاج بتغير طرق الاشتغال وذلك لمجرد تقليل المطروحات حيث ان مرحلة التشغيل في الهندسة يخطط لها بواسطة المهندسين الكمياويين والميكانيكيين والصناعيين واللذين يمثل تقليل التكاليف الهدف الاساسي لهم ، بينما المهندس الصحي دوره حماية الصحة العامة وصيانة المصادر الطبيعية للمياه ولحد الان لايوجد سبب يمنع من انجاز كلا الهدفين. فمثلاً يمكن تقليل استخدام كمية Sodium sulfide في صباغة المنسوجات وكذلك تقليل كمية Sodium cyanide في عمليات الطلاء الكهربائي فهو اقتصاد ايضاً في كلفة هذه المواد بالاضافة الى تقليل كلفة المعالجة. ومثلاً خلط المطروحات الحامضية مع المطروحات القاعدية لمعمل سوف يعطي مياه متخلفة متعادلة وبالتالي تقليل التكاليف للمواد الكمياوية وكميتها والوقت الازم لمعالجتها.

***4- Reuse Both Industrial and Municipal Effluents for Raw Water Supplies*:**

ويمارس هذا في المناطق التي تعاني من ندرة المياه وغلأوها وهي طريقة شعبية واقتصادية من بين كل المصادر للمياه المتوفرة للصناعة فان محطات معالجة الصرف الصحي تلبي الاحتياجات في كل الفصول وهي باستمرار تزيد في الكمية وتتحسن في النوعية. فمثلاً للاغراض الصناعية كما في اطفاء وتبريد الحديد الحار. ولكن هنالك مخاوف من استخدامها في تنظيف وغسل الشوارع او سقي المزروعات خوفاً من التلوث الباكتريولوجي والفايروسي وانتشار الامراض ويعتمد ذلك على نوعية الماء الخام ودرجة معاملته وهنالك اختلافات بين اغلب مطروحات محطات معالجة الصرف الصحي والماء الاعتيادي السطحي او الجوفي وهي:

1- يحتوي الماء الخام على لون.
2- محتوى مركبات نايتروجينية عالي.
3- محتوى اكبر من BOD.
4- محتوى اكبر من TDS.
5- واحتواءه على مركبات الفسفور.

***5-Elimination of Batch or Slug Discharges of Process Wastes*:**

في طرق التصنيع الرطبة لمنتج فان واحدة او اكثر من الخطوات تكرر في بعض الاحيان مما ينتج حجم وتركيز اكبر للمياه المتخلفة خلال تلك الفترة ، فاذا طرحت خلال فترة قصيرة فانه يسمى مطروح بدفعات (Slug discharge) وهذا يسبب ارباك لكلاً من وحدة المعالجة او النهر الذي يستلم التصريف النهائي. وهناك طريقتين لتقليل تاثير هذه المطروحات :

1- الشركة المنتجة تغير طريقة عملها لزيادة التكرارية وتقليل كمية الطرح المفاجئ.
2- المطروحات على شكل دفعات يتم استيعابها في خزانات موازنة ذات احجام معينة حيث يتم تجميعها ومن ثم طرحها بشكل تصريف مستمر ومنتظم على مدى فترة زمنية طويلة عادة 24 ساعة.

Strength Reduction

تعتبر هذه المرحلة الثانية من المراحل الرئيسية في المعالجة الصناعية وان تأثير اي تقليل للمطروحات الصناعية سينعكس بربح على هذه الصناعة من خلال تقليل كلفة المعالجة الثانوية او تقليل كمية الماء المستهلك للصناعة او تقليل كمية المواد الداخلة وتكاليفها.

The strength of wastes may be reduced by:

1- Process changes.
2- Equipment modification.
3- Segregation of wastes.
4- Equalization of wastes.
5- By-product recovery.
6- Proportioning wastes.
7- Monitoring waste streams.

***1- Process Changes*:**

ان المهندس الصحي معني بالمطروحات التي لها اكبر قدر من التأثير السلبي للتلوث وعليه ان يواجه ضغط المعارضة من قبل المعنيين بالصناعة حيث لايمكن للصناعيين ان يلبوا حاجة السوق الحالية والتنافس بدون استمرار اعادة النظر والتحليل لتكنولوجيات الانتاج للتطوير وتقليل كلف الانتاج وان تقليل التلوث يجب ان يعتبروه ليس فعل اختياري وانما خطوة فعالة للمحافظة على المصادر المائية لبقية المستخدمين. عليه عدة صناعات حلت مشكلة المطروحات من خلال تغييرات على عملية الانتاج مثل صناعات الانسجة و معامل التصنيع المعدني. بينما صناعة الجلود لازالت تستعمل الجير (Lime) و Sulfides والتي تمثل الملوثات الرئيسية من صناعة الدباغة رغم علم صناعيها بانه يمكن استخدام amines والانزيمات عوضاً عن ذلك لتقليل التلوث. ان الفجوة بين البحث والتطبيق الحقيقي واسعة وسببها عدة صعوبات تشغيلية ، فصناعة المنسوجات تواجه مشكلة مطروحات عالية التلوث من مراحل Kiering و Sizing و Desizing و Dying ، فالنشأ يستعمل تقليدياً ك Sizing agent قبل الحياكة (Weaving) وهو بعد تحلله المائي (Hydrolysis) والازالة من الاقمشة النهائية يمثل مصدر ل 50-30 % من BOD المعمل. ان الصناعة بدأت تهتم باستخدام مواد اخرى بديلة سيليلوزية والتي لها BOD قليل او تأثير سمي قليل على النهر ، وان عدة مركبات معوضة سيليلوزية (Substituted cellulosic compounds) مثل Carboxymethyl cellulose قد بدأ استعمالها ك desizing agent والتي لها BOD قليل جداً.

في صناعة الطلاء الفلزي فأن سبعة تغيرات للعمليات او المواد قد تم اقتراحها:

1- Change from copper-cyanide plating solutions to acid-copper solutions.
2- Replacing the $CuCN_2$ strike before the copper-plating bath with a nickel strike.
3- Substitute a carbo-nitriding furnace, which uses a carburizing atmosphere and ammonia gas for the usual molten cyanide bath.
4- Use shot blast or other abrasive treatment on nonitricate parts instead of H_2SO_4, in picking of steel.
5- Substitute H_3PO_4 for H_2SO_4 in pickling.

6- Use alkaline derusters instead of acid solutions to remove light rust which occurs during storage.
7- Replace soluble oils, and other short-term rust preventive oils applied to parts after cleaning, with "cold" cleaners (chemical rust inhibition).

***2- Equipment Modification*:**

تحوير الاجهزة والمعدات فمثلاً تستعمل المصافي في معامل المخللات (الطرشي) لتصفية المياه من الشوائب بدلاً من طرحها مباشرة , في مجازر الدجاج (poultry plant) تستعمل مصيدة (trap) وهو حوض صغير يرسب جميع الشوائب الناتجة من المياه المتخلفة والداخلة له. في مصانع الحليب فأن اوعية الحليب الكبيرة أعيد تصنيعها باعناق ملساء ومنحنية بحيث يمكن تفريغها بسرعة وبشكل كامل وتقليل الضائعات في المياه المتخلفة , وكذلك تستعمل drip pans لتجميع الحليب الذي ينسكب من الاوعية بعد تفريغها في المعقمات حيث تعاد محتويات الاولى الى خزانات الحليب يومياً.

***3- Segregation of Waste*s:**

ان فصل المطروحات الصناعية يقلل تركيز وصعوبة معالجة المطروحات النهائية من المصنع. فهو يتسبب في انتاج نوعين من المطروحات، الاول شديد التركيز وقليل الحجم والاخر ضعيف التركيز وكبير الحجم يومياً ، وبذلك يمكن ان يتم التعامل مع الشديد التركيز والقليل الحجم بطرق معينة تتناسب مع نوع المشكلة. ان فصل مياه التبريد والامطار عن مياه العمليات الصناعية يؤدي الى تقليل حجم التصريف وبالتالي تقليل حجم وحدة المعالجة. فمثلا في احد معامل النسيج كانت هنالك عدة مطروحات لوحدة الصباغة فيه و كان من الاقتصادي والفعالية ان تعالج وهي محاليل مركزة. وباتخاذ اجراء فصل احد المطروحات عن البقية جعل الاخيرة اكثر استجابة للمعالجة و جعلها اكثر كفاءة و اقتصادية حيث كانت التصاريف الناتجةهي كما في الجدول التالي:

Wastes from a Textile Mill

	Grey water	White water	Dye waste	Kier waste	Combined waste
PH	4	7.3	11	11.8	9.4
TS, ppm	2680	420	2880	18880	1560
SS, ppm	224	67	148	218	156
O_2 Consumed ppm	1560	31	556	4900	460

فان المزيج المشترك كان جداً مركز, صعب ومكلف للمعالجة. لكن عند فصل Kiering Waste ومن ثم معادلته كيميائياً وترسيب عوالقه فان الماء الخفيف له يمكن بعدئذ خلطه مع البقية الثلاث ويعالج معها كيميائياً وبايولوجياً لان المزيج الجديد اقل شدة من المزيج الكلي القديم.

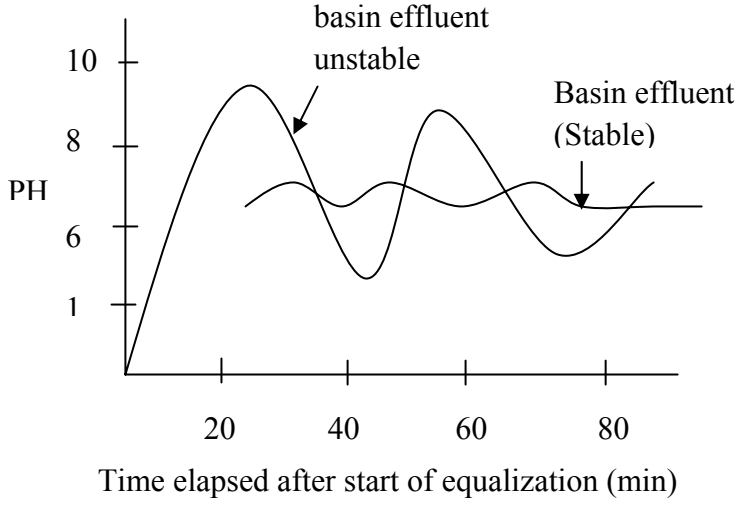
مثال:
في معامل الطلاء الكهربائي بالفلزات والتي تنتج مطروحات حاوية على كلاً من الكروم والسيانيد وكذلك فلزات اخرى. في معظم الحالات من الضروري فصل المطروحات الحاوية على السيانيد وجعلها قاعدية ومن ثم اكسدتها ومن جانب آخر فان المطروحات الحاوية على الكروم يتم خفض ال pH لها وجعلها حامضية ومن ثم اختزالها ، وبعدئذ يمكن خلطهما معاً وترسيبهما في محلول قاعدي لازالة الفلزات. فبدون هذا الفصل يؤدي خلط كلا المطروحين الى تولد غاز سيانيد الهيدوجين السام جداً كنتيجة لحامضية الوسط المتكون.

مثال:
يمكن عزل الصبغ من الماء المتخلف بواسطة الترسيب و اضافة Ferric chloride او Ferric sulfate مع Calcium hydroxide.

4- Equalization of Wastes:

موازنة المطروحات و مجانستها من مختلف العمليات النتاجية وذلك بتجميعها في خزان (Holding tank) لمدة زمنية معينة اعتماداً على الوقت الازم للعمليات التكرارية في المعمل. فمثلاً لتصنيع منتج ما اذا احتاج الى سلسلة من العمليات التي تستغرق ثمانية ساعات فان المعمل يحتاج خزان موازنة و مجانسة بحجم تصميمي لخزن المطروحات لثمانية ساعات ، وان التصريف من خزان الموازنة سيكون اكثر تجانس في مكوناته وخصائصه من اي من المطروحات بمعزل عن بعضها البعض ، وان استقرارية ال PH وBOD والترسيب للمواد الصلبة العالقة والفلزات الثقيلة من بين اهداف هذة الموازنة وبالتالي ستسهل معالجة المياه المتخلفة بالمقارنة مع المطروحات غير المستقرة وقد تنتج المجانسة في بعض الاحيان مياه متخلفة لا تحتاج الى معالجة.

مثال:
مصنع كبير كيمياوي ينتج مطروحات حامضية وجد ان من الافضل موازنة ومجانسة مطروحاته لمدة 24 ساعة بحوض خزن ترابي الجوانب (Earthen holding tank) , وبعد هذه المجانسة يوجد مصنع مجاور ينتج مطروحات بقاعدية عالية تقوم بدفعها مضخات لتمزج مع الحامضية لتحقيق التعادل وفي حالة عدم موازنة الاولى فان قوة معادلة اكبر يتطلب تحقيقها وذلك لعدم تخفيض Peaks قبل المعدلة.



مثال:
معمل منسوجات يطرح مياهه المتخلفة الى محطة معالجة الصرف صحي ، و رغم كون هذا المطروح يمثل حوالي 10% من التصريف الذي يتم معالجته فانه يسبب تباين بشكل رئيسي في ال pH و BOD والتي كانت مسؤولة عن صعوبات في المعالجة ، فكان الحل للموضوع هو بناء حوض موازنة و مجانسة له سعة خزن كافية للمطروحات لفترة زمنية مناسبة لتقليل التباينات في pH , BOD كما تم اقرار الضخ الى منظومة البلدية لتكون بثلاث تصاريف مختلفة , التصريف العالي يكون في وقت فيها اعلى كمية من التصريف الصحي تصل للمحطة وذلك لتحقيق اعلى نسبة تخفيف وهكذا وبذلك نحقق تخفيض ثابت لمطروحات المعمل مع مياه الصرف الصحي.

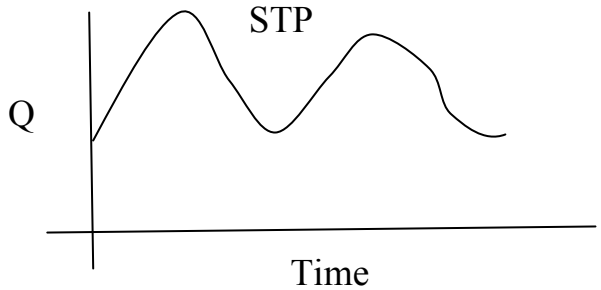
***5- By-Product Recovery*:**

ان كل المطروحات الصناعية تحتوي على مواد ناتجة ثانوية (by products) ومواد مستهلكة في العمليات الانتاجية وان اي عملية استعادة لهذه المواد واستخدامها لغرض آخر سيؤدي الى تقليل مشكلة التلوث في المياه المطروحة النهائية وكذلك تحقيق عائد اقتصادياً ايضاً بذلك يجب دائماً دراسة امكانية بناء محطة استعادة تنتج مواد ثانوية بكمية مناسبة للتسويق.

مثال:
مصنع طلاء بالفلزات يستخدم مبادلات ايونية لاستعادة حامض الفسفوريك , النحاس , النيكل , والكروم من محاليل الطلاء. الماء اللاآيوني بدون اية معالجة اخرى هو مثالي لتلبية احتياجات المراجل. كما ان هناك شركات تستخدم التبخير بالتفريغ لاستعادة الكروم , النحاس , النيكل من محاليل الطلاء المركزة. مصنع لطلاء الاسلاك بالنيكل عانى من قلة تجهيزه بالنيكل فعمد الى اضافة ال Soda ash الى المطروح لجعله قاعدياً وترسيب النيكل بشكل كاربونات النيكل وتجفيف ال Sludge الناتج ومعالجته لاستعادة النيكل. معمل للطلاء بالفضة يصرف 000 120$ سنوياً على معالجة المطروح ، يستعاد منها 000 60$ نتيجة لاستعادة الفضة من المياه المتخلفة لها.

***6- Proportioning Wastes*:**

وهو طرح المياه المتخلفة على شكل تصريف متباين من حيث الكمية ليكون بنسب خلط يتناسب مع مياه الصرف الصحي في انبوب التصريف للمدينة , وكذلك بوجبات و عدد مرات بحيث تقلل تراكيز الملوثات الى الحد الذي لا يؤثر على عملية المعالجة البايولوجية لمحطة الصرف الصحي للمدينة او لايؤثر على النهر عند الطرح اليه ، ففي بعض الاحيان يكون اكثر اقتصاديا عمل هذا الطرح المتناسب للمياه المتخلفة ذات التصريف القليل و لكن التركيز العالي مع الصرف الصحي في المجرى الرئيسي للبلدية عوضا عن بناء خزان موازنة لكل مطروحات المصنع بغية تقليل التراكيز.



***7- Monitoring Waste Streams*: مراقبة و قياس جريانات المياه المتخلفة**

ان التعقيد في عملية السيطرة على عمل المصنع يجب ان يشمل ايضا السيطرة و المراقبة للمياه المتخلفة. فاجهزة الاستشعار عن بعد التي تمكن المشغل مناقاف او تقليل او اعادة توجيه الجريان من اية عملية عندما يكون التركيزللملوثات قد تجاوز حدود معينة هوطريقة ممتازة لتفليل شدة تراكيزالملوثات. وفي الحقيقة ان الطفح نتيجة الحوادث هو في اغلب الاحيان السبب الوحيد لتلوث النهر او تعطيل عمل وحدة المعالجة و هذا يمكن ان يسيطر عليه اذا تمت المراقبة و السيطرة على كل مصادر تولد المياه المتخلفة.

***8- Accidental Spills*:**

ان المطروحات نتيجة الحوادث لمحاليل العمليات الصناعية المهمة تمثل واحد من اكثر مخاطر التلوث الشديد لان اغلب هذه المطروحات الطارئة تذهب بدون مراقبة و قليلة في الحجم لذا يجب اعطاؤها اهتماما خاصا من قبل المهندس الصحي رغم انه لايمكن منع كل الحوادث.

توجد بعض الاجراءات لتقليل احتمالية الحوادث و شدتها و تشمل:

1- Make certain that all pipelines and valves in the plant are clearly identified.
2- Allow only certain designated and knowledged persons to operate these valves.
3- Install indicators and warning systems for leaks and spills.
4- Provide for detention of spilled wastewater in holding basins or lagoons until proper waste treatment can be accomplished.
5- Monitor all effluents - quantity and quality to provide a positive public record, if necessary.
6- Establish a regular maintenance program of all pollution - abatement equipment and all protection equipment which may result in a liquid discharge to the sewer.