Shamima Miss

Lecture-01:

25.04.24

Reference book:

1. Water supply and sanitation → M. feroz Ahmed _1st ed, ITN-Buet
2. Environmental engg → Howard S. Peavy, International edition, McGraw Hill companies.
3. Water and environmental engg → 1st ed, Habibur Rahman.

- Water source २टि →
  - surface water
  - ground water

Alternative source → rain water

L-1

Public Water Supply:

- Dhaka শহরে পানি supply দিয়া থাকে D-WASA (govt. water supplier)
- Public water supply refers to water withdrawn by public and private water suppliers and delivered to users.

Scanned with CamScanner

- Public water suppliers provide water to →
  - domestic
  - Commercial
  - Industrial users.

- Provides water to at least 25 people or has a minimum of 15 service connections.
  main pipe থেকে building পর্যন্ত আসার জন্য pipe দ্বারা connect করা হয়।

Service connection: building connection to the community pipe.

Objective of public water supply:

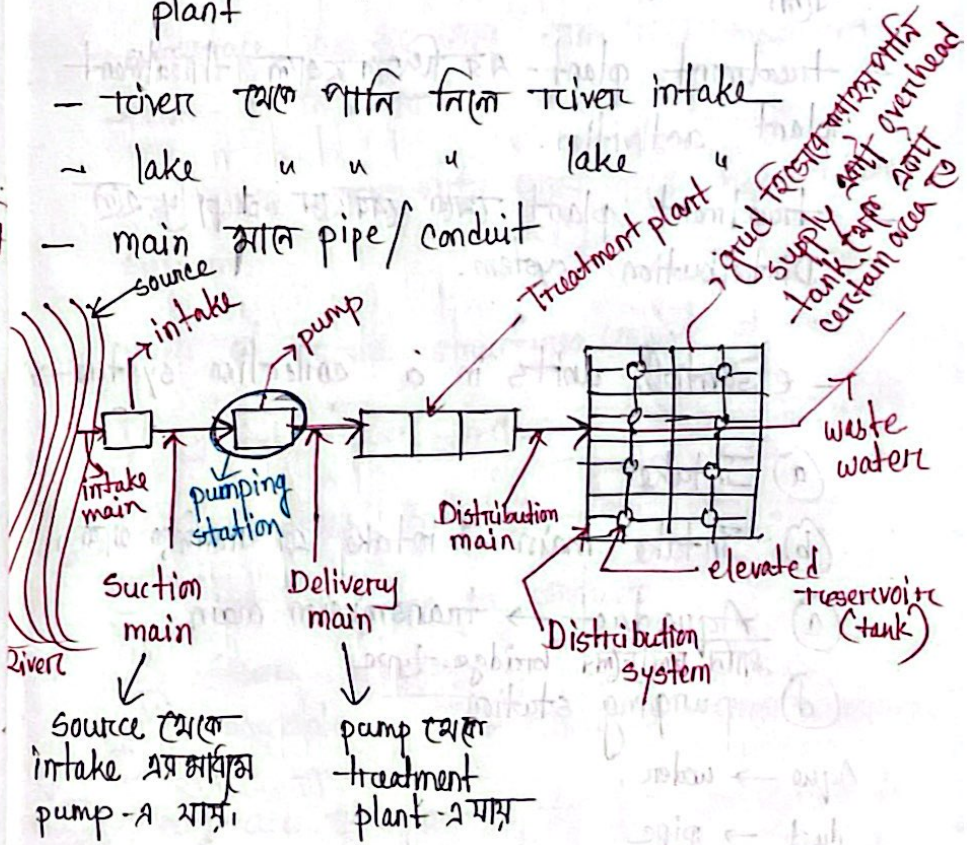
- To supply safe and wholesome water (quality)
  without any impurity
- To supply water in adequate quantity (quantity)
- To make easily available to consumers

V.V.I ⭐ Km-1 পড়তে small ques

Elements of Public Water Supply (PWS): (Figure must)

1. Source of supply
2. Collection system / Intake
3. Treatment or purification plant
4. Distribution system

- river থেকে পানি নিলে river intake
- lake " " " lake "
- main মানে pipe / conduit



Source থেকে intake পর্যন্ত pump-এ যায়।

pump থেকে treatment plant-এ যায়

- Public water suppliers provide water to →
  - domestic
  - Commercial
  - Industrial users.

- Provides water to at least 25 people or has a minimum of 15 service connections.
  main pipe থেকে building পর্যন্ত যাওয়ার জন্য pipe দ্বারা connect করা হয়।

Service connection: building connection to the community pipe.

Objective of public water supply:

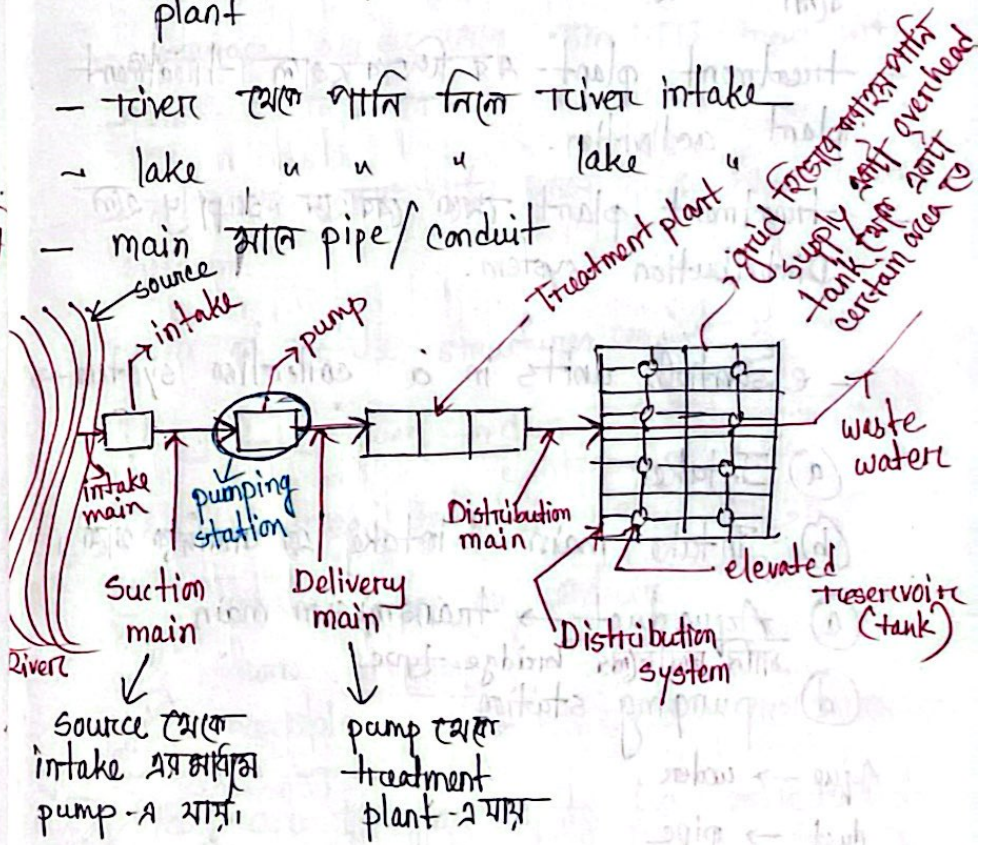
- To supply safe and wholesome water (quality)
  without any impurity
- To supply water in adequate quantity (quantity)
- To make easily available to consumers

V.V. 1st ২-১ লাইন small ques

Elements of Public Water Supply (PWS): (figure must)

1. Source of supply
2. Collection system / Intake
3. Treatment or purification plant
4. Distribution system

- river থেকে পানি নিলে river intake
- lake " " " lake "
- main মানে pipe / conduit



source থেকে intake এর মাধ্যমে pump-এ যায়।

pump থেকে treatment plant-এ যায়

V.V.I (2 marks)

Surface Water collection system :

- source থেকে treatment plant - এ পাঠানো পর্যন্ত engg. work কে collection system বলে।
- treatment plant - এর ভিতরে চলমান treatment plant activities.
- treatment plant থেকে বের হয়ে supply হল Distribution system.

...

- essentials units in a collection system →

(a) Intake
(b) Intake main → intake এর প্রধান pipe।
(c) Aque duct → transmission main
পানি চলাচলের bridge-type
(d) pumping station

Aque → water
duct → pipe

06.05.24

Lecture - 02 :

Intake :

- structure used for water collection
- surface water থেকে পানি নিয়ে treatment plant - এ নিয়ে যাবে
- নদী থেকে বাড়ির পানি আসা পর্যন্ত water-works system.
- Types of intake structures consist of →

(i) Intake tower → dam এর কাছাকাছি থাকলে water height constant থাকবে।
(ii) Submerged intakes → পানির নিচু থাকবে
(iii) Intake pipes or conduits
(iv) shore intakes
(v) moveable " → পানির উচ্চতা অনুযায়ী স্থানান্তর।

V.V.I (2nd year-2 তারা)
(*) What are the factors to be considered to design and locate the intake structures

Consideration for designing and locating the intake structures:

- The source of supply must be considered including the wide fluctuation in water level.
- Intake surroundings should be considered for example depth of water around intake.
- Characteristics of bottom, navigation requirements, the effect of floods and storm to the structure and scouring in the bottom are also considered
- The location with respect to the sources of pollution

Types of intakes for water collection:

- According to type of source →
  - (I) River intake
  - (II) Canal intake
  - (III) Reservoir intake
  - (IV) Lake intake

- Things to be considered →
  ① highest flood level
  ② lowest water level

River intakes : (figure must) 1st picture

- River intakes are constructed well upstream from points of discharge of sewage and industrial waste.

- for fluctuating river beds, intakes are mounted on carriages, that are able to move up and down on a free water surface.

- Sharulia intake station, takes water from Shitalakkha and transfers it into Sayedabad water treatment plant.
- penstock নদীর মাঝখানে রাখবো, কিন্তু pumphouse নদীর bank/dam - এ রাখতে হবে যাতে নদীর পাড় safe থাকে.
- screen বেশি দেয়া হয় factor of safety হিসেবে, pollution কমবে.
- treatment station-এ প্রথমে নির্দিষ্ট পরিমান পানি না গেলে কাজ করেনা.
- delivery main (sharulia to Sayedabad) আমাদের অনেক দূর canal (Wasa Conveyance canal)

09.05.24

Reservoir intake: (gravity dam এর picture মনে রাখতে হবে must)

- Dam দিয়ে reservoir তৈরি করে intake দিয়ে পানি তোলা হয়।
- নদীর আড়া বরাবর আড়াআড়ি dam বানাতে হবে।

  Accross the river → bank to bank স্রোতের perpendicular বরাবর

  along the " → স্রোতের অনুকূলে।
- penstock একটু dam এর কাছাকাছি রাখতে হবে যেখানে পানি একটু ঢেকি থাকবে।
- intake level নিম্ন water level-এ দিতে হবে যাতে সেগুলো situation-এ পানিপাওয়া যায়।
- lowest water level এর নিচে outlet দিতে যাতে pump না লাগে।
- gravity dam → masonary dam or spillway
- BWDB → water level মাপার

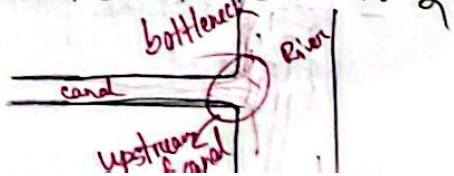
Lecture-03:

Lake intake:
→ artifical lake

- submerged intake → lake এর width বরাবর একটি পানির নিচে রাখা হয়।
- bell mouth থেকে পানি তুলে আনার জায়গা হচ্ছে sump well.

Canal intake:
→ artificial

- for small town a nearby irrigation canal can be used as a source of water.
- intake well is located at the bank of the canal.
- canal should lie on upstream and downstream side of the intake to prevent erosion of sides and bed of canal.
- bottle neck এ intake দেয়া যাবেনা আরেকটু ভিতর দিতে হবে



Intake design consideration :

① Intake velocity →

- velocity below 0.3 fps allows fish to escape, reduces ice problems and reduce entertainment of suspended matter

② Intake port location →

- fluctuating water level এর জন্য control করতে হবে।
- topmost port not less than 2m below water surface
- bottom port at least 1 m above bottom.

③ Gates →

- sluice gates is used to control flow.

④ Control of ice →

- keep intake ports sufficiently below water level

⑤ Screening →

1. Coarse screen: (outer side)
   - bar racks with (2-3)" clear spacing
   - should be installed in the outside
2. fine screen: (sand, silt, abrasive material) (middle ?)
   - to remove smaller objects that might damage pumps.
   - heavy wire mesh having 0.25" square opening
   - design velocity 0.4 – 0.8 m/s. কারণ হলে ছিড়বে।
   - travelling screen
3. Microstrainers: (সবার inside)
   - to remove plankton and algae
   - fine wire mesh
   - Slime build up পিচ্ছিল আবরণ

Scanned with CamScanner

Intake main & transmission main :

- A pipeline must be used to deliver water from the source to the treatment plant
- pipeflow এর সময় minimum velocity, max velocity maintain করতে হয়।
- The conduit may be submerged pipe or tunnel.
- A submerged pipe should be protected →
  - by

Lecture-04: 16.05.24

Surface water treatment — Treatment units :

- In case of surface water,
  1. turbidity
  2. Color
  3. taste
  4. Odor
  5. microorganisms (bacteria)
- Ground water from wells may be treated to reduce,
  1. hardness → Ca, Mg এর পরিমাণ বেশি থাকে।
  2. iron
  3. Corrosive qualities (alkanity)
     ↳ Carbonate system দ্বারা হয়।
- natural water-এ bi-carbonate, carbonate থাকে।

Scanned with CamScanner

- The type of treatment required depends on →
  1. physical
  2. chemical
  3. biological characteristics of water

- The most common steps in water treatment are clarification and disinfection.

- Clarification involves →
  1. পানি থেকে turbid particle অপসারণ করা যাতে পানি clear হয়।

  Sedimentation process →
  (1) plain → suspended particle এর জন্য
  (2) Chemical → colloidal " "

  2. filtration to remove visible impurities and make the water acceptable to the consumers.

- color হচ্ছে result → কোনো pollutant পানিতে থাকলে তার জন্য color হয়।

- Disinfection means destruction of pathogenic organisms to make the water safe.

- Commonly used water treatment methods are →
  1. Screening → ছাঁকনি দ্বারা বড় particle অপসারণ
  2. sedimentation
  3. Chemical treatment
  4. Sand filtration → sand bed use করে
  5. disinfection

- Some of the treatment process/unit operations for removal of specific impurities are →
  · সেগুলো উপরের method দ্বারা remove হয়না
  1. Aeration → anaerobic condition এর water থেকে বাতাস এর সাথিকে odor remove করা
  2. Water Softening → hardness remove করা
  3. Arsenic removal
  4. Iron "
  5. Activated carbon application

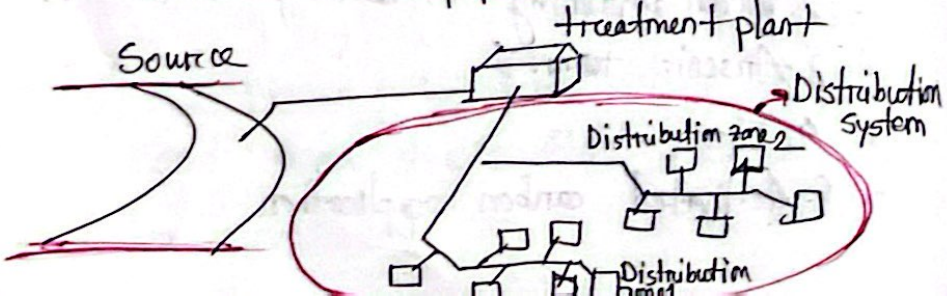
Scanned with CamScanner

6. Fluoridation and de-fluoridation
7. Demineralization
8. Desalination

L-2

Water distribution system : treatment এর পর distribution হয়।

- The distribution system is that part of water works which →
  - receives the water from the pumping station from conduits by gravity flow and
  - delivers it throughout the district to be served.
- Distribution system comprises a network of pipelines.



- Water distribution system is designed to adequately satisfy water requirement for a combination of →
  1. Domestic
  2. Commercial
  3. Industrial
  4. Fire fighting purposes

Fire fighting demand must be greater than domestic demand

এতে আগুন লাগলে পানির supply যাতে ঠিক মতো চলতে থাকে আগে আগে দেখা যায় তা ensure করা উচিত।

V.V.Imp

Requirement of good water distribution system:

- A good distribution system should satisfy the followings →
  1. Adequate water pressure at the consumers tap for a specific flowrate.
  2. Pressures should be great enough to adequately meet fire fighting needs.
  3. At the same time, pressures should not be excessive because development of the pressure head brings important cost consideration and as pressure increases leakage increases too.

Scanned with CamScanner

note: In tower buildings, it is often necessary to provide booster pump.

4. Purity of distributed water

5. Maintenance of the distribution system should be easy and economical.

6. The layout should be such that no consumer would be without water supply, during the repair of any section of the system.

7. capable of supplying adequate water during fire fighting.

8. It should be fairly water tight as to keep losses du to leakage.

Criteria for good water system.

Means of water distribution/supply;

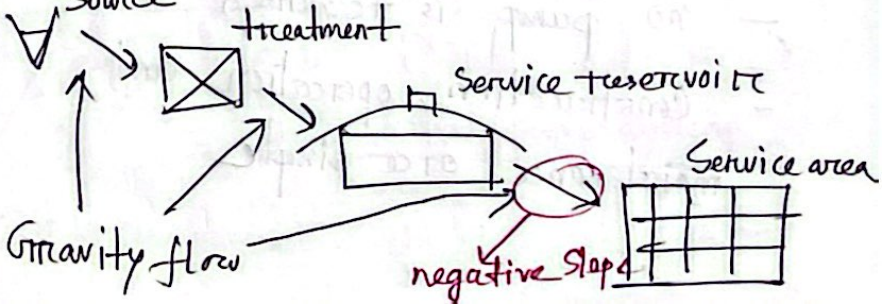
- Canals
- Tunnels
- pipelines.

Water distribution method: (figure 5.2)

- Depending upon the level of source, topography of the area and other local conditions → same level → gravity flow, different → pump

1. Gravity flow system (free-flow conduit)
2. Direct pumping " (pressurized pipelines)
3. Combined gravity and pumping system

Gravity flow:



- free flow conduits (canals, aqueducts and tunnels) are preferred in hilly areas where the required slope of the conduit more or less coincides with the slope of the terrain.

land এর slope = gravity flow slope

→ then it is economical.

- The water head available at the consumer is just minimum required.
→ খুব বেশি উপরে যাবেনা এতে বেশি pressure এ পানি দিতে পড়বে।

- কোনো pump use করা হয়না।

Advantage:

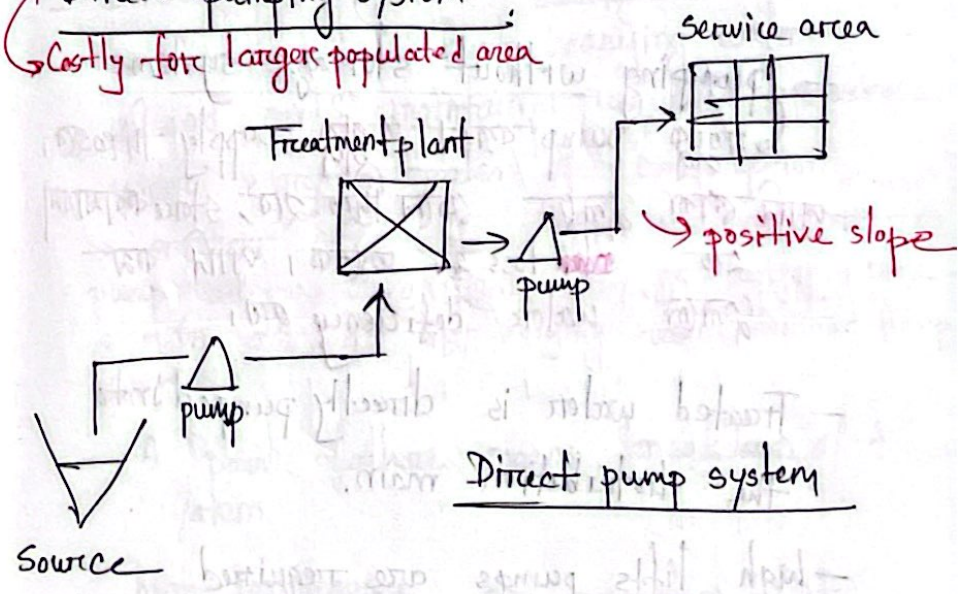
- Requires no energy
- no pump is required
- Construction, operation and maintenance are simple

Lecture-05: 23.05.24

Disadvantage:

- Not applicable in those countries where an elevated source of water supply is not available.
- Water loss by leakage and wastage is comparatively higher → pipe সবসময় under pressure এ থাকবে বলে gravity flow control করা যায়না।

Direct pumping system:
→ Costly for larger populated area



Direct pump system

- for small community water supplies through pressurized pipelined (direct pumping) are most common. Since they are not very limited by the topography of the area to be traversed (পরিচালনা).
- requires huge pumping and energy.
- level of water source is at the same height or lower from the service areas
- pumping without storage system.
  ↳ যতটুক pump করবো ততটুক supply দিতে হবে, পানি জমিয়ে রাখলে ফেলে দিতে হবে, storage করা যায়না এতে loss হয় অনেক। পানি কম চললেও water deficiency হবে।
- Treated water is directly pumped into the distribution main.
- high lifts pumps are required
- if power supply fails, complete stoppage of water supply.
- not generally used, since system is expensive as well as less effective

Advantages:

- water can be pumped when required
- low water loss due to system leakage.

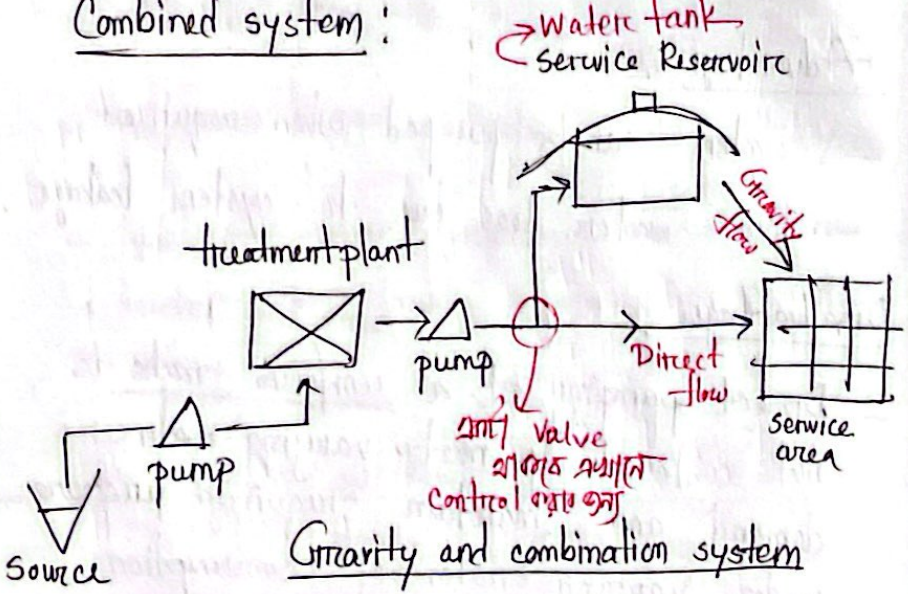
Disadvantages:

- Direct pumping at a uniform rate is not able to meet varying water demand and maintain required pressure under varying rates of consumption.
  ↳ সবসময় একই rate-এ পানি use করা হয়না, যা pump address করতে পারেনা কারন যে uniform rate এ পানি চলে, এটা দ্বারা varying water demand-fillup করা।
- A power failure means breakdown of the system.
- high maintenance and operation cost.

Scanned with CamScanner

- may cause water contamination during non-pumping hours.
→ দূষিত বাতাস প্রবেশের কারণে pumping hour এর পানি দূষিত হবে।

Combined system:

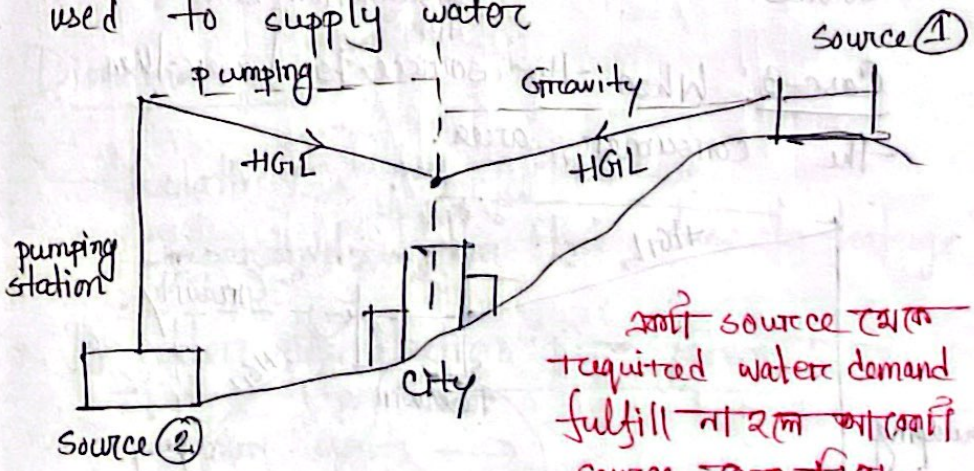


Gravity and combination system

- most common system
- Treated water is pumped and stored in an elevated distribution reservoir
- Then supplies to consumer by action of gravity.

- The excess water during low demand period is stored
- pump বন্ধ হলে reservoire থেকে পানি supply দেয়া যাবে।
- downward slope (negative) ⟶ gravity
- positive slope (upward)/same slope ⟶ pumping

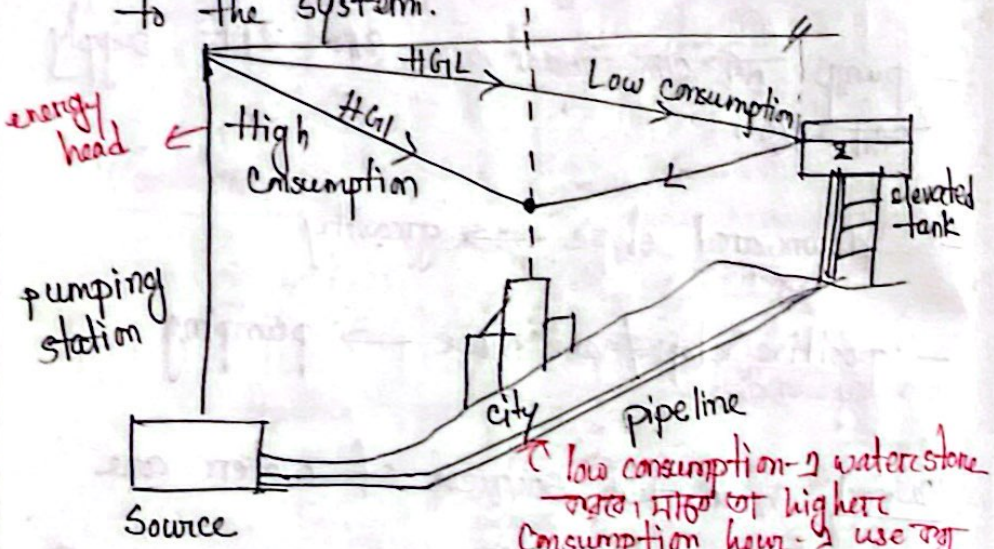
Case-1: When two sources of water are used to supply water



এটি source থেকে required water demand fulfill না হলে আরেকটি source থেকে নিবে।

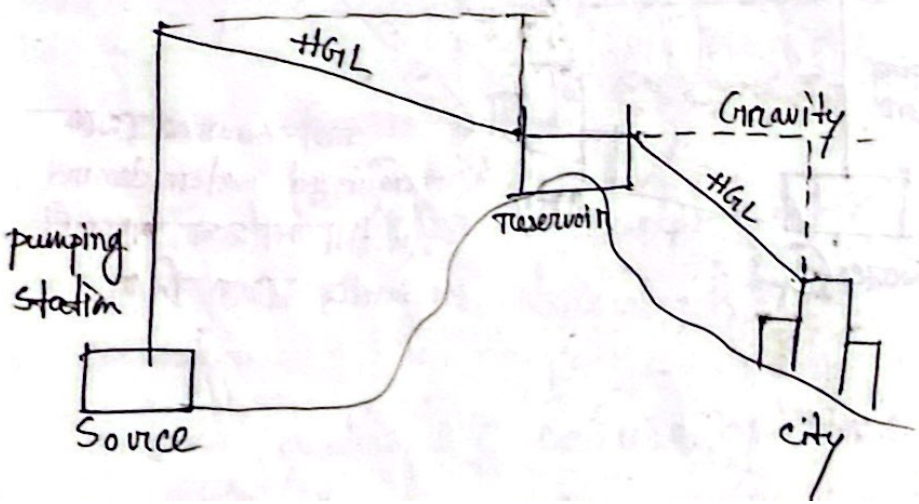
direct pumping এর option এখানে।

Case-2: In the pumped system sometimes a storage (elevated) tank is connected to the system.



Low consumption-এ water store করে, সাইফন or higher Consumption hour-এ use করা যায়।

Case-3: When the source is lower than the consumer area.



Advantages:

- The system is more reliable and cope with fluctuation of water demand
- The pumps can be operated at rated capacity, resulting in higher efficiency and economy of operation.
- Reasonable pressure can be maintained with varying water demand and there is no possibility of inflow of polluted water in system.

Disadvantages:

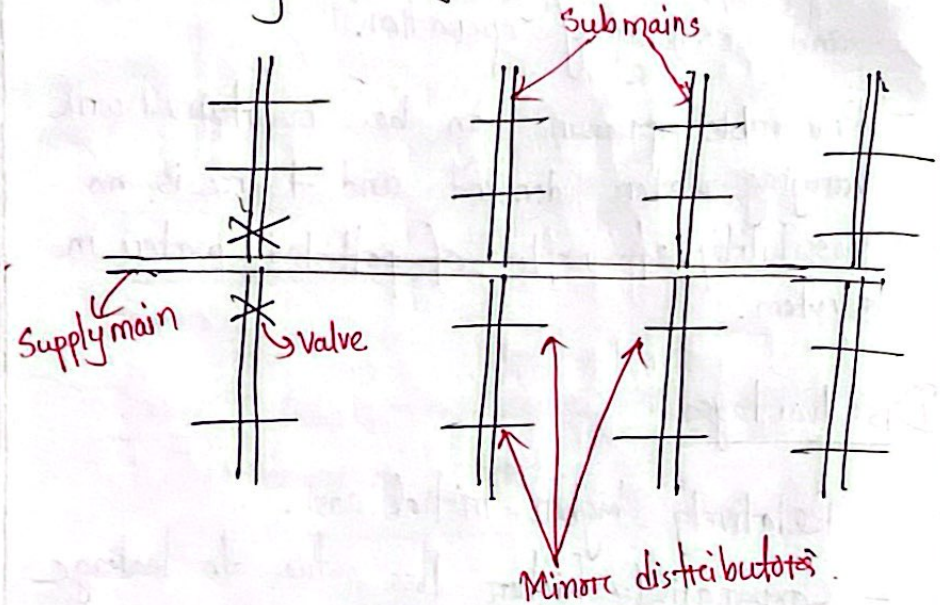
- Relatively higher initial cost.
- Comparatively higher loss due to leakage

Water distribution pipe system:

- four units →
  1. Supply main
  2. Sub-main
  3. Minor distributors
  4. Valves.

Supply main : → treatment plant থেকে পানি আসবে।

- direct conveyor of water from the pumping plant or the gravity conduit.
- It should be of different size to carry the flow.



Submain :

- may be placed at about 1000 ft apart
- secondary main
- supply main এর দুইপাশেই থাকে।

Minor distributors / branches :

- submain এর perpendicular
- make up the grid iron of pipes.
- বাসা থেকে ওয়াসা পর্যন্ত পানি আসার connection হচ্ছে service pipes.
- supply pipe থেকে home owner রা পানি collect করতে পারেনা। minor distributors থেকে collect করে।

Valves :

- used to control water flow in a network
- একসাথে অনেকদিকে পানির line চালু সেখানে valve use করবো।

Scanned with CamScanner

Lecture-06 : 30.05.24

Layout of water distribution network :

- The distribution pipes are generally laid below the road pavements and as such their layouts generally follow the layout of roads.

Types/ Configuration of distribution network : (difference, comparison, figure সহ আলোচনা)

(a) Branched distribution with dead end/ Tree system.

(b) Looped dist. network
- Grid system
- Ring "
- Radial "

(c) Combination of dead end and loop network.

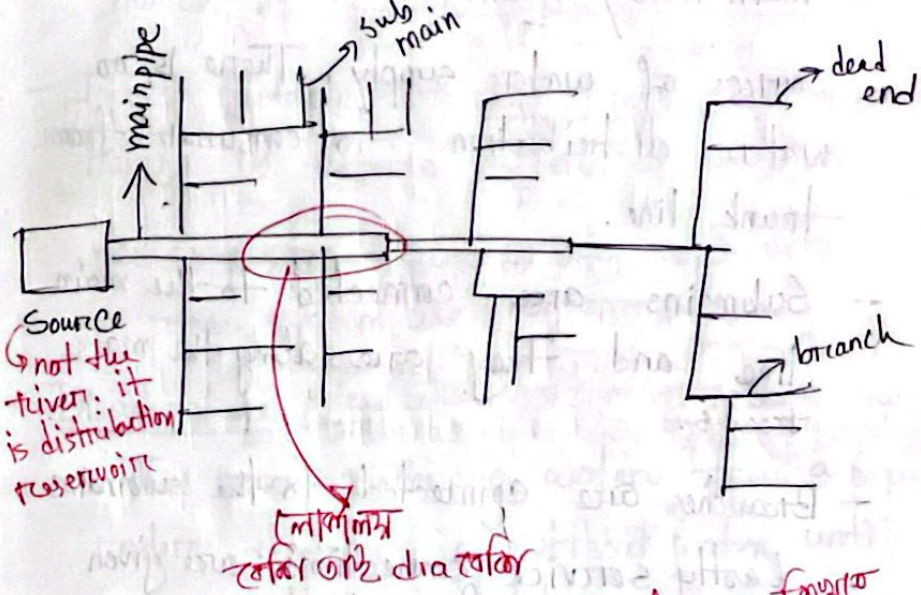
(d) What are the advantages/disadvantages of Tree system over loop network?

এরকম Question আসবে। Answer table আকারে লেখা যাবেনা।

V.V.Imp

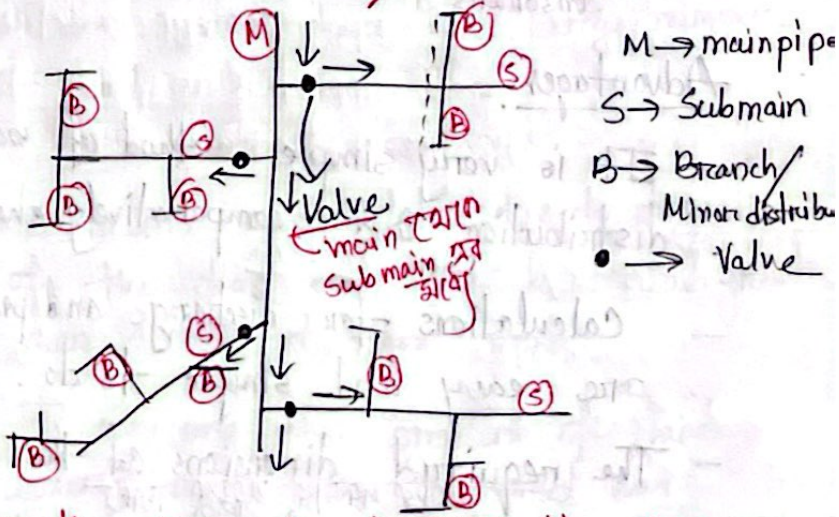
advantage, disadvantage এর আলো আলোচনা লিখবে। Compare করে হবে, para হিসাবে লিখতে হবে।

Branched distribution network : (figure must)



লাগানোর কোন তাই dia কোন

Dead end / Tree system : এই figure লিখতে হবে।



- main line থেকে direct কোনো line, Consumer end-এ যায় না। main line-এ কোনো Valve থাকবেনা।

- main line / trunk line is the main source of water supply. There is no water distribution to consumers from trunk line.
- Submains are connected to the main line and they are along the main roads.
- Branches are connected to the submains
- Lastly service connections are given to customers (Consumers) from branches.

Advantages:

- It is very simple method of water distribution and comparatively cheaper.
- Calculations for discharge and pressure are easy and simple to do.
- The required dimensions of the pipes are economical.

- This method requires comparatively less number of cutoff valves.
- It is suitable for old towns and cities having no definite pattern of roads

new city হলে → grid এর হলে তাই এটা three system use করা যাবেনা।

Disadvantage: - main pipe এ কোনো valve নাই তো dead end এ গেলে পানি back-flow হবে main pipe এ নতুন supply দিলে polluted হবে।

- The areas receiving water from a pipe under repair is without water until the work is completed.
- in this system there are large number of dead ends. এক কারণে অতিরিক্ত পানি ফেলে দিলে এখানে হলে bacteria attack করে।
- Sediments accumulate due to stagnation of the dead end and bacterial growth may occur at these points. পানি খুব বেশি থাকা
- To overcome the problem of standing water, drain valve is used and for this the water is wasted in a large amount

- It is difficult to maintain chlorine residual at the dead ends of the pipe.

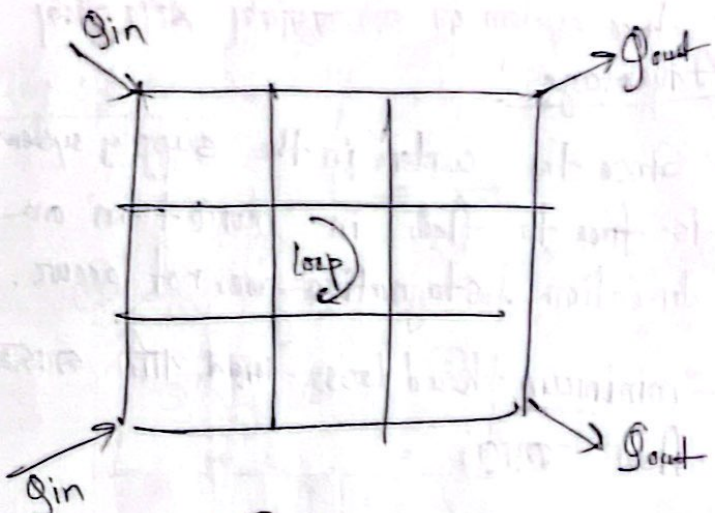
- Water available for fire-fighting will be limited since it is being supplied by only one water main.

- The pressure at the end of the line may become undesirably low as additional areas are connected to the water supply system.

- পানিকে আবার filter করতে হয় কারণ pipe leakage এর কারণে পানিতে extra bacteria ঢুকে যায় যা residual chlorine দ্বারা remove হয়না।

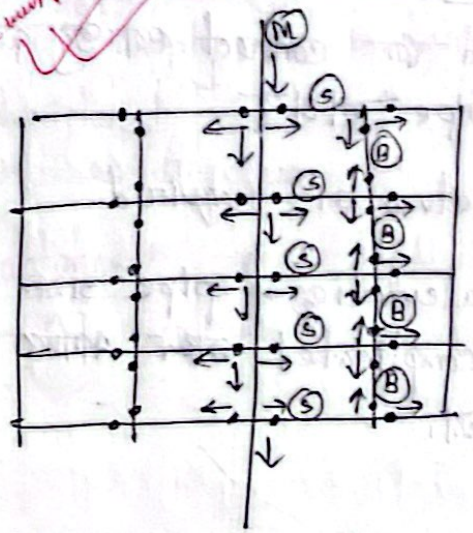
Looped / Grid system :

- branching system এর difficulty overcome করে।



Grid-iron system

figure must



- In Grid culture, all grid has no dead ends.
- water can reach at any point

free system এর সব অসুবিধা মোচন করে

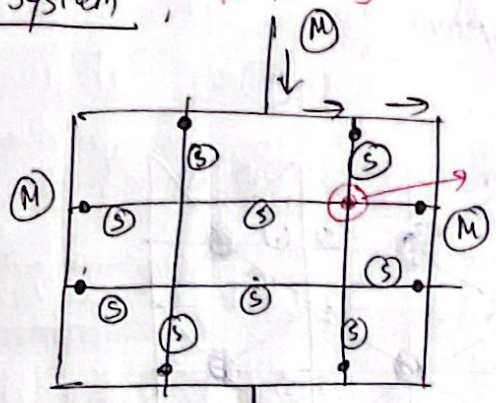
Advantage :

- Since the water in the supply system is free to flow in more than one direction, stagnation does not occur.
- minimum head loss করে পানি সরবরাহ flow করবে।

Disadvantage :

- dead end কে connect করার জন্য additional অনেক pipe লাগবে
- more valves are required
- the calculation of pipe sizes are more complicated করে Accurate flow হয়না।

Ring system : ঘনবসতি এলাকায় ব্যবহৃত



যেকোন point-এ পানির দিক দুদিক থেকে পাইপ পাওয়া যায় (loop system)

main pipe dead end এ শেষ হয়ে যাবে

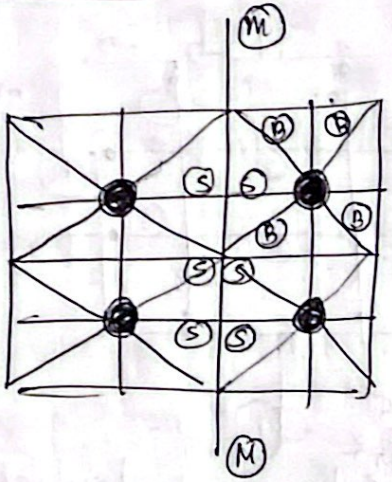
M

- The supply main is laid all along the phuripheral roads and submains are used as branches.

Advantages :

-

Radial system :



Advantage :

- Radial distance short এবং quick supply পাওয়া।

Combination of dead end :

fire hydrant :

- main function → provide water for fire fighting

L-3 → গত ক্লাসের এই Azam sir এর topic

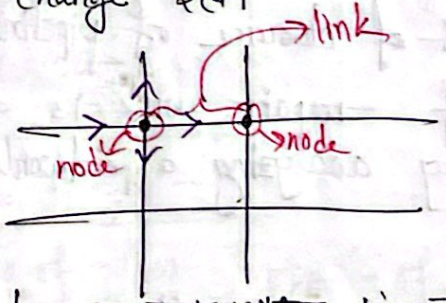
Lecture-07 :

06.06.24

L-4

Significance/purpose of pipe network analysis :

- A pipe network is analyzed for the determination of the nodal pressure heads, head loss and the link discharges.
- As the discharges withdrawn from the network vary with time, it results in a continuous change in the nodal pressure heads and the link discharges.
- pipe লম্বা-বরাবর সব জায়গায় জোড়া দিলে। এটাকে আর junction point কে joint বলি। node বলে। node-এ flow direction change হয়। pressure distribution ও change হবে।



(→) link discharge

- দুই node এর মাঝখানের pipe কে link.

- The network is analyzed for the worst combination of discharge withdrawals that may result in low-pressure heads in some areas.

low pressure ⟶ inadequate water supply

- It is also required to identify pipe links that would be closed in an emergency to meet firefighting demand in some localities due to limited capacity of the network.

- কোন কোন cutoff valve বন্ধ করলে within the shortest possible time পানি যাতে পাওয়া যায় or ensure করতে হবে।

- The effect of closure of pipelines on account of repair work is also studies by analyzing a network.

Hydraulic analysis of water distribution system

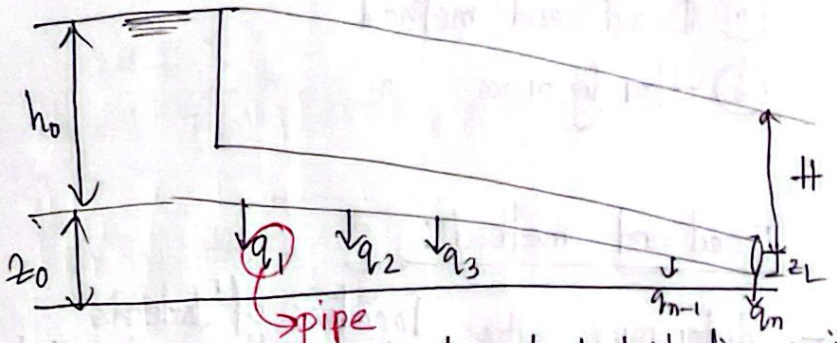


fig: A gravity sustained distribution main

$h_0 + z_0 - z_L = H$ → headloss + residual pressure

- A pumping distribution main,

$h_0 = H + z_L - z_0 + \text{Head loss}$

Distribution main:

node = n

∴ link = n − 1

Discharge, Q_j =

$i_L = j_L + k_L - 1$

i_L = no of pipes ; k_L = no of loops

j_L = no of nodes

Scanned with CamScanner

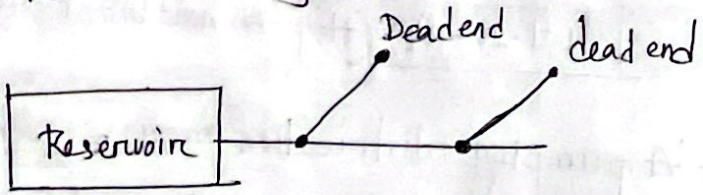
Pipe network method :

(a) Dead end method

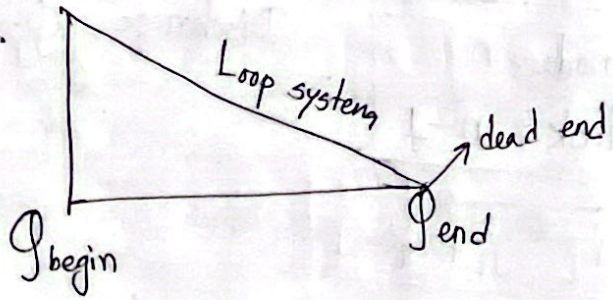
(b) Hardy cross "

Dead end method :

- determine the locations of 'deadends' providing that water will be distributed in the shortest way



loop system কে dead end-এ convert করার সাধারণ উপায় :



H_L calculation according to Darcy-Weisbach :

$Q = AV$

Volumetric flow/discharge $= \frac{\pi}{4} d^2 V$ → avg velocity of flow.

$$H_L = \frac{fLV^2}{2gD}$$

L = pipe length

f = coefficient of surface resistance

$$H_L = \frac{8fLQ^2}{\pi^2 g D^5}$$ → math-এ সহজে use করবে। কারণ demand (Q) জানতে হবে।

H_L calculation according to Hazen-williams :

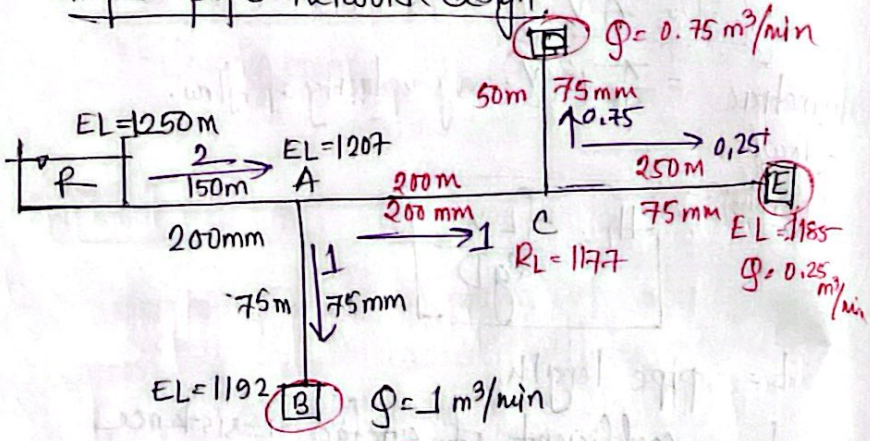
$$H_L = K \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

$$K = \left(\frac{1}{0.278\, C\, D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$$

D → dia

Example :

Simple pipe network design :



B, D, E ⟶ তিনটি supply জংশনে।

Solution :

$$Q = 1 + 0.75 + 0.25 = 2 \ m^3/min$$

– $Q = AV$ দিয়ে V বের করবো এক pipe এর।

Residual pressure ⟶ head loss বাদ দিয়ে যেই pressure.

Hazen-williams : C ⟶ minimum value 100 (Ques-এ যা দেয়া থাকবে সেটা নেবো)

$$h_L = 10.68 \frac{L(m)}{D(m)^{4.866}} \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85}$$ (Q → m^3/s)

friction factor (120 থেকে 100 এর)

– প্রত্যেকটা node-এ residual pressure বের করতে

– Reservoir pressure = atmospheric pressure = zero (0)

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

($v_1 = 0$, $v_2 = 0$; loss negligible ধরা হয়েছে তাই বাদ)

$$\Rightarrow z_1 + h_1 - z_2 - h_L = h_2$$

pressure head = residual pressure

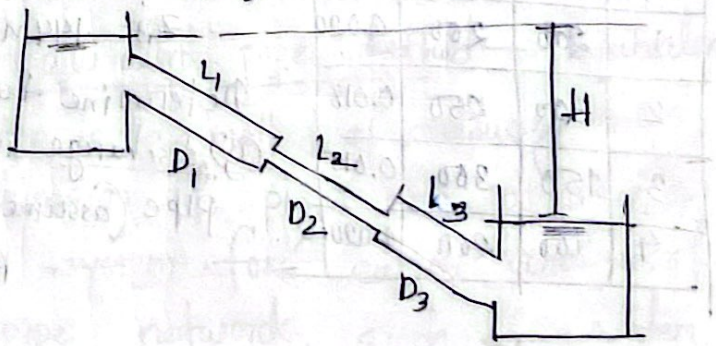
(সব loss হওয়ার পর যেই pressure / head পাবো)

Combined pipe :

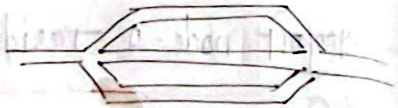
pipe in series :

Discharge, $Q = A_1V_1 = A_2V_2 = A_3V_3$

Head loss, $H_{L(total)} = H_{L_1} + H_{L_2} + H_{L_3}$



piper in parallel:



Discharge, $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

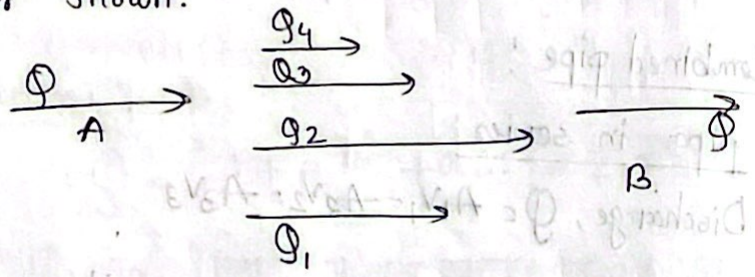
$h_L = h_{L_1} = h_{L_2} = h_{L_3}$

Lecture – 08: 27.06.24

V.V.Z এর মধ্যে সম্পর্ক আছে

Example: (parallel pipes)

four pipes are connected in parallel as shown.



Pipe	L (m)	D (mm)	f
1	200	250	0.020
2	300	250	0.018
3	150	300	0.015
4	100	250	0.020

If $Z_A = 150m$,

$Z_B = 144m$

Determine the (a) discharge in each pipe (assume $P_A = P_B = P_{atm}$)

Sol: parallel এর head সমান

$Z_A - Z_B = h_f = h_{f_1} = h_{f_2} = h_{f_3} = h_{f_4}$ (neglect minor loss)

$Z_A - Z_B$ এর মধ্যে difference head loss, h_f এর মধ্যে pressure head same এবং velocity head neglect করা হয়েছে।

$\Rightarrow 150 - 144 = 6 = h_{f_i} = f_i \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{V_i^2}{2g}$ [Darcy–Weisbach

$H_L = \frac{fLV^2}{2gD}$

But, $V_i = \frac{Q_i}{A_i} = \frac{Q_i}{\frac{\pi}{4} \times D_i^2}$

$\therefore 6 = \frac{8 f_i L_i Q_i^2}{\pi^2 g D_i^5}$ → এই formula আরোপরি লিখলেরব

Substitute for pipe 1, 2, 3, 4

$Q = 0.0762 + 0.1146 + 0.28 + 0.1078 = 0.57$ m^3/s

Hydraulic analysis of water distribution system:

(b) **Equivalent pipe method** → Equivalent pipe is a method of reducing a combination of pipes into a simple pipe system for easier analysis of a pipe network, such as a water distribution system.

Scanned with CamScanner

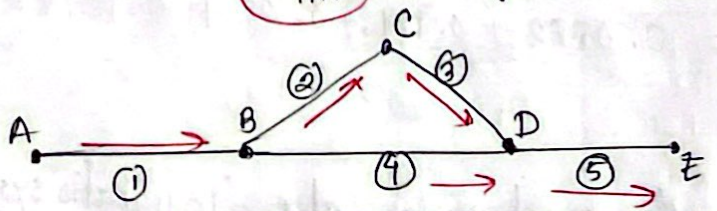
— বিভিন্ন dia এর pipe কে একটা dia তে convert করা।

— বিভিন্ন length এর pipe কে একটা length এ নিয়ে।

Example: Determine the length of a single equivalent pipe that has a dia of 8". → বলে method-এ করতে বলেছে

Use Hazen-Williams eqn.

assume, C_{HW} = 120 for all pipes → দেয়া না থাকলে 120 বা 100 ধরতে হবে।



Pipe	①	②	③	④	⑤
length (ft)	500	500	800	1000	700
Dia (in)	12	6	8	10	12

formula → $h_L = 10.67 \frac{Q^{1.85} L}{C^{1.85} D^{4.87}}$

formula 2টা তাই যেটা use করবে সেটা লিখে দিতে হবে। 10.67 টা use করবে

বলে দিবে ques-এ

pipe ② and ③ তে, $Q_2 = Q_3 = 800$ gpm (gallon per min)

⇒ ques-এ যদি শুধু $Q_2 = 800$ দেয়া থাকে তবে $Q_3 = 800$ হবে কারণ pipe ②, ③ series-এ আছে।

Soln: ① প্রথমে সবার Q বের করতে হবে
- যদি Q দেয়া থাকে h_L বের করতে
- " h_L " " Q " "

② সবার Q, h_L দেয়া থাকলে L বের করতে।

	P-②	③	
C	120	120	
L	500	800	ft
D	6	8	in
Q	800	800	gpm
h_L	28.49666	11.23213	ft

fps system-এটা unit এই করতে হবে unit change করতে হবে না।

∴ The total head loss is the sum of these two =

h_L total = 39.73 ft

B হতে D পর্যন্ত head loss কারণ parallel-এ head loss same তাই P-④ এর h_{L4} = 39.73 হবে।

for B to D, $h_L = 39.73$

equivalent pipe বানাবো ② and ③ এর

$Q = 800$ gpm

$D = 8$ inch

$C = 120$

$$L = \frac{h_L C^{1.85} D^{4.87}}{10.67 Q^{1.85}} = 2839 \text{ ft}$$

(D → equivalent D)



Q for pipe ④,

$$Q = \frac{h_L^{0.54} C D^{2.63}}{3.56 L^{0.54}}$$

(pipe ④ এর Original D use করবো)

D = 10 in
C = 120
L = 1000 ft

$= 2526$ gpm

$Q_{B-D} = 2526 + 800 = 3326$ gpm

(Q_4 → 2526, Q_{2-3} → 800)

D = 8 in

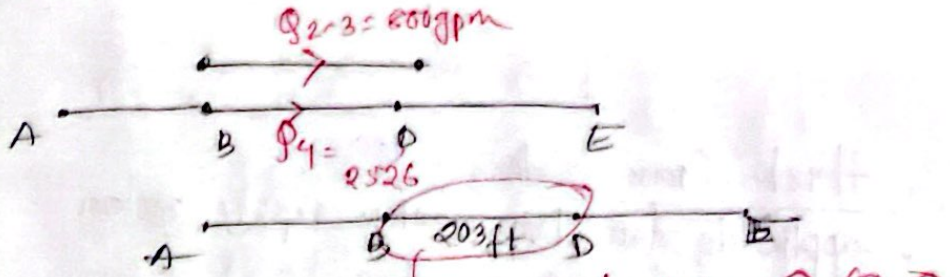
$Q_{B-D} = 3326$ gpm

$h_L = 39.73$ ft

$$h = \frac{h_L C^{1.85} D^{4.87}}{10.67 Q^{1.85}}$$

C = 12

$= 203$ ft



equivalent pipe ②, ③, ④

D = 8 in
L = 203 ft
Q = 3326 gpm
$h_L = 39.73$

$$h_L = 10.67 \frac{Q^{1.85} L}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

(D → Original dia দিয়ে pipe ①, ⑤ এর h_L বের করবো।)

—then যেসব h_L, equivalent D দিয়ে বের করবো

সব কিছু বের করে check দিতে হবে

Direction → two ⟶ ① ∴ pipe → 1-4-5

② pipe → 1-2-3-5

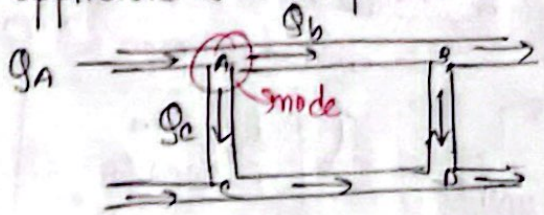
check → pipe → 1-2-3-5 এর h_L চেয়ে বেশি পাবো = pipe → 1-4-5 এর h_L চেয়ে বেশি পাবো

Scanned with CamScanner

L-5

Hardy Cross method :

- applicable for loop water supply system



$$Q_a = Q_b + Q_c$$

inflow = outflow at nodes

Energy eqn →

- আমরা জানি যখন কোন loop-এ total head loss 0 হয়।

clockwise → positive h_L
anticlockwise → negative h_L

$$\Sigma h_L (\text{loop}) = 0$$

This is called loop balanced

$$\Rightarrow \Sigma K (Q + \Delta Q) = 0$$

$$h_L = \frac{8fLQ^2}{\pi^2 g D^5} = K \cdot Q^2$$

$$H_L = K \cdot Q^{1.85} \cdot L \; ; \; K = \left(\frac{1}{0.278\, C D^{2.62}} \right)^{1/0.54}$$

Assumptions :

(i) Water is withdrawn from nodes only

(ii) Q, entering system = (+)
Q, leaving " = (−)

(iii) assume flows for each individual pipe in the network.

(iv) At any junction (node), as done for pipes in parallel.

$$\Sigma Q_{in} = \Sigma Q_{out} \Rightarrow \Sigma Q = 0$$

positive connection (+)
negative " (−)

Darcy-weisbach :

$$h_L(pipe) = KQ^n \; ; n=2 \; ; \; K = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5}$$

এটা দিয়ে K বের করতে

Exponential friction formula of Hazen-Williams :

$$h_L(pipe) = KQ^n \; ; n=1.85 \; ; K = \frac{10.67L}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

apply করবোনা

Correction factor :

$$\Delta = \frac{-\Sigma K Q_0^x}{\Sigma x K Q_0^{(x-1)}} = \frac{-\Sigma h_f}{x \Sigma \frac{h_f}{Q}}$$

for Darcy weisbach $x=2$

$$\Delta = \frac{-\Sigma h_f}{2\Sigma \frac{h_f}{Q}}$$

$h_f = KQ^x$

$\frac{h_f}{Q} = \frac{KQ^x}{Q}$

$\frac{h_f}{Q} = KQ^{x-1}$

Example :

$f = 0.02$

$L_1 = 300\,m$, $D = 150\,mm$, K_1 = দেয়া থাকবে = 6528 s^2/m^5 (Rounding করা যাবে, decimal-এ রাখা যাবে।)

$L_2 = 200\,m$, $D_2 = 150\,mm$, K_2 বের করতে হবে = 43525 s^2/m^5

$L_3 = 300\,m$, $D_3 = 150\,mm$, $K_3 = 6528\ s^2/m^5$

$L_4 = 200\,m$, $D_4 = 150\,mm$, $K_4 = 4352$

$0.6\ m^3/s$ → ① → ② → ③ → $0.6\ m^3/s$

④ থেকে বের হচ্ছে

Pipe ①, ② → (+)

Pipe ③, ④ → (−)

Pipe ① দিয়ে যা যাবে ② দিয়েও তাই যাবে। same for pipe ③, ④.

Pipe	flow in pipe, Q (m^3/s)	K (s^2/m^5)	$h_f = KQ^2$ (m)	$2h_f/Q$ (s/m^2)	Corrected flow, $Q = Q + \Delta Q$

নেগেটিভ করতে হবে

Sign consider করবো (all positive)

Sign consider করতে হবে।

$\Delta = 0$ হলে আর Correction করতে হবেনা

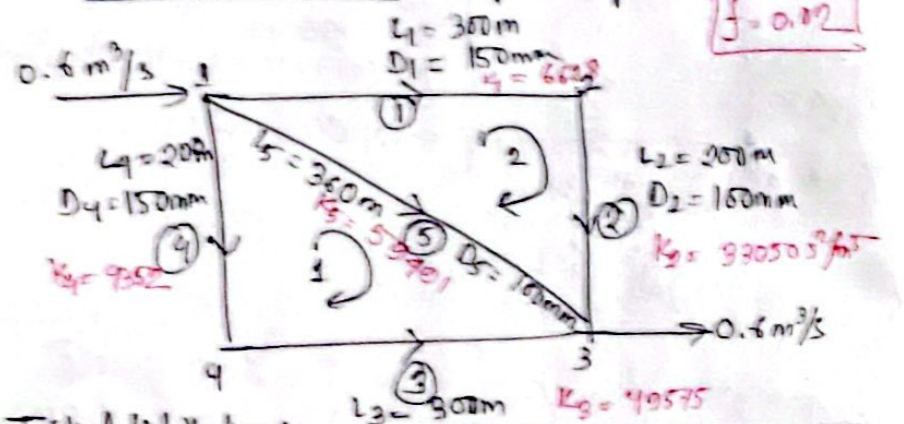
যতক্ষণ না $\Delta = 0$ হয় ততক্ষণ trial দিতে হবে।

Lecture -09:

09.07.24

Problem-2 : Simple looped network

$f = 0.02$



Initial distribution :

$Q_1 = 0.1\ m^3/s$

$Q_2 = 0.1\ m^3/s$

$Q_3 = 0.4\ m^3/s$

$Q_4 = 0.4\ m^3/s$

$Q_5 = 0.1\ m^3/s$

$$K = \frac{8fL}{g\pi^2 d^5}$$

$$h_f = KQ^2$$

Triangle -1 :

pipe → 3, 4, 5

Triangle-2 :

pipe → 1, 2, 5

Loop 1 : Iteration 1

Pipe	Flow, Q	K	h_f	$2h_f/Q$	Corrected flow $Q = Q + \Delta Q$
3	−0.4	40575	−7932	39660	−0.25
4	−0.4	9352	−6962	34816	−0.25
5	0.1	59491	59491	1189820	0.25
Total			−2402.2	550390.8	
Δ				0.15	

Loop 2 : Iteration 1

Pipe	flow, Q	K	h_f	$2h_f/Q$	$Q = Q + \Delta Q$
1	0.1	6628	65.28	1305.6	0.19
2	0.1	33050	330.5	6610	0.19
5	−0.25	59491	−8718.19	29745.52	−0.16
Total			−8322.41	37661.12	
Δ				0.09	

Scanned with CamScanner

Loop 1; Iteration 2

Pipe	flow q	K	Hf	$\frac{Hf}{q}$	$q = q + \Delta q$
3	-0.25	49575	-3098.44	24787.52	-0.21
4	-0.25	9352	-272	2176	-0.24
5	0.16	59491	152297	19037.13	0.2
Total			-1847.47	46000.65	
Δ				0.04	

Loop 1; Iteration 3

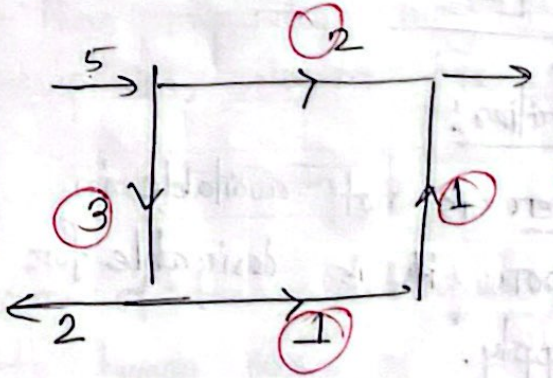
Pipe	q	K	Hf	$\frac{Hf}{q}$	$q = q + \Delta$
3	-0.21	49575	-2186.26	20821.52	-0.2
4	-0.24	9352	-191.92	1827.61	-0.2
5	0.18	59491	1927.51	21416.78	0.19
Total			-450.67	44066.11	
Δ			0.01		

Loop 2 : Iteration 2

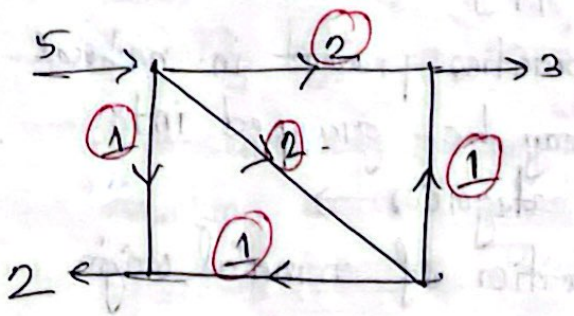
Pipe	q	K	Hf	$\frac{Hf}{q}$	$q = q + \Delta$
1	0.19	6528	235.68	2480.84	0.24
2	0.19	33050	1193.11	12559.05	0.24
5	-0.2	59491	-2379.64	23796.4	-0.18
Total			-950.85	38836.29	
Δ			0.02		

CT syllabus

⇒ Lecture 4, 5 (Only math)



প্রথম trial-এ কোনো pipe এর flow 0 হবে যাবেনা।



Scanned with CamScanner

Loop 2 : Iteration 3

Pipe	Q	K	h_f	$\frac{2h_f}{Q}$	$Q = Q + \Delta$
1	0.24	6528	287.88	2741.71	0.22
2	0.24	33050	1457.51	13881.05	0.22
5	-0.19	504191	-2147.63	22606.63	-0.18
Total			-402.24	39229.39	
Δ			0.01		

L-6

Water impurities :

- Pure water is not available in nature (H_2O) nor it is desirable for water supply.
- The impurities present in natural water may be grouped into following catagories →
  (I) Impurities of mineral origin
  (II) Impurities of organic origin
  (III) Living impurities — bacteria, algae
  (IV) Radioactive impurities — Radioactive component
- Different parameters test is done for understanding the quality of water.
- পানিতে mineral থাকা মানে impurity থাকা। (Cl^-, $CaCO_3$, Mg^{2+})
- These impurities may be present in suspension, solution এবং pseudo-solution.

Chart লাগানো

- Some of the water quality parameter respon to human senses of sight (turbidity, color), taste (salty offensive) and smell (odor)
- The presence of pathogens and poisons in drinking water cannot be identified by human senses. These are greater importance in water supply.

Scanned with CamScanner

Basic requirement of Drinking water:

(8) Write down the criteria of drinking water.

- Be completely free of pathogenic microorganisms that can cause disease.
- Contain no element or compound in concentrations that can cause acute or long term adverse effect on human health.
- Be fairly clear and aesthetically acceptable i.e low turbidity and color
- Not be saline to cause salty taste
- Contain no compounds that can cause an offensive taste and odor
- Not cause corrosion (পানিতে Fe থাকলে হয়), scale formation discoloration or staining.
- Not have a temperature unacceptable to the consumers

- scaling হয় hardness এর জন্য; Ca^{2+}, Mg^{2+} এর জন্য।
- Scaling এর জন্য discoloration হয় →
  লালচে হয় → আয়রন থাকলে
  কালচে " → Mn^{2+} থাকলে
- গরম পানি খেতে ভালো লাগানো কারণ অধিকতর level বাস থাকে।

Bactericidogical Quality of water:

- pathogen → মারা disease তৈরি করে। এটা test করানো হয় fecal coliform (fc) test দ্বারা।
- The most important parameter of drinking water quality is the bacteriological quality (presence of pathogens)

Lecture-10 : V.V.I 08.07.24

Color : Significance + Source → পড়তে হবে অবশ্যই

Source of color : Color in water is primarily due to

- 10 TCU → 1 color এর 10 times darker হবে।

Type - 2টি

① True color → dissolved particle এর জন্য

② Apparent color → suspended particle এর জন্য

আয়রন → লালচে

Cu → কালচে

PTU : 1 লিটার পানিতে 1 mg Pt dissolved করলে যে color হবে তা 1 PTU.

Turbidity :

- Suspended particle দ্বারা হয়।
- Turbidimeter use করা হয়
- Unit NTU
- disinfection করার আগে Turbidity remove করতে হয় কারণ bacteria suspended particle কে আশ্রয় হিসেবে use করে যাতে তাদের খুঁজে পাওয়া যায়না। (hide করে) তাই suspended particle আগে remove করতে হয়।

Total Dissolved Solid :

- TDS comprises inorganic salts and small amounts of organic matter.
- salt, mineral, inorganic compound
- আয়রন পানিতে থাকলে corrosion হবে। ফেরাস যখন ফেরিকে পরিণত হবে তখন rust তৈরি করবে।

⊛ পানিতে কী থাকলে corrosion হয়?

- Ca, Mg পানিতে dissolve অবস্থায় থাকে।
- hardness, taste, corrosion, encrustation যার দ্বারা হয় তারা পানিতে dissolved অবস্থায় থাকে।

Scanned with CamScanner

- পানিতে সব কিছু dissolve particle থাকবে তা aquatic life এর জন্য ক্ষতিকর। যেটা irrigation - এও problem করে।

Excellent	TDS < 300 mg/l
Good	300 – 600 mg/l
fair	600 – 900 mg/l
Poor	900 – 1200 mg/l
Unacceptable	>1200 mg/l

Alkalinity : (pH dependent)

- Carbonate, bicarbonate alkalinity
- it is a measure of its capacity to neutralize acid. OH^- থাকলে strong base হিসেবে

$$H_2CO_3 \longrightarrow \underbrace{HCO_3^- + CO_3^{2-}}$$ weak acid

- কার্বনিক acid weak acid, এটা থেকে bicarbonate, Carbonate তৈরি করে।
- acid আসলে pH কমবে।
- How it can prevent the drop of pH → HCO_3^- acid হিসেবে 1 H নেয় → এভাবে buffer এর কাজ। CO_3^{2-} " " 2H " neutralize করে।

Hardness: (pH dependent)

- multivalent metallic cation দ্বারা হয়।
- সাধারণ ক্ষেত্রে → common ion effect এর জন্য
- hard water cause corrosion of piper
- 200 – 5000 mg/l → standard

Chloride :

- range 200 – 300 mg/l
- TC, FC test করার সময় condition হচ্ছে Chloride test করা (অনেক আগে)।
- A higher chloride content in inland water indicates sewage pollution.

Iron :

- mineral থেকে আসে
- surface water → Fe^{3+} → কারণ O_2 বেশি থাকে।
- Ground " → Fe^{2+} → groundwater → O_2 কম

Arsenic:

- geological formation
- Arsenic দুই form-এ থাকে।

dissolved form ← As^{3+} ⟶ Arsenite → ক্ষতিকর বেশি

As^{5+} ⟶ Arsenate → Non-dissolved

- As^{3+} কে O_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে As^{5+}-এ পরিণত করতে হবে।
- 0.05 mg/l → standated
- north area তে shallow tubewell-এ পাওয়া গেছে।

TC and FC:

Total Coliform →

- harmless microorganism
- 16 species of total coliform fund in soils.
- Characterized broadly by their ability to ferment lactose in culture

- একটি coliform থেকে 1টি colony তৈরি হয়।

Shanima Miss

Lecture-11 : 10.07.24

Fecal Coliform (FC):

- Can grow at higher temperature (44°C ~ 44.5°C)
- Number colony indicates কতটা coliform আছে।
- found in fecal waste of warm-blooded animal.
- Subgroup of total coliform
- total 6 species and E-coli is one of them.
- TC test করার পর FC test করতে হয়। TC zero (0) হলে FC test করার দরকার নাই

Water Quality standards :

- Water-এ যত বেশি pollutant থাকবে তত বেশি treatment করার খরচ এবং সময় লাগবে
- Raw water test করে বোঝা যায় treatment করার জন্য কী কী লাগবে
- Bangladesh standard, WHO follow করা হয়।

V.V.V.I.P

Water Treatment : অনেক ques আসবে এই slide থেকে

Objective:

① To produce an adequate and continuous supply of water that is chemically, bacteriologically and aesthetically pleasing.

Scanned with CamScanner

- More specifically water treatment must produ
  water that is
  - Palatable → physically fit

Scanned with CamScanner

Lecture-12:

11.07.24

L-7

Preliminary Water treatment:

(1) Screening: purpose + application + mechanism

purpose → These screens are used to remove rocks, sticks, leaves and other debris.

- Very small screens can be used to screen out algae in the water

mechanism → all objects are moved by physical size separations.

- mesh clean করতে হলে পানির flow backward দিতে হবে।

2 types →

(i) bar screen → to remove Large particles. (2-4)" wide between bars.

- unit এর মধ্যে আসবে... load (particle concentration) কমে যাবে।

(ii) Wire-mesh → gaps are about ½ inch. → to remove small particle

- Wire mesh যাতে না ছিড়ে যায় এজন্য velocity of water control করতে হবে। velocity must be 3.5 in/s.

(ii) Presedimentation: → primary তে যাওয়ার আগে preliminary তে sedimentation

gravity দ্বারা

P → to settle out sand, grit and gravel which will settle rapidly out of the water without the addition of chemicals

M → it depends on gravity

P → It will reduce the load on the coagulation/flocculation,

- presedimentation basins are used as a holding basin.
- homogenous হলে treat করা easy.

P → The purpose of this process is to make the chemical treatment phase

- particle settle করার জন্য কোনো chemical দিবো না, কিন্তু algae থাকলে chemical → $CuSO_4$, Cl^- use করে remove করবো

(III) Aeration :

- Aeration removes CO_2 and H_2S from the water (GW তে বেশি থাকে)
- anoxic → O_2 থাকেনা।
- It also oxidizes the iron and manganese
- Aeration is necessary for GWs that are anoxic.
- aeration causes better dissolution of oxygen into the water which remove →
  ① smell and water

(IV) Monitoring :

- flow measurement →
  ① to adjust chemical feed rates
  ② Calculate detention times (dose করতে সাহায্য করে)
  ③ Monitor the amount of water being treated.
- pH, turbidity, total alkalinity
- flocculation condition pH dependent, alkalinity dependent.
- যত বেশি turbid particle তত বেশি coagulant দিতে হয়।
- coagulant add করলে temp কিরকম হয়ে। temp কম থাকলে coagulant কাজ করেনা।

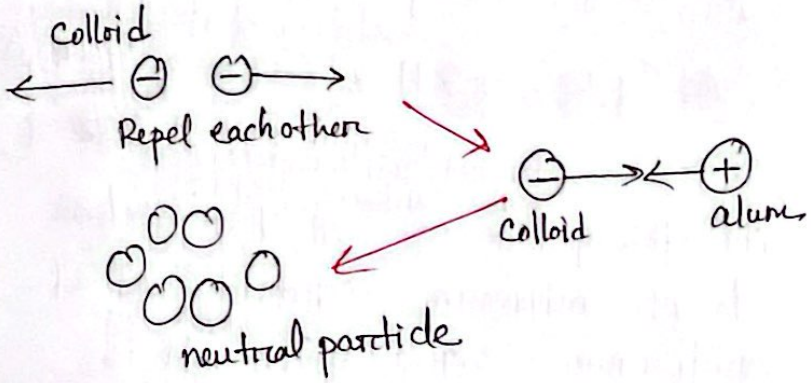
Raw Water → Coagulation → flocculation → sedimentation → filtration

Coagulation:

Objectives →

- The finer particles, such as colloidal minerals, bacteria and pollen do not settle in the raw water by gravity.
- এজন্য coagulent (→ alum) add করতে হয়, যাতে settle হয়।
- charge neutralization → destabilization of colloids
- rapid mixing leading to destabilization of colloids
- আস্তে আস্তে নাড়ালে যাতে particle কাছাকাছি আসার সুযোগ পায়।
- colloidal particle → ⊖ ve charged
- Alum → ⊕ ve charged
- Alum দেয়ার পর colloidal particle এর আহেস মিলে neutral particle হৈরি করবে। Colloidal particle-এর আহুয়ায় negative charge, charge হয়ে neutral হয়ে গেছে, stable ছিল unstable হয়ে গেছে।
- Charge neutralization → destabilization of colloids
- neutral হয়ে গেলে তারা আর আলাদা থাকবেনা।

① What is destabilization of colloids? How it is done?



Purpose →

- Coagulation removes dirt and other particles are suspended in water
- V.V.I for exam (এটা পড়তে হবে)

Mechanism → Alum → পানিতে দিলে $Al(OH)_3$ এরকমটা অধঃক্ষেপ পরে যা দিয়ে এজন্য colloidal particle এগুলোকে আঁটকে যায়।

- Alum and other chemicals are added.
- The combined...
- Coagulants generally used are →
  - (i) Iron(III) sulfate → $Fe_2(SO_4)_3$
  - (ii) Aluminimum " → $Al_2(SO_4)_3$

- natural water-এ bicarbonate থাকে
pH range-এর মধ্যে।

পানি থেকে পাবে
পানির pH - 6.5 to 8.5 এর মধ্যে থাকলে HCO_3^- dominant

V.V.I

$$Al^{3+}(aq) + 3HCO_3^-(aq) \rightarrow Al(OH)_3(s) + 3CO_2(aq)$$

is acidic because it reacts with water to make carbonic acid.

- At this pH values, $Al(OH)_3$ is close to its minimum solubility and at equilibrium very little Al is left dissolved in water.

- যখন $Al(OH)_3$ → gelatinous precipitate নিচু তাপমাত্রে তখন চারপাশের colloid particle নিয়ে নিচে পড়বে। neutral হয়ে নিচে পড়বে কিন্তু কোনো নতুন মেঘ তৈরি করবেনা।

- $Fe_2(SO_4)_3$ use করলে same mechanism হবে।

$$Fe^{3+}(aq) + 3HCO_3^-(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + 3CO_2(aq)$$

→ pH কমবে।

Lecture-13:

02.09.24

Flocculation:

- Coagulation process-এ যেই floc তৈরি হবে তা remove করা হয়।

- দুটো আলাদা chamber থাকে →
  (i) Coagulation chamber → rapid mixing হয় যেন ছোট floc তৈরি হয়
  (ii) Flocculation " → slow " " যাতে ছোট ছোট floc একসাথে মিশে বড় হয়।

- Stirring gentle হতে হবে যাতে →
  (i) floc ভেঙে না যায় এবং
  (ii) বড় floc তৈরি হয়

- Continuous mixing হবে।

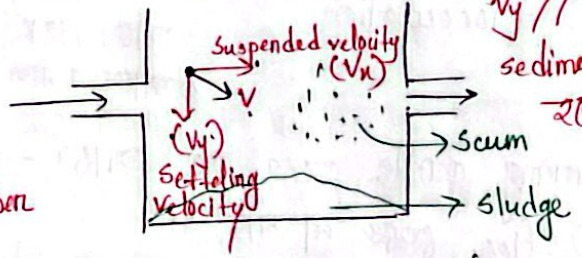
- যারা colloidal particle → suspended load and bacteria normally gravity এরকারণে settle হয় না তাদের দ্বারা floc তৈরি হয়।

- যত বেশি collision হবে floc তত বেশি তৈরি হবে। flocculation efficiency তত বেশি হবে।

Scanned with CamScanner

Sedimentation :

- flocculation - A floc তৈরি হওয়ার পর তা settle হবে sedimentation chamber - এ.
- কোনো stirring হয় না।
- sedimentation basin ⟶ clarifiers



Vy ≫ Vx হলে sedimentation হবে

Open chamber

- sedimentation chamber - এ floc পড়ার পর একটা particular velocity তে চলে। সেটা resultant velocity। এর দুটো component ① suspended velocity (Vx) horizontal ② settling velocity (Vy) vertical. Vy এর কারণে floc তে হবে Vx থেকে দেরি settlement হয়।
- যেগুলো নিচে জমা হবে সেগুলো sludge
- ॥ ভাসমান থাকবে ॥ Scum (Oily layer)
- ২ প্রকার phase ⟶ ① Solid phase
  ② liquid ॥
- sedimentation - এ solid part liquid থেকে আলাদা হয়ে যাচ্ছে। treatment এর একটা উদ্দেশ্য এটা।
- sedimentation mechanism
- 10 NTU এর কম turbidity হলে sedimentation করতে হবে না।
- pinpoint floc ⟶ very small floc

Objectives :

1) producing a clarified (free of suspended solid) effluent
2) producing a highly concentrated solid sludge stream

- যত কারণে sludge জমা হবে water তত clear হবে। এই sludge কে concentrated sludge বলে।
- sludge বের হওয়ার পথকে solid sludge stream বলে।

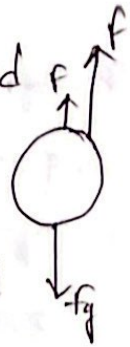
Scanned with CamScanner

Mechanism :

- sedimentation chamber-এ পানিকে রাখা হয় কিন্তু নদীতে particle তলা হয়ে না গেয়ে নদীতে পানির flow থাকে। ফলে নদীর পানির velocity এর কারণে particle এর V_x বেড়ে যায় এবং ভেসে যায়।
- sedimentation chamber-এ V_x কমানো হয় water inactive রেখে।
- এক phase থেকে আরেক phase -এ যাওয়ার জন্য যে বাঁধা আসে তা drag force.
- after the gravity force > drag force, particles travel with a constant velocity called terminal velocity.
- for a rigid particle of mass m moving in a fluid, there are three forces →

(i) Gravity force, f_g, acting downward (particle কে নিচে টানে)

$$f_g = mg$$



(ii) Buoyant force, f_b, acting upward (উত্তোলন)

$$f_b = \rho g V_s = \frac{m\rho g}{\rho_s} \quad ; \quad \rho = \text{density of fluid}$$

ρ_s = " " solid particle

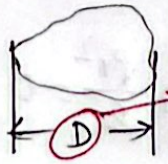
V_s = Volume of the particle

(particle এর উপর কাজ করে from the media)

(iii) Drag force, f_D, acting in opposite direction to the particle motion (medium দ্বারা)

$$f_D = C_D A \frac{\rho v^2}{2} \quad ; \quad C_D = \text{Drag Coefficient}$$

(v → velocity)



Aerodynamic dia used for irregular particle

A = the projected area of the particle

The resultant force equals the force due to acceleration → (যেদিক নিচে দিকে হলে সেই downward-force (+))

$$m\frac{dv}{dt} = mg - \frac{m\rho g}{\rho_s} - C_D A \frac{\rho v^2}{2}$$

Scanned with CamScanner

- The falling of the body consists of two periods →

① The period of accelerated fall → পতনাধীন বস্তুর ত্বরণ খুব বেশি নিচে পড়বে এই অবস্থা।

② The period of constant velocity fall → formula derive জিজ্ঞাসা হবে
→ বাকি সময় constant velocity তে পড়বে। এই time এ আর velocity change zero হবে।

V.V.I^ty Derive the sedimentation velocity formula.

⇒ Set $\frac{dv}{dt} = 0$

$\therefore m\frac{dv}{dt} = mg - \frac{m\rho g}{\rho_s} - C_D A \frac{\rho v^2}{2} = 0$

$\Rightarrow \boxed{v = v_t = \sqrt{\frac{2(\rho_s - \rho)mg}{\rho_s \rho C_D A}}}$

v_t is called the free settling velocity or terminal velocity.

Terminal velocity of a particle moving in a fluid,

$$\boxed{v = v_t = \sqrt{\frac{2(\rho_s - \rho)mg}{\rho_s \rho C_D A}}}$$

Terminal velocity for spherical particles of diameter d,

$m = \frac{\rho_s \pi d^3}{6}$ and $A = \frac{\pi d^2}{4}$

$\therefore v_t = \sqrt{\frac{2(\rho_s - \rho)\rho_s \pi d^3 g \times 4}{6 \rho_s \rho C_D \pi d^2}}$

$\Rightarrow \boxed{v_t = \sqrt{\frac{4(\rho_s - \rho)dg}{3\rho C_D}}}$

Scanned with CamScanner

Lecture - 14:

05.09.24

V.V.I (2/3 marks)

(*) How to increase the efficiency of sedimentation tank?

⇒ factors affecting sedimentation and efficiency of sedimentation tank →

(i) Horizontal flow velocity of water
↳ কম হলে ভালো

(ii) Shape and size of the particle
↳ size যত বড় তত ভালো
regular shape and largest size
↳ irregular shape - a resistance করে তাই smooth particle, irregular এর থেকে আগে settle হবে

(iii) Specific gravity of the particle
↳ 1 থেকে বেশি হতে হবে

(iv) Viscosity of water
↳ কম হতে হবে

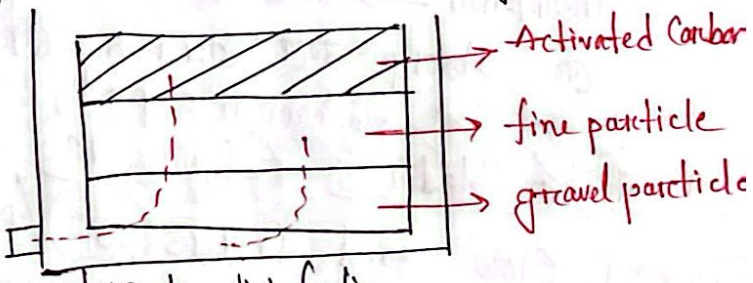
(v) Density of water
↳ কম হতে হবে।

(vi) Temperature of water
↳ temp যত বাড়বে পানির fluidity movement তত বাড়বে এবং viscosity কমবে।
তাই temp বেশি হওয়া ভালো

filtration:

- sedimentation হওয়ার পর পরিষ্কার পানি ছেঁকে নেয়া

- layers of activated carbon, sand and gravel is used to filter out any remaining fine particles and microorganisms.



V.V.I

Mechanism:

- filter unit - a ৩ রকম কাজ হয় →
  (i) straining
  (ii) adsorption
  (iii) absorption

- primary process used is adsorption →
  activated carbon layer - a হয় কারণ activated carbon খুবই powder like fine particles তাই filter এ pass করতে পারবেনা। এদের লেগে থাকে AC এর

- secondary process used is straining → sand layer-এ হয়। sand এর particle এর মাঝের pore size থেকে floc size বড় হলে তা আটকে যাবে এবং pore size চলবে। floc size ছোট হলে তা pass করে যাবে। এই process-এ bacteria remove হয়।

- absorption → sand floc particle কে absorb করে নেয়। এটি খুবই powerful

Mechanism এর part

filter Media : (figure সহ)

2 type → (I) Slow sand filters (SSF) / Biological filter

(II) Rapid sand filter (RSF)

Element of slow sand filter :

(1) filter box →

a) Supernatant water → উপরের পানি

b) Sand bed (filter bed)

c) Under drainage system

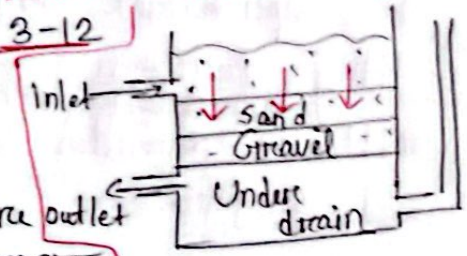
(2) filter control value

(a) Supernatant water → depth: 1–1.5 m

→ Sedimentation process এর মতো same process

→ waiting time: 3–12 hours

→ filter is open to the atmosphere তাই oxidation হতে পারে



(b) sand bed supported by gravel → depth: 1 m

(0.2–0.3 mm dia) sand particle size, supported with 0.3 m gravel (0.2–1 cm dia) gravel size

→ Water percolates through the bed and gets filtered by → Mechanical straining, sedimentation, adsorption, oxidation and bacterial action.

→ rate of filtration: 0.1–0.4 m^3/hour/m^2

প্রতি 1 m^2 filter bed এর আয়তনে প্রতি ঘণ্টায় 0.1–0.4 m^3 পানি filter করা যায়

Water Treatment Process — ssf : (figure must)

① **Sedimentation:**

- the supernatant water acts as a settling ~~reservoir~~ sedimentation tank এর মতো।
- Settleable particles sink to the sand surface.

② **Mechanical training** : যদি pore size থেকে particle size বড় হয় তবে sand layer-এ আটকে যাবে।

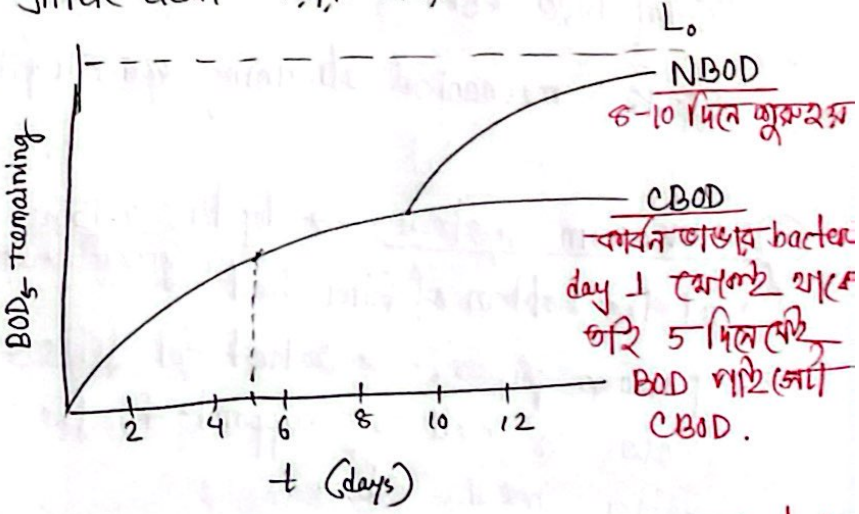
③ **formation of biological layer** → জৈবস্তরের layer surface of the sand bed gets

- The formation of this layer is known as **Ripening** of the filter, which may take several days to fully develop (2–3 cm)

④ **Adhesion** : adsorption হয়

⑤ **Biochemical processes in the biological layer**: remover organic matter.

- biological layer তৈরি হওয়ার কারণে organic matter biological layer-এ আটকে যায়। bacteria organic matter ভেঙে অনেক ফলে C, H, O আলাদা হয়ে যায় এবং এদের decomposition হয়না আর। এই bacteria গুলো থাকলে জলকে clean বলতে হবে filter clean করার সময়।



- NBOD তে Nitrogen ভাঙার জন্য যে bacteria লাগে তা 7-10 দিনে তৈরি হয়।

- BOD test করা হয় organic matter এর strength জানার জন্য।
  → to know the organic matter strength of water and waste water.

- open to atmosphere এই oxidation হয়
- biological layer তৈরি হওয়ার পর যে পানি filtrate হয়ে আসে তাকে use করা যাবে এবং এর আগের filtrate হওয়া পানি ফেলে দিতে হবে।
- এটিকে mechanical straining বলে এটা filter.

(c) underdrain system → depth : 0.15m
gravel এর depth
- at the bottom of filter bed
- porous pipes :→ outlet for filtered water as well as support to the filter media above.
বালুর force কে support দেয়।

(2) filter Control valve :
- inlet এবং outlet -এ filter control valve থাকে।

small gun

filters cleaning :
- যেকোন পানি আসছে সেকোন পানিই filter-এ থেকে গেলে বুঝতে হয় filter clean করতে হবে কারণ sand layer block হয়ে গেছে।
- cleaning is done by →
(i) Draining of supernatant water
(ii) Scrapping of the top portion of the sand bed

Advantages - SSF :
- Simple to construct and operate
- Cheaper
- physical, chemical & bacteriological quality of water is very high.
- Reduces bacterial count by 99.97 % & E. coli by 99%.
FC - Fecal coliform

Scanned with CamScanner

Disadvantages of SSF :

- Slow rate
- old fashioned and outdated method
- initiall cost low but maintenance cost high
- needs a lot of space

Rapid Sand filter :

Types :

(i) Open/ gravity type → Patterson filter
(ii) Closed / pressure ↳ → Candy's ↳

TC, FC test এর use হয়।

Steps of filtration :

- Coagulation
- Rapid mixing
- Flocculation
- Sedimentation
- filtration

দুইবার CT — Lec-7 → SSF পড়া

- কম সময়ে filter করতে হলে তাই পানিকে আলাদা করে prepare করে নিতে হয়।

- Sedimentation tank থেকে আসার পরে →

Additional preparation

(i) Coagulation → Alum is added (5–40 mg/l) depending upon turbidity, color, pH & temp.
↑ Regular coagulation এটা RSF এর preparation এর জন্য

(ii) Rapid mixing of alum

(iii) Flocculation → 30 min

(iv) Sedimentation → for 2–6 hours
filteration chamber এর আগে হচ্ছে

- flocculent precipitate together with impurities.

Lecture-15 : 12.09.24

filter bed : → prepare করার জন্য filter bed-এ দিবে

- each unit has a surface of 80-90 m^2
- supernatant water — 1 to 1.5 m
- Depth of sand bed — 1 m
- filtration rate — 5 to 15 $m^3/m^2/hr$

filtration :

- Retained alum-floes is held back on sand bed
- forms a slimy layer → filtration process rapid হওয়ার slimy layer কম তৈরি হবে, effective হবে এবং bacteria removal ভালো হবে
- ammonia কিছু time লাগে এর oxidation হয়।

Cleaning & Maintenance :

— Sand bed scrapping করা যাবে, backwash করতে হবে যদি flow কমে যায়।

BACKWASH

- When the loss of head reaches 7-8 ft, it needs to be cleaned head loss হবে, পানি pass হবেনা।
- Backwashing is done by reversing the flow of water through the sand bed.
- Upward flow dislodges the impurities trapped in the sand layer and cleans up sand bed
- Compressed air use করা যেতে পারে but এটা expensive.

Advantage :

- Deal with raw water directly → Ref দিলে preliminary step-এ Coagulation, sedimentation skip করা যাবে।
- Occupies less space
- filtration is rapid

- washing of filter is easy
- more flexibility in operation

– Sequence break করা যাবেনা process-A কিন্তু Skip করা যাবে। (Step3 বাদ দিয়ে Step-4 এ যাওয়া যাবে কিন্তু Step-3 এর 1 নং এ দেওয়া যাবেনা)

Disadvantages:

– Valve control করতে হয়, high skill operation লাগে

– costlier → initial cost বেশি

– Remover bacteria by (98-99)%. (less compared to SSF)

(8) Difference between SSF and RSF. Which method is very effective.

Disinfection:

– infection কে deactive করা.

– pathogen মারা

Current method:

(I) Large-scale → (i) Chlorination
(ii) Ozone
(iii) UV irradiation
(costly)
(বড় area তে)

(II) Small scale → (i) Boiling
(ii) Iodine tablets
(iii) filters

Criteria for satisfactory disinfectant:

(I) Not influenced from properties of water within short time → যেমন turbidity থাকলে bacteria particles-এ আশ্রয় নেয়, খুব বেশি থাকলে মারা

(II) Should not be toxic and color imparting or leave the water impotable

(III) Available, cheap, easy to use

(IV) Residual concentration to deal with recontamination → break point chlorination-এ treat করার, পর যে residual dose থাকে সেটা treatment plant থেকে consumer end পর্যন্ত যাতে আবার contamination না হয় সেজন্য

- Residual dose কমে গেলে biomagnification এর আশঙ্কা থাকে human body তে.
- Detectable by rapid, simple techniques in small concentration.

Use of disinfectant as chemical oxidants:

- Bleaching powder disinfectant হলেও এটি একটি oxidant.
- Disinfectants are used for more than just disinfection in drinking water treatment.

-

1. Minimization of Disinfection Byproducts formation →
- Byproduct harmful হতে পারে → trihalomethane তৈরি হতে পারে যা carcinogenic DBP

2. Prevention of re-growth in the distribution system and maintenance of biological stability →

3. Removal of color → $KMnO_4$ ব্যবহার করলে disinfection এর সময় color হয়ে যাওয়া পানি তা remove করার সময় free chlorine দিতে হয়।

4. Improvement of coagulation and filtration efficiency → disinfection হিসাবে করার জন্য আবার coagulation, filtration করতে পারি এর

আগের step গুলোর efficiency বাড়াতে পারি।

- Oxidation of organics into more polar forms. particle dissolve form-এ নিয়ে গেলে bacteria turbid particle খুঁজে পাবেনা।

- iron/Mn থেকে electron নিয়ে bacteria বেঁচে থাকতে পারে তাই এদের সরাতে হবে।

5. Removal of taste and odor causing compounds →

- disinfection-এ আসার আগেই remove করে ফেলতে হবে taste and odor compound.

15.09.24

Lecture-16:

6. Removal of Iron and Manganese →
   ↳ precipitate করার মাধ্যমে remove করা হয়
   Iron(II) → Reduced form
   Iron (III) → Oxidized form
   ↳ Precipitate করবে

Oxidant	Iron (II) (mg/mg Fe)	Manganese (II) (mg/mg Mn)
Chlorine, Cl_2 ↳ disinfectant হিসেবে use করলেও হবে	↳ এক mg/l এর 0.62 precipitate করবে 0.62	0.77

7. Prevention of algal growth in sedimentation basins and filters →

- algae এর growth কে prevent করতে পারে। sedimentation tank-এ organic matter এর কারণে algae grow করতে পারে। এদেরকে remove করবে। → এই process টাকে sedimentation basin-এ করানো হয়

disinfection chamber -এ হয় না, তাই একে pre-chlorination বলে।

factors affecting disinfectant efficiency:

(I) duration → contact time, কতক্ষণ time দিচ্ছি।

(II) pH → chlorine দিলে কেমন দিচ্ছি

(III) temp → pH এরসাথে related

(IV) Concentration of the disinfectant
↳ maximum active থাকবে এমন disinfectant

(V) " " organisms use করছো
↳ Organism বেশি থাকলে বেশিবার হবে।

(VI) Nature of disinfectant

(VII) " " organisms to be inactivated
যেসকল organism-এর disinfectant এর resistant বেশি থাকে

(VIII) Nature of suspending medium
↳ turbidity থাকলে disinfectant এর capacity কমে যায়।

Chlorination:

- It is easy to apply cl due to its relatively high solubility of about 7000 mg per liter.
- very toxic
- cheap and reliable → কিলিয়ে। organism মেরে ফেলতে পারে
- 3 forms can be applied in water
  (I) bleaching powder
  (II) Chloramines
  (III) Chlorine gas

Mechanism: → Cl_2 কে high pressure দিয়ে liquid করা হয়েছে। pressure reduce করলে liquid থেকে gas-এ convert হবে। হাইপোক্লোরাস এসিড

(I) $H_2O + Cl_2$ (at pH 7) → $HCl + \boxed{HOCl}$
main disinfectant

(II) $HOCl$ (at pH > 8.5) → $H^+ + \boxed{OCl^-}$ হাইপোক্লোরাইড
minor action ion

পানিতে কিছু না থাকলে এই ion
gas পানির সাথে mix হওয়ার পর নিম্নোক্ত ক্রিয়া হবে →

পানিতে অ্যামোনিয়া থাকলে এই হয়

(iii) $NH_3 + Cl_2 \rightarrow NH_2Cl / NHCl_2 / NCl_3 + H_2O$

(Mono, Di, Tri chloramines)

Commonly used chlorine Sources:

- cost বাচানোর জন্য Cl_2 gas (expensive বলেই, cylinder use করা হয়) use করা হয়না
অন্যান্য $NaOCl$ / $Ca(OCl)_2$ use করা হয়

(i) Sodium hypochlorite, $NaOCl$ (Common household bleach)

$$NaOCl + H_2O \rightarrow \underset{\text{weak}}{HOCl} + \underset{\text{strong}}{Na^+ + OH^-}$$

(ii) Calcium hypochlorite, $Ca(OCl)_2$

$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \Rightarrow 2HOCl + Ca^{2+} + 2OH^-$$

Disinfectant demand reactions:

free chlorine → hypochlorous acid

→ পানিতে ammonia থাকলে

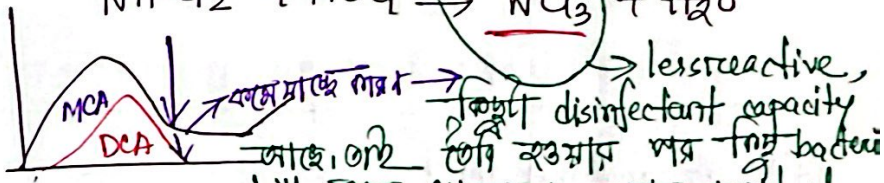
$HOCl$, OCl^-, Cl_2 → free chlorine

NH_2Cl, $NHCl_2$, NCl_3 → Combined chlorine

$$NH_4^+ + HOCl \rightarrow NH_2Cl + H_2O + H^+$$

$$NH_2Cl + HOCl \rightarrow NHCl_2 + H_2O$$

$$NHCl_2 + HOCl \rightarrow NCl_3 + H_2O$$



→ less reactive, কিন্তু disinfectant capacity আছে, তবে তৈরি হওয়ার পর first bacteria kill করে ফেলতে পারে। residual হিসেবে থাকতে পারে

total available chlorine → sum of free chlorine amount and reactive chloramines (free + combined)

→ total oxidizing agents

- Combined chlorine একবার তৈরি হয়ে গেলে equilibrium-এ চলে যায় তখন free chlorine এর পরিমাণ কম থাকে (less than 1%)
- তাই combined chlorine ক্লোরিন পাওয়া যায়।
- পানিতে যদি ammonia এর সাথে reaction এর পরও যদি $HOCl$ থাকে তাই excess বলে দিতে হবে (more than 1%)

Scanned with CamScanner

-এগুলো break point chlorination করা হয়।





disinfection chamber এর আগে
prechlorination → algae remove করে
postchlorination → THM remove করে → advance treatment
disinfection chamber এ হয়ে

KMnO4 use করা হয়

Lecture-17:

17.09.24

L-7 → Other method → খুঁটি নাম পড়তে হবে

L-8

Advanced Water Treatment:

- regular treatment এর পরের ধাপ।
- to treat a water containing specific chemical or microbiological contaminants to an acceptable standard

Used techniques for advanced treatment:

① Iron and manganese removal → drinking এর জন্য remove করা লাগলেও কিন্তু industrial purpose-এ লাগে

- iron is removed by pressure filter
- Mn " " " gravity sand filter

(II) Ion exchange and inorganic absorption

→ hardness removal process

- water softening by exchanging undesirable Ca^{2+} and Mg^{2+} with Na^{+}

Advanced treatment এর part

- removal of undesirable cations including barium, strontium and radium

radiation যুক্ত ion remove করা

- removing

(III) Adsorption of organics →

- activated carbon, alumina → adsorbent

-

(IV) Membrane processes →

(V) Oxidation including chemical oxidation → soluble কে insoluble করানো

$K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$

- when natural oxidant is not enough chemical oxidants are used.

- two or more chemical

Iron and Mn in drinking water :

- water supply এর ক্ষেত্রে Fe, Mn removal প্রয়োজন কারন এরা থাকলে pipe এ গুলে clog / blockage তৈরি করে / corrosion হবে।

- Industrial ক্ষেত্রে removal প্রয়োজন।

- normally যেই concentration এ পাওয়া যায় তা স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর না।

Fe → লালচে

Mn → কালচে

Scanned with CamScanner

- Water containing excessive amounts of iron and Mn can →

(i) Stain clothes

(ii)

(iii)

- According to BECA (1997), drinking water standard →

Problems caused by fe and Mn in water:

- surface water-এ কম থাকলেও
- infiltration এর মাধ্যমে groundwater এ চলে যায়।
- source water-এ অল্প fe না থাকলেও pipe এর fe এর জন্য ঘুলো পানি fe পাওয়া যায়।

- iron যুক্ত পানিতে কাপড় ধুলে brownish colore হয়।
- Mn → black precipitate ফেলে।
  ↳ Concentration বেশি থাকলে brownish লাল হয়।

Chemistry of fe and Mn in water:

- ৩ ভাবে পানিতে থাকে →

(i) Dissolved: Ferrous (Fe^{2+}) and manganous (Mn)

(ii) Particulate:

(iii) Colloidal:
↳ transition state এ থাকে
বড় floc তৈরি করতে

- পানিতে কোন রূপে থাকবে তা depend করে pH, Eh (redox potential) and temp এর উপর।
- main treatment process → oxidation/filtration

- natural oxidant → uncontrolled
~~treatment~~ এরজন্য controlled হতে হবে।
- iron কে decompose করে যে electron পায় সেটা iron bacteria energy হিসেবে use করে grow করবে। ↦ এটি kill করতে chemical oxidant লাগবে
- fe and Mn in water promote the growth of bacteria.
- These organisms obtain energy for growth from the chemical oxidation reaction of iron and Mn with dissolved oxygen.
- These bacteria
- Slime এর color লাল → fe
কালো → Mn
- পানির flow বাড়লে Slime পানিতে চলে আসতে পারে এবং পানি দূষণ করবে।
- iron bacteria এর growth chlorination দ্বারা controlled করা যায়।
- chlorine যেহেতু oxidant এরা সেটা bacteria kill করার পাশাপাশি additional $fe^{2+} \rightarrow fe^{3+}$ বানাতে এবং treat করি করবে।

Removal of fe and Mn → Oxidation :

- filter করার আগে, oxidized করে insoluble বানাতে হবে fe, Mn কে।
- Oxidation involves the transfer of electron from the fe, Mn to the oxidizing agent.

Scanned with CamScanner

- Fe^{2+} is oxidized to Fe^{3+}, which readily forms the insoluble iron

-

- The most common chemical oxidant are →
  (i) Chlorine (ii)
  (iii)
  (iv)

-

-

Chlorine, chlorine dioxide :

- chlorination is widely used for oxidation of divalent iron and Mn

Advantages : Chlorine dose বাড়ালে contact time কমে precipitate তাড়াতাড়ি

- Cl feed rates and contact time requirements can be determined by simple jar tests

Disadvantages / Limitations :

- formation of tri-halo methanes (THM) in highly colored waters may be a problem

Potassium Permanganate ($KMnO_4$) :

Advantages :

- কম dose - A তাই effective → Cl এর চেয়ে

Disadvantage : dose এবং time অনুযায়ী

- Cl এবং ozone চেয়ে তাই expensive

Scanned with CamScanner

- পরিমাণ বেশি হলে oxidation হবেনা।
- " কমলে " পানির color change হয়।
- permanganate can also form precipitates that cause

Ozone (O_3):

Disadvantage:

- organic matters (humic or fulvic materials) থাকলে use করা যাবেনা।
- dose কমলে Mn কে permanganate এ convert করবে।

- coagulation, flocculation, filtration, sedimentation → mechanism + SSF এর কাজ → formula derivation

Lecture-18: 23.09.24

Aeration:

- cost effective method
- Water is simply passed down a series of porous trays to provide contact between air and water.
- aeration এর আগে precipitation পড়বে এজন্য adsorbent দিতে হবে (gravel)

Advantage:

- No chemical dosing is required.

Disadvantage:

- uncontrolled
- iron এর simple compound থাকতে পারে কিন্তু complex compound যা humic acid এর large organic matter এর সাথে যুক্ত হয়, তা থাকতে পারেনা।

- oxidation of Mn is very slow below pH 9.5 তাই Mn ভালভাবে remove করতে।

Aeration-filtration :

- pressure দিয়ে air water mix করা হয়।
- air is pulled in and mixed with the passing stream of water.
- total water কে air দিয়ে saturated করা হয়।
- filter দ্বারা precipitation আটকানো হয়।
- Backwashing the filter periodically is a very important maintenance step. (clogged filter clean করার জন্য)

Limitations :

- Aeration is not recommended for water containing iron/manganese bacteria or colloidal (organic complexes of) fe/Mn because they can clog the aspirator and filter.

- iron $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ হলে electron release হয় যেটা iron bacteria energy হিসেবে use করে।

Mechanism :

- fe and Mn in well waters occur as soluble ferrous and manganous bicarbonates.
- In the aeration process, the water is saturated with oxygen to promote →

$$4Fe(HCO_3)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3 + 8CO_2$$

$$2Mn(HCO_3)_2 + O_2 = 2MnO_2 + 4CO_2 + 2H_2O$$

(এটা balance করতে reactant এ H_2O দাও)

- $Fe(OH)_3$, MnO_2 → insoluble → precipitate
- After aeration, precipitates are removed by filtration
- Occasionally, strong chemical oxidant (Cl_2, $KMnO_4$) যোগ হয় যাতে ভালো precipitate পড়ে।

Ion exchange :

- একটি unexpected ion কে অন্য ion দিয়ে replace করা, এতে rapid clogging এর risk থাকে।
- যাকে replace করতে চাই তার concentration বা পরিমাণ কেমন হতে হবে তাহলে ion exchange করা যাবে।
- medium → synthetic resins (Complex) → পানি থেকে Fe, Mn adsorb করবে এবং এরকোস থেকে Na change করবে পানির সাথে।
- resin এর Na কমে গেলে resin কে regenerate করতে হবে।

Limitations :

- শুধু ion exchange হতে হবে, অন্য process হলে (oxidation) তখন এর efficiency নষ্ট হয়ে যায় (precipitate পড়ে medium নষ্ট হবে)
- sodium bisulphate → cleaning এর জন্য use করা হয়।

Removal of Arsenic :

The most commonly used technologies →

- oxidation
- co precipitation and adsorption onto coagulated flocs
- lime treatment
- adsorption onto ptive media

Oxidation :

- pre-treatment step for all method
- এই treatment এ করিনা কেন As^{3+} থেকে As^{5+} এ convert করতে হবে।
- Atmospheric O_2, hypochloride and permanganate are commonly used for oxidation.

Scanned with CamScanner

$H_3AsO_3 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2AsO_4^- + 2H^+$

$H_3AsO_3 + HClO \rightarrow HAsO_4^{2-} + Cl^- + 3H^+$

$3H_3AsO_3 + 2KMnO_4 \rightarrow 3AsO_4^{2-} + 2MnO_2 + 2K^+ + 4H^+ + H_2O$

- aitc oxidation of arsenic is very slow

Co-precipitation and adsorption :

- এর step হলো oxidation
- coagulant precipitation করলেহাতে As ও precipitate হচ্ছে → এটা co-precipitation.
- coagulant যখন floc তৈরি করে As তখন floc এর গায়ে adsorp হয়ে precipitate করে।
- ferric salts বেশি effective in removing As than alum.
- ferric salts wider pH range-এ কাজ করে compared to alum.

- coagulation এর আগে 1st-এ rapid stirring এবং পরে slow stirring করতে হবে।
- যেই coagulant দিলে তাদের charge (+) এর যুক্ত remove করতে তার charge (−) হওয়ায় attraction হবে এবং adsorp হয়ে remove করা যাবে। (electrostatic)
- As trivalent arsenic is non-ionized, it is not subjected to significant removal.
- Oxidation করতে → bleaching powder (NaOCl) (pretreatment (eqn)) → potassium permanganate ($KMnO_4$)

পানির সাথে মিশে HClO তৈরি করবে। liquid bleach

- The possible chemical eqn of alum coagulation are →

(1) Alum dissolution:

$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O \rightarrow 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} + 18H_2O$

(ii) Aluminium precipitation (acidic):

$$2Al^{3+} + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 6H^+$$

(iii) Co-precipitation (Non-stoichiometric, non-defined product):

$$H_2AsO_4^- + Al(OH)_3 = Al\text{-}As\ (Complex) + \text{other products}$$

↓ As লোনো reaction না As
attraction, তাই কত mole থেকে কত mole তৈরি হচ্ছে তা জানা নাই এজন্য একে non-stoichiometric বলে।

Lecture-19: 26.09.24

Principles: ARP → Arsenic Removal Plant

- The principles of removal of As by alum coagulation, sedimentation and filtration have been employed in a compact unit for water treatment.

↳ As যুক্ত পানির tubewell এর জন্য As remove যাতে করা যায় তাই ARP use করা হয়।

A → Mixing of Alum (alum দিয়ে) → লোনা floc তৈরি হয়ে দিলেন
I → buffer mixing → injection → Oxidant (liquid form) দিয়ে to convert As(III) → As(V)
B → flocculation → floc তৈরি হবে.
C → sedimentation → নিচের দিকে inclined surface আছে (in hub tank) যাতে floc গুলো এক জায়গায় জমা হয়

D → filtration (Up-flow) → নিচের দিকে পাইপ দিয়ে উপরের দিকে পানি flow করায় তাই একে up-flow বলে। উপর থেকে পানি নিচের দিকে দেয়া হয়না কারণ filtration unit আটকে নিচে যাবে যদি outlet পাওয়া যাবেনা surface-এ.

- It is effective in removing 90% As.

Small scale treatment (Bucket Treatment Unit): → household level এর জন্য
→ vertical configuration (উপর নিচে bucket)

- BTU principles are → Coagulation, co-precipitation and adsorption processes.
↳ অন্যান্য particle sediment করার পাশাপাশি As ও জমবে।
- Coagulant dose → 200 mg/l (Aluminium Sulfate)
- Oxidant dose → 2 mg/l ($KMnO_4$)

- BD standard (ECR) for As → 0.05 mg/l for drinking water.

- BTU এখন আরো effective না। কারণ →

  • poor mixing (top bucket)
  mixing, flocculation, sedimentation এর জন্য একই chamber-এ হয়।
  ① settling এর time খুবই কম।

  • Variable water quality (specially pH) of groundwater in different locations of BD. → বিভিন্ন source থেকে পানির pH diff. করে।

  - cloth screen filter দিয়ে কাজ করছে।

  - coagulant pH এর উপর dependent অর্থাৎ পানির বিভিন্ন pH থাকে sample-এ। তাই pH, dose অনুযায়ী control করা যায় না।

Steven Institute Technology :

- horizontal configuration (পাশাপাশি bucket)

coagulant → Iron sulphate
Oxidant → calcium hypochloride } supplied in powder

1st bucket → এ mixing + coagulation
2nd " → flocculation + sedimentation
↳ ২য় layer ↳ inner bucket-এ হয়

নিচের দিকে filter আছে → outer bucket-এ। then নিচের দিকে pipe দিয়ে পানি collect করা হয়। তাই down-flow

Second inner bucket → bucket থেকে জল দিয়ে filter এর মাধ্যমে contact মাধ্যম + sedimentation করে

Naturally occuring Iron :

ferric hydroxide → slippery

- natural water-এ Fe আছে। aeration এর মাধ্যমে air দিয়ে $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ হয়ে Fe^{3+} precipitate করে। এর মাধ্যমে As ও precipitate হয়ে adsorption এর মাধ্যমে।

$Fe(OH)_3$ এর সাথে adsorb হয়।

Scanned with CamScanner

- যেখানে As আছে তাতে Iron থাকবে কিন্তু পানিতে Iron থাকলেই As থাকবে তার নিশ্চয়তা নাই।

IRP → Iron removal plants
↳ can act as ARP

= কারণ fe precipitate হওয়ার সময় As ও precipitate হচ্ছে, তাই ARP বলা হলো।

→ মানে surface আছে যাতে adsorption হতে পারে

Sorptive filtration Media :
↳ adsorption

- activated alumina, activated carbon, fe and Mn coated sand
↳ the efficiency of these depends on oxidation of As.

Activated alumina : (Al_2O_3)

- has good sorptive surface → an effective medium for As removal.

mechanism must for every method

- adsorption - এ কোনো chemical reaction হবেনা।

other methods → As removal.

① Ion exchange

Lecture-20 : 01.10.24

L-10

Control of taste and odor — Aeration :
↳ resultant of some pollutant in water.

- aeration is effective in removing taste and odors that are caused by volatile materials.
→ will easily vaporize, low boiling point
- Volatile → যাদের বাষ্পচাপ atmospheric pressure এর কাছাকাছি
- aeration → natural process → 1st method to remove odor
- algae → respiration → CO_2
↳ দ্বারা তৈরি byproduct → bacteria দ্বারা decompose হয়।
পানিতে taste and odor change করে।
- oil এর কারণে taste and odor হলে aeration কোনো কাজ করেনা, তখন oil separation করতে হয়।

Hydrogen sulfide : poisonous gas

- পানির মধ্যে sulphate যুক্ত mineral থাকলে sulphur bacteria তাকে oxidize করে H_2S তৈরি করে। (sulphate → H_2S)

→ Reducing substance

- H_2S → acidic → corrosion pipe

Operational problems :

- Disinfection process - এ যখন chlorine দিলে তখন H_2S থাকলে chlorine এর সাথে বিক্রিয়া করে chlorine dose বাড়ায় দিলে। তখন chlorine demand বেড়ে যাবে।

$$H_2S + Cl_2 + O^{2-} \longrightarrow S + H_2O + 2Cl^-$$

elemental sulphur

$$H_2S + 4Cl_2 + 4H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 8HCl$$

→ পানির pH কমে যাবে, acidic condition তৈরি হবে। ফলে pipe ক্ষয় হবে।

Removal of H_2S :

- H_2S is physically removed by agitating the water via bubbling or cascading and then separating or stripping

$$H_2S + O_2 = H_2O + \text{elemental sulfur}$$

- When H_2S concentration is lower than 2 mg/l, aeration is most effective.

- At higher concentration, H_2S কে oxidize করে filter করে হবে। aeration less effective.

Removal of Hardness :

- multivalent cations
- Carbonate, bicarbonate and sulfate of Calcium and magnesium

anion based hardness
→ (i) Carbonate (Carbo + bicarbo)
(ii) Non-carbonate

- Water softening process →
(i) Boiling
(ii) Lime process

Boiling :→ only effective for bicarbonate hardness

$$\underset{\text{Soluble}}{Ca(HCO_3)_2} + \text{Heat} = \underset{\text{Insoluble}}{CaCO_3} + H_2O + CO_2$$

- $CaCO_3$ is insoluble and settles down.
- excess CO_2 escapes from water
- Similarly, hardness due to $Mg(HCO_3)_2$ can also be removed by simple heating

$$Mg(HCO_3)_2 + \text{Heat} = MgCO_3 + H_2O + CO_2$$

Mg কেন এর অধিক্ষেপ পড়বেনা।

$Mg(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা কম হলে, তাই heating এর মাধ্যমে Mg hardness remove করা সম্ভব না সুতোপুরি।

Lime process/Clark process:

- only effective for carbonate hardness

milk of lime $\longrightarrow Ca(OH)_2$

$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow \underset{\text{Insoluble}}{2CaCO_3} + H_2O$

$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow \underset{\text{insoluble}}{CaCO_3} + \underset{\text{সুতোপুরি remove হলো, soluble}}{MgCO_3} + H_2O$

Lime & Soda-Ash process:

- Lime + Soda ash. → carbonate + noncarbonate hardness → দুটোই remove হয়।

Lime → has no effect on sulfate of Ca and Mg

- noncarbonate is removed by addition of Soda-Ash.

hardness হলো কারণ Na bivalent

Noncarbonate ← $CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4$

Carbonate ← $Ca(HCO_3)_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + NaHCO_3$

- যে noncarbonate hardness remove করতে পারবে, সে carbonate hardness ও remove করতে পারবে।

[1] Lecture-21: 03.10.24

- Some of the insoluble materials formed here may remain in water in a finely divided state. → floc তৈরি করতে পারেনা আবার dissolve ও হয়না তাই এরা সুতোপুরি dissolve করে হয়।

- Recarbonation → $CaCO_3$ এর ছোট ছোট floc কে CO_2 দিয়ে বিক্রিয়া করালে bicarbonate-এ back করবে

Base exchange process:

↳ Hydroxide সুতোকে exchange করবে। (OH^-) কে change করবো। $-HCO_3^-$, SO_4^{2-}, ক্লোরাইড → এগুলো anion.

- কোন medium-এ exchange করবো তা হলো zeolite ($Na_2Al(SiO_3)_2$ → জোড়িয়াম aluminium Silicate)

↳ Complex compound ↗ কারণ Na এর source সেখান

- Ca, Mg কে replace করবে Na দিয়ে। Silicate part-এ থাকে Ca, Mg এর আয়ন। zeolite bed থেকে Na পানিতে এলে Na এগুলো হয়ে যাচ্ছে তাই bed-এ Na-regenerate করতে হবে। এজন্য Na যুক্ত solution দিতে হবে। একে Na-regeneration বলে।

Scanned with CamScanner

- is applicable only to clear water, less turbid and মাঝের hardness concentration (500, 1200, 1000 mg/l suppose) কম হলে.

- turbid particle zeolite bed - এ clogging করবে.

(i) $CaSO_4$, $MgSO_4$, $CaCO_3$, $MgCO_3$, $CaCl_2$ → carbonate + non carbonate

$$\left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \end{matrix}\right\} + Na_2Al(SiO_3)_2 = \left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \end{matrix}\right\} Al(SiO_3)_2 + \left\{\begin{matrix} Na_2CO_3 \\ Na_2SO_4 \\ 2NaCl \end{matrix}\right.$$

(zeolite) filter এর বেড

(ii) Regeneration:

$$\left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \end{matrix}\right\} Al(SiO_3)_2 + 2NaCl = Na_2Al(SiO_3)_2 + \left\{\begin{matrix} CaCl_2 \\ MgCl_2 \end{matrix}\right.$$

খুব কম পরিমাণে তাই এর problem হবেনা

Sec-B :

v.v.I$^{\infty}$ Math → hardy cross, → v.v.v.I$^{\infty}$ ← hazen-william + darcy weisbach

equivalent pipe, formula দিবো, মুখস্থ করতে হবে।

তারপর question আসবে

Treatment → v.v.v.I$^{\infty}$

- mechanism → eqn সহ
- figure (slow sand filter)
- derivation (sedimentation)

- intake → কত ধরণ (distribution system এর component)

Math → distribution math

যেগুলো data missing সেগুলো assume করতে হবে

Math-এ calculation step show করতে হবে