महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ, मुंबई

(स्वायत्त संस्था) (ISO9001:2015)(ISO/IEC27001:2013)

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

Learning Material

वॉटर अँड वेस्टवॉटर इंजिनियरिंग

WATER AND WASTEWATER ENGINEERING

(314314)

स्थापत्य अभियांत्रिकी गट

(Civil Engineering Group)

मराठी –इंग्रजी [द्विभाषिक] माध्यम

[अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञानातील चतुर्थ सत्र पदविका]

शिक्षण पुस्तिका

Learning Material

वॉटर अँड वेस्टवॉटर इंजिनियरिंग

WATER AND WASTEWATER ENGINEERING

(314314)

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

चतुर्थ सत्र

महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई

(स्वायत्त संस्था) **(ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)**

Maharashtra State Board of Technical Education

MSBTE मेंटॉर

श्री. राजेश त्र्यंबकराव आघाव

वरिष्ठ अधिव्याख्याता, उपयोजित यंत्रशास्त्र विभाग

संकलक

श्री अतुल एकनाथ सोनवणे

अधिव्याख्याता, स्थापत्य अभियांत्रिकी

श्री प्रशांत गणपत चव्हाण

अधिव्याख्याता, स्थापत्य अभियांत्रिकी

श्री दीपक वसंतराव पाटील

अधिव्याख्याता, स्थापत्य अभियांत्रिकी

सौ. अंकिता प्रवीण वक्ते

अधिव्याख्याता, स्थापत्य अभियांत्रिकी

श्री अभिजित सोपान मेहेत्रे

अधिव्याख्याता, स्थापत्य अभियांत्रिकी

समीक्षक

श्री प्रशांत गणपत चव्हाण

श्री चेतन भास्कर पगार

सौ. सुप्रिया सुहास कानडे.

श्री दिपक बाळासाहेब पवार

सौ. सुप्रिया दिलीपराव खताळ

मुख्य समन्वयक

श्री श्रीहरी रवींद्र उपसानी

प्राचार्य, गुरु गोविंद सिंग पॉलिटेक्निक, नाशिक

समन्वयक

श्री प्रशांत गणपत चव्हाण

स्थापत्य अभियांत्रिकी विभाग प्रमुख

प्रकल्प संस्था

गुरु गोविंद सिंग पॉलिटेक्निक, नाशिक

महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ

(स्वायत्त) (ISO: ९००१:२०१५) (ISO/IES: २७००१-२०१३)

शासकीय तंत्रनिकेतन इमारत, चौथा मजला, ४९, खेरवाडी, बांद्रा (पूर्व), मुंबई - ४०० ०५१.

दूरध्वनी क्र.: ०२२-६२५४२१७० / १६१

Email : director@msbte.com Web : www.msbte.org.in

प्रास्ताविक

महाराष्ट्र राज्यातील पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षणामध्ये विद्यार्थ्यांचे रोजगार कौशल्य विकसित करून विद्यार्थ्यांचा सर्वांगीण विकास घडवून आणण्याकरिता महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ कटिबद्ध आहे. उद्योगधंद्यातील बदलत्या तंत्रज्ञानाशी संबंधित गरजा लक्षात घेऊन महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळाकडून पदविका अभ्यासक्रम वेळोवेळी अद्यावत करण्यात येतो . अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रम शिकत असतांना संकल्पनात्मक ज्ञान, सुसंगत संदर्भ, प्रश्न विचारणे, विश्वसनिय पुरावे, कारणमीमांसा आणि सुस्पष्ट निकष यांचा वापर करून अर्थाची उकल करण्याची, विश्लेषण व मूल्यमापन करण्याची तसेच तर्काने अनुमान काढण्याची क्षमता म्हणजेच चिकित्सक विचार विद्यार्थ्यांमध्ये अधिक दृढ होतील असा मला विश्वास आहे. जेव्हा विद्यार्थी ज्ञान मिळवण्याच्या माध्यमाशी पूर्णपणे परिचित आणि सोयीस्कर असतात, तेव्हा त्यांच्यासाठी वर्गातील चर्चेत भाग घेणे सोपे होते, संकल्पनात्मक व सैद्धांतिक बाबींचे आकलन परिपूर्ण होते, संज्ञानात्मक क्षमता सुधारते आणि त्यांचा आत्मविश्वास देखील वाढतो या सर्व गोष्टींचा विचार करून मंडळाकडून शैक्षणिक सामुग्रीची निर्मिती करण्यात आलेली आहे . भारत देश हा खेड्यापाड्यातून विकसित झालेला देश असून ग्रामीण भागातील विद्यार्थ्यांना तांत्रिक शिक्षण घेतांना भाषेचा अडसर न येता तांत्रिक बाबींचा आशय समजून घेणे शक्य होईल या दृष्टिकोनातून महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळाने पदविका स्तरावरील तांत्रिक शिक्षणाकरीता विद्यार्थ्यांना मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय शैक्षणिक वर्ष २०२१-२२ पासून उपलब्ध करून दिलेला आहे .

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण-२०२० प्रादेशिक भाषेतील शिक्षणास प्रोत्साहन देते, ज्यामुळे विद्यार्थ्यांना तांत्रिक अभ्यासक्रमांसाठी प्रादेशिक भाषांतुन शिक्षणाचे माध्यम निवडता येते. सदर धोरणामुळे प्रादेशिक भाषांमध्ये तांत्रिक सामग्री आणि अभ्यास सामग्रीचा विकास आणि भाषांतर निर्माण करण्याची आवश्यकता आहे . त्यास अनुसरून मंडळाने मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय द्वितीय व तृतीय वर्षाकरिताही उपलब्ध करून देण्यात आला आहे. तसेच त्याकरिताची शैक्षणिक सामग्रीही संबंधीत भागधारकरांना उपलब्ध करून देण्यात येत आहे.

पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षण अधिक दर्जेदार करण्यासाठी महाराष्ट्रातील अनुभवी व तज्ञ अध्यापकांनी व्यवहारिक मराठी भाषा व इंग्रजी भाषेतील तांत्रिक शब्दावली यांचा वापर करून मराठी - इंग्रजी भाषेचा सुवर्णमध्य साधण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. मंडळाच्या स्तरावर गठीत सुकाणू समितीमार्फत सदर शैक्षणिक सामुग्रीचा दर्जा, तसेच इतर बाबींची तपासणी करण्यात आलेली आहे. त्यामुळे सदर शैक्षणिक सामुग्री अधिक सम्पन्न झालेली असून विद्यार्थी त्यांच्या व्यक्तिमत्त्वाचा सुसंवादी आणि सर्वांगीण विकास साधतील. परिणामतः विश्वस्तरीय मनुष्यबळाच्या गरजा पूर्ण करण्यात महाराष्ट्र राज्य अग्रेसर राहील व पर्यायाने राष्ट्रनिर्मिती करीता निश्चितच हातभार लागेल , असा मला विश्वास आहे.

अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रमातील प्रमुख विषयांची मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक शैक्षणिक सामुग्री बनविण्यासाठी अध्यापक व सुकाणू समितीचे सदस्य यांनी दर्शविलेले समर्पण व वचनबद्धता कौतुकास पात्र आहे , या सर्वांचे मी मनः पूवक अभिनंदन करतो !

(प्रमोद नाईक)
संचालक
म. रा. तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई.

अनुक्रमणिका

अ. क्र	युनिटची नावे	पान. क्र.
1	पाण्याचे स्रोत, वैशिष्ट्ये आणि मागणी (Sources, Characterstices and Demand of Water)	1
2	पाण्याचे शुद्धीकरण (Purification of water)	18
3	पाणी वितरण प्रणाली (Water Distribution System)	56
4	इमारत स्वच्छता प्रणाली (Building Sanitation System)	85
5	सांडपाणी प्रक्रिया प्रणाली (Sewage Treatment System)	134

युनिट – 1: पाण्याचे स्रोत, वैशिष्ट्ये आणि मागणी
(Sources, Characterstices and Demand of Water)

विषय निष्पत्ति (CO): पाणी ची मागणी आणि जलाची गुणवत्ता समजून सांगणे.

सिद्धांत शिक्षणाचे परिणाम (TLO)

TLO 1.1: दिलेल्या निकषानुसार जलाचे स्रोत आणि त्यांचे इन्टेक संरचना वर्गीकृत करा.
TLO 1.2: संबंधित पूर्वानुमान पद्धतीचा वापर करून भविष्यकालीन लोकसंख्या ठरवा.
TLO 1.3: IS कोडनुसार संबंधित पद्धतीचा वापर करून दिलेल्या जलाच्या नमुन्याचे परीक्षण करा.

1.1 जलाचे स्रोत (Sources of Water)
सर्व जलाचे स्रोत मोठ्या प्रमाणावर दोन प्रकारांमध्ये विभागले जाऊ शकतात:

1. पृष्ठीय स्रोत (Surface source)
2. उपपृष्ठीय स्रोत (Subsurface source)

पृष्ठीय स्रोत पुढीलप्रमाणे विभागले जातात:
a) प्रवाह
b) नद्या
c) तलाव
d) सरोवरे
e) जलसाठे इत्यादी

1.1.1 नैसर्गिक तलाव आणि सरोवर (Natural Lakes and Pond)

पठारांवर काही ठिकाणी नैसर्गिक बेसिन तयार होतात, ज्यात जलस्रोत आणि प्रवाह असतात, ज्यांना "सरोवरे" असे म्हटले जाते. नैसर्गिक तलाव आणि सरोवरांतील जलाची गुणवत्ता बेसिनची क्षमता, पावसाळी क्षेत्र, वार्षिक पावसाचे प्रमाण, जमिनीची मऊपण इत्यादी घटकांवर आधारित असते. मात्र, उच्च उंचीवर असलेल्या सरोवऱ्यातील जलामध्ये कमी अशुद्धता असते, ज्यामुळे ते कोणत्याही उपचाराशिवाय वापरता येते. परंतु घरांची, रस्त्यांची, रेल्वेमार्गांची निर्मिती करून बनवलेले तलाव आणि सरोवरे मोठ्या प्रमाणावर अशुद्धता ठेवतात आणि त्यामुळे ते जलपुरवठा उद्देशासाठी वापरता येत नाहीत.

1.1.2 प्रवाह आणि नद्या (Rivers and Streams)

नद्या आणि प्रवाह हे जलाचे मुख्य पृष्ठीय स्रोत आहेत. उन्हाळ्यात नदीचे पाणी पावसाळ्यापेक्षा चांगले असते कारण पावसाळ्यात पाणी वाहून आणलेले माती, वाळू, रेती इत्यादी अशुद्धता पाणी गढूळ करते. म्हणून, नदीचे आणि प्रवाहाचे पाणी विशेष उपचाराची आवश्यकता असते. काही नद्या बर्फाने पूरित असतात आणि शाश्वत असतात, ज्यामुळे त्या संपूर्ण वर्षभर पाणी पुरवतात आणि त्यासाठी पाणी

साठवण्यासाठी कोणत्याही विशेष व्यवस्थेची आवश्यकता नसते. परंतु काही नद्या उन्हाळ्यात पूर्णपणे किंवा अंशत: कोरडी पडतात, म्हणून त्यांना गरम हवामानात पाणी मागणी पूर्ण करण्यासाठी विशेष व्यवस्थांची आवश्यकता असते. मुख्यतः सर्व शहरे नद्यांच्या काठी वसलेली असतात आणि त्यामध्ये वापरलेले जल किंवा मलजल नदीत सोडले जाते, त्यामुळे नदीतून पाणी घेत असताना खूप काळजी घेतली पाहिजे.

1.1.3 जलसाठे (Impounding Reservoirs)

काही नद्यांमध्ये पाणी प्रवाह फारच कमी होतो आणि ते उष्ण हवामानाच्या मागणीला पूर्ण करू शकत नाही. अशा परिस्थितीत, पाणी साठवण्यासाठी नदीवर बंधारा, जलाशय किंवा धरण बांधले जाऊ शकते, त्या ठिकाणी जेथे कमीत कमी जमिनीचा भाग पाण्यात बुडतो आणि जास्तीत जास्त पाणी साठवले जाऊ शकते. तलाव आणि जलसाठ्यात निलंबित अशुद्धता तळाशी जाऊन बसते, परंतु त्यांच्या तळात शैवाल, गवत, वनस्पती आणि जैविक वाढ होते, ज्यामुळे पाण्यात दुर्गंधी, चव आणि रंग येतो. त्यामुळे, हे पाणी शुद्धिकरणानंतरच वापरले पाहिजे. जेव्हा पाणी जलसाठ्यात लांब काळासाठी साठवले जाते, तेव्हा ते हवेने शुद्ध केले पाहिजे आणि सूक्ष्मजीव मारण्यासाठी क्लोरीनेट केले पाहिजे.

1.1.4 उपपृष्ठीय स्रोत (Sub surface Sources)

हे पुढीलप्रमाणे विभागले जातात:

a) समावेश गॅलरीज (Infiltration Galleries)

b) समावेश विहिरी (Infiltration Wells)

c) उगम स्रोत (Springs) इत्यादी

1.1.5 समावेश गॅलरीज (Infiltration Galleries)

एक आडवी, जवळपास आडवी सुरंग जी जलस्रोत असलेल्या परतावा स्तरांमधून बांधली जाते, ज्यामुळे नदी, तलाव किंवा प्रवाहाजवळ भूमिगत पाणी मिळवता येते, त्याला "समावेश गॅलरीज" असे म्हटले जाते. गॅलरीजमधून मिळणारे पाणी एका गॅलरीच्या प्रत्येक मीटर लांबीसाठी 1.5 x 10^4 लिटर/दिवस इतके असू शकते. जास्तीत जास्त पाणी मिळवण्यासाठी, गॅलरीजला भूजल स्रोताच्या संपूर्ण खोलीत ठेवले जाऊ शकते. समावेश गॅलरीज रचना करण्यासाठी मॅसनरी किंवा काँक्रीटचा वापर केला जाऊ शकतो आणि त्यात 5 सेंटीमीटर x 10 सेंटीमीटर व्यासाचे उकळण छिद्र (weep holes) असू शकतात.

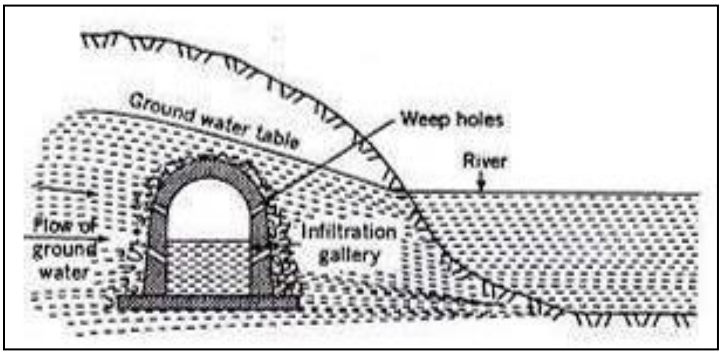


Figure 1.1: Infilration Galleries

Source: https://mjcetpc506ce.blogspot.com/2019/08/infiltration-wells-and-galleries.html

1.1.6 समावेश विहिरी (Infiltration Wells)

जास्त प्रमाणात पाणी मिळवण्यासाठी, समावेश विहिरी नदीच्या किनाऱ्यावर एकापाठोपाठ बुधल्या जातात. या विहिरीवर वरून बंद आणि तळाशी उघडी असतात. त्या विहिरींना विटांच्या मॅसनरीने बांधले जाते आणि त्यात उघडे जोडी असतात. विहिरीची तपासणी करण्यासाठी, वरच्या झाकणात मॅनहोल दिले जातात. पाणी अशा विहिरींच्या तळाशी फिल्टर होते आणि ते सॅंड बेडमधून जावे लागल्यामुळे ते काही प्रमाणात शुद्ध होते. समावेश विहिरींना छिद्रयुक्त पाइपद्वारे जॅकवेल (jackwell) नावाच्या संकलन टाकीसोबत जोडले जाते आणि तिथून पाणी शुद्धिकरणाच्या प्लांटमध्ये पंपद्वारे उपचारासाठी पाठवले जाते.

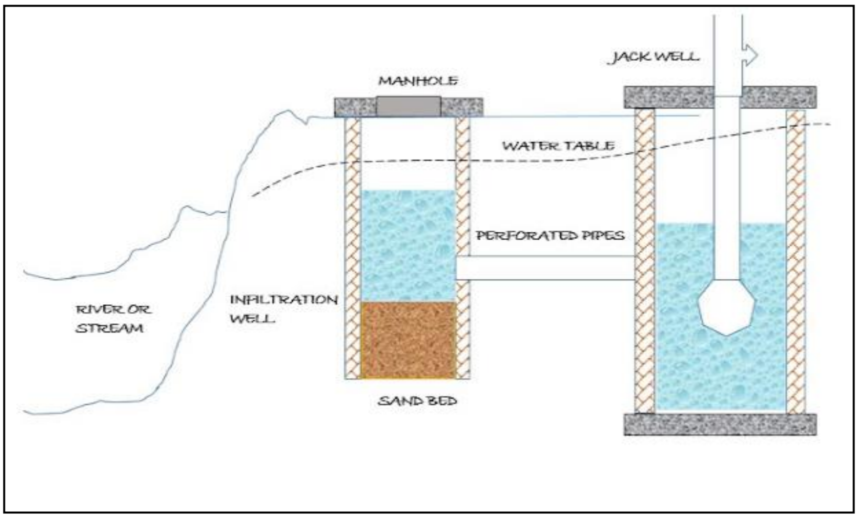


Figure 1.2 : Infiltration Wells
Source : https://www.prodyogi.com/2022/11/what-are-infiltration-wells.html

1.2 इन्टेक संरचना: परिभाषा, प्रकार आणि त्यांचे स्थान ठरवणारे घटक

परिभाषा(Defination)

इन्टेक संरचना ही जलपुरवठा प्रणाली, जलसिंचन प्रणाली, उर्जा उत्पादन प्रकल्प किंवा औद्योगिक प्रक्रियांमध्ये वापरली जाणारी एक घटक आहे, जी जलस्रोत (जसे की नद्या, तलाव किंवा जलसाठे) कडून पाणी काढून ते पाईपलाइन किंवा उपचार प्लांटमध्ये वळवते. इन्टेक संरचना पाण्याचा इन्टेक बिंदू म्हणून काम करते, ज्या माध्यमातून जलस्रोतापर्यंत नियंत्रित इन्टेक मिळवता येतो, तसेच पाण्याचा प्रवाह शुद्धिकरणासाठी किंवा इच्छित वापरासाठी व्यवस्थापित केला जातो.

1.2.1 इन्टेक संरचनांसाठी स्थळ निवड

1. शक्य तितके, स्थळ उपचार प्लांटच्या जवळ असावे, जेणेकरून शहराला पाणी पोहोचवण्याचा खर्च कमी होईल.
2. इन्टेक संरचना जलस्रोताच्या शुद्ध झोनमध्ये असावी, जेणेकरून उत्कृष्ट दर्जाचे पाणी मिळवता येईल आणि उपचार प्लांटवरील लोड कमी होईल.
3. इन्टेक संरचना कधीही नदीच्या खालील भागात किंवा मलजल निचोडीच्या ठिकाणी नसावी.

4. स्थळ असे असावे की भविष्यात पाणी अधिक काढण्याची आवश्यकता असल्यास ती अधिक जलप्रवाह घेण्यास सक्षम असावी.
5. इन्टेक संरचना त्या ठिकाणी असावी जिथून ती वर्षातील सर्वात कोरड्या कालावधीमध्ये देखील पाणी काढू शकेल.
6. इन्टेक संरचनास्थळ पुरात सोयीस्करपणे पोहोचता येईल आणि ते पूरामुळे बुडणार नाही. याव्यतिरिक्त, पूराच्या पाण्याचा प्रवाह इन्टेक संरचनेच्या आसपास केंद्रित होऊ नये.

1.2.2 इन्टेक संरचनांच्या प्रकार: खालीलप्रमाणे विविध प्रकारच्या इन्टेक संरचना आहेत:

(a) कालवा इन्टेक (Canal Intake)

(b) जलाशय इन्टेक (Reserviour Intake)

(c) तलाव इन्टेक (Lake Intake)

(d) नदी इन्टेक (River Intake)

कालवा इन्टेक (Canal Intakes)

इन्टेक विहीर कालव्यातील काठावर स्थित असते.

1. पाणी इन्टेक विहिरीत एका पोर्टद्वारे येते, ज्यावर जाड स्क्रीन बसवलेली असते आणि ती कालव्यातील किमान जलस्तरावर दिली जाते.
2. चेंबरमधून पाणी नंतर एक आउटलेट (पानी काढणे) कंड्युटद्वारे वितरण प्रणालीकडे पोहोचवले जाते.
3. आउटलेट कंड्युटचा इनलेट एंड बेल-माउथ (घंटीच्या तोंडासारखा) आकाराचा असतो, जो एक बारिक स्क्रीनने संरक्षित केला जातो.
4. पाण्याच्या प्रवाहाचे नियंत्रण करण्यासाठी एक आउटलेट व्हॉल्व्ह दिला जातो, जो वरून चालवता येतो.
5. आउटलेट पाईपमधून पाणी प्रवाहित होणे हे गुरुत्वाकर्षणाच्या आधारे किंवा पंपिंगद्वारे होऊ शकते.

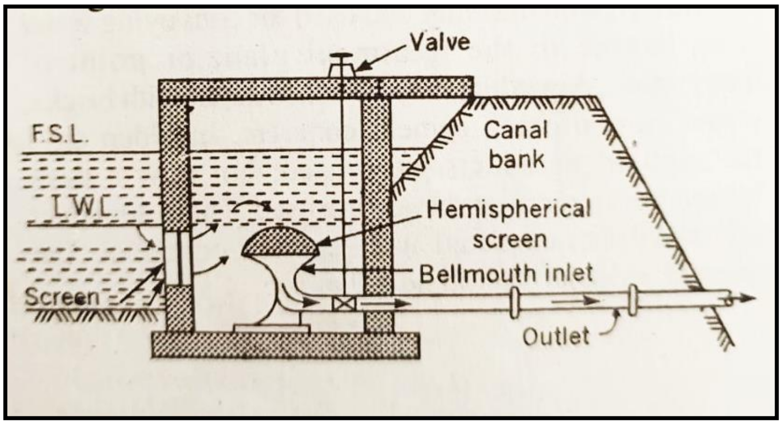


Figure 1.3 : Canal Intake

Source : Water & wastewater engineering-G.S.Birdie,J.S.Birdie-Dhanpat Rai Publishing Company,New Delhi

जलाशय इन्टेक (Reservoir Intake)

1. हे माती किंवा दगडांच्या धरणांच्या वरच्या बाजूला स्थित असते, जिथे पाण्याची जास्तीत जास्त खोली उपलब्ध असते.
2. हे नदी जल ग्रहणासारखेच आहे, मात्र नदी जल ग्रहणातील इन्टेकद्वार इथे जल ग्रहण नलिकांनी बदलले जातात.
3. विविध स्तरांवर स्थापित केलेल्या जल ग्रहण नलिकांनी पाणी Reservoir मधून घेतले जाते आणि ते एका सामान्य नलिकेत (Intake well किंवा tower मध्ये) सोडले जाते, जी पाणी sluiceway tunnel मध्ये खाली वाहते.
4. जल ग्रहण नलिकांमध्ये पाण्याचा प्रवाह नियंत्रण कक्षातून चालवलेले valves द्वारे नियंत्रित केला जातो.
5. जल ग्रहणास इन्टेक मिळवण्यासाठी foot bridge दिला जातो.
6. व्यवस्था एक dry intake tower सारखी असते.

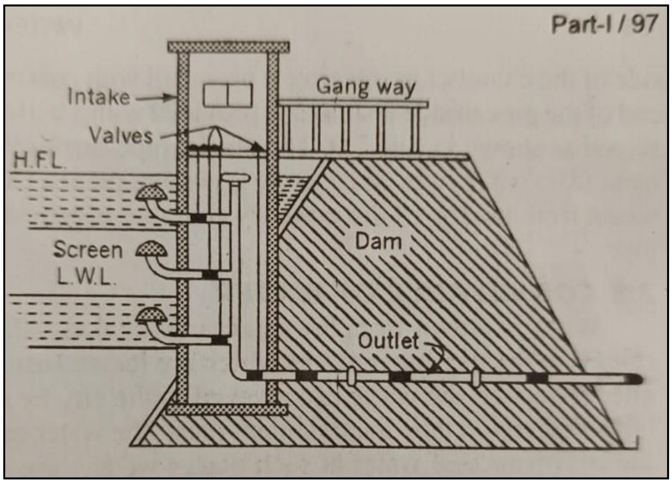


Figure 1.4: Reservoir Intake

Source : Water & wastewater engineering-G.S.Birdie,J.S.Birdie-Dhanpat Rai Publishing Company,New Delhi

तलाव इन्टेक (Lake Intake)

1. जर पाण्याची खोली योग्य असेल, तर हे Reservoir जल ग्रहणासारखेच असते.
2. उथळ पाण्यात, Lake जल ग्रहण submerged जल ग्रहण म्हणून दिले जातात.
3. Submerged जल ग्रहण क्रिब्स किंवा बेल माउथसारख्या बांधणीमध्ये तयार केली जातात.
4. क्रिब्स हे जड लाकडी संरचनेपासून बनवले जातात, ज्यावर कास्ट आयर्न किंवा जाळीची ग्रेटिंग असते. हे जल ग्रहण नलिकेला हानिकारक होण्यापासून संरक्षण करते.

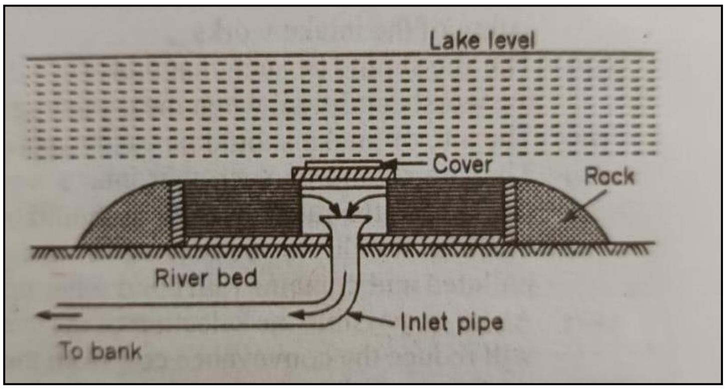


Figure 1.5: Lake Intake
Source : Water & wastewater engineering-G.S.Birdie,J.S.Birdie-Dhanpat Rai Publishing Company,New Delhi

नदी इन्टेक (River Intake)

1. नदीच्या वरच्या बाजूला स्थित असतात, जिथे प्रदूषण किमान असते.
2. नदीच्या आत किंवा नदीच्या काठावर स्थित असतात, ज्यामुळे पाणी पुरेसे उपलब्ध असते जेणेकरून कोरड्या हंगामातही पाण्याची मागणी पूर्ण केली जाऊ शकते.
3. कधी कधी नदीच्या पाणी पातळी वाढविण्यासाठी नदीवर वियर (बांध) बांधले जातात.
4. Inlet well किंवा intake किंवा collector well हा गोलाकार, काँक्रीट किंवा मातीच्या बांधकामात असतो, जो नदीच्या गाभ्यात स्थित असतो आणि कमी पाणी प्रवाह असतानाही पाणी उपलब्ध करतो.
5. नदीच्या काठावरून इन्टेक मिळवण्यासाठी पादचारी पुल दिला जातो. नदीचे पाणी Inlet well मध्ये विविध स्तरांवर असलेल्या उघड्यांद्वारे इन्टेक करते, जेव्हा फ्लोटिंग मलब्याच्या प्रवेशापासून संरक्षण करण्यासाठी स्क्रीनने संरक्षित केले जाते. इन्टेकद्वारात पाणी येण्याचा प्रवाह नियंत्रण टॉवरमधून गेट वाल्व वापरून नियंत्रित केला जातो.

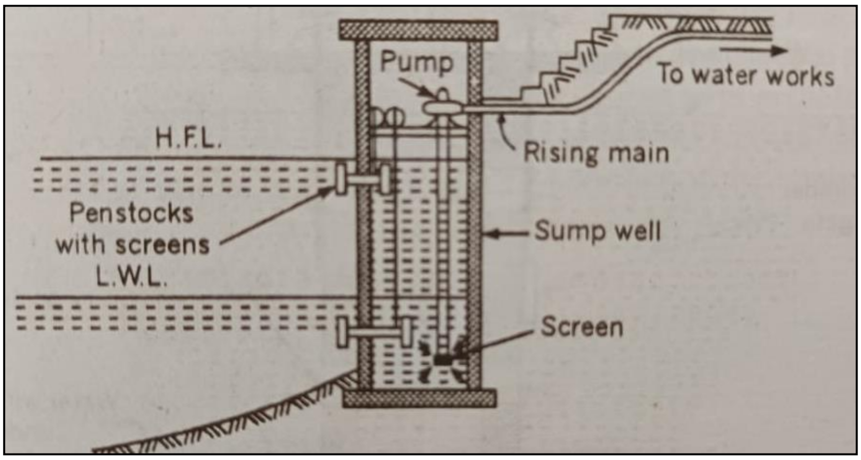


Figure 1.6 :River Intake

Source : Water & wastewater engineering-G.S.Birdie,J.S.Birdie-Dhanpat Rai Publishing Company,New Delhi

हे पाणी आवश्यकतेचा किंवा इच्छेचा प्रतिनिधीत्व करते, जे उपभोग, कृषी, औद्योगिक किंवा अन्य वापरांसाठी पूर्ण करणे आवश्यक आहे, पाणी उपलब्धता आणि प्रवेशावर परिणाम करणारे आर्थिक, सामाजिक आणि पर्यावरणीय घटक विचारात घेतल्यास.

1.3 पाण्याच्या मागणीचे विविध प्रकार (Types of Water Demand)

पाणी वापरावर प्रभाव टाकणारे अनेक घटक असतात. म्हणूनच, सार्वजनिक पाणी मागणी अचूकपणे मोजणे कठीण असते. पाण्याची quantity ठरवण्यासाठी काही सामान्य नियम आणि अनुभवजन्य सूत्रे उपलब्ध आहेत. प्रत्येक सूत्र विशिष्ट वापरासाठी उपलब्ध आहे. पाण्याच्या विविध मागणीचे प्रकार आहेत:

a) **घरगुती पाणी मागणी(Domestic Demand):** विविध घरगुती क्रियांसाठी लागणारे पाणी. घरगुती पाणी मागणीत पाणी पिणे, स्वयंपाक करणे, आंघोळ करणे, गार्डनिंग, लॉनवर पाणी देणे, स्वच्छता इत्यादी गोष्टींचा समावेश होतो. हे लोकांच्या सवयी, सामाजिक स्थिती आणि हवामानाच्या स्थितीनुसार बदलते. IS 1172-1993 नुसार, घरगुती पाणी वापर 135 lpcd ते 200 lpcd दरम्यान असतो.

b) **औद्योगिक पाणी मागणी (Industrial Demand):** उद्योगांची गरज. औद्योगिक पाणी मागणी म्हणजे विद्यमान किंवा भविष्यात सुरू होऊ शकणाऱ्या उद्योगांची पाणी आवश्यकता. ही quantity शहरात असलेल्या उद्योगांच्या संख्येवर आणि प्रकारावर अवलंबून बदलते. लघुउद्योगांसाठी, साधारणपणे, 50 lpcd पाणी लागते. औद्योगिक शहरांमध्ये, प्रति व्यक्ती पाणी आवश्यकता 450 lpcd असते.

c) **इतर पाणी मागणी(Other Demand):** संस्थात्मक आणि व्यावसायिक वापर. यामध्ये संस्थांचे पाणी वापर समाविष्ट आहे, जसे की हॉस्पिटल्स, हॉटेल्स, रेस्टॉरंट्स, शाळा आणि महाविद्यालये, रेल्वे स्थानके, कार्यालये इत्यादी. ही quantity शहराच्या प्रकारावर आणि शहरात असलेल्या संस्थांच्या आणि व्यावसायिक स्थापत्यांच्या संख्येवर अवलंबून बदलते. ती 20 lpcd ते 50 lpcd दरम्यान असू शकते.

d) **सार्वजनिक पाणी मागणी(Public Demand):** सार्वजनिक वापरासाठीची मागणी. यामध्ये सार्वजनिक बागांमध्ये पाणी देणे, गार्डनिंग, रस्त्यावर पाणी शिंपणे, सार्वजनिक फाउंटनमध्ये पाणी वापरणे इत्यादी गोष्टींचा समावेश होतो. भारतात, सामान्यतः सार्वजनिक मागणी शून्य असते. ती एकूण पाणी वापराच्या 5% पेक्षा कमी असते. सार्वजनिक वापरासाठी पाणी मागणी 10 lpcd आहे.

e) **तत्काल पाणी मागणी (Emergency Water Demand):** आगसाठी पाणी मागणी. ही ती quantity आहे जी आग लागल्यास अग्निशामक कार्यासाठी लागणारी असते.

1.3.1 पाणी मागणीवर प्रभाव टाकणारे घटक(Factors Affecting Water Demand)

a) **लोकसंख्या आकार आणि वाढ(Polulation growth and Density):** लोकसंख्या वाढल्यास पाण्याची मागणी सामान्यतः वाढते, कारण अधिक लोकांच्या पिण्याचे, स्वच्छतेचे आणि इतर दैनंदिन क्रियांसाठी पाण्याची आवश्यकता असते.

b) **आवक स्तर (Income Levels):** उच्च आवक स्तरामुळे पाणी मागणी वाढू शकते, कारण लोक विविध वापरांसाठी जास्त पाणी वापरण्याची परवांगी घेतात, जसे की घरगुती, व्यावसायिक किंवा औद्योगिक वापर.

c) **पाण्याचा किंमत(Price of Water):** पाण्याच्या किंमतीचा महत्वाचा प्रभाव पडतो की लोक किंवा व्यवसाय किती पाणी वापरतील. पाणी महागल्यास, मागणी कमी होऊ शकते, जेव्हा पर्यायी पर्याय नसल्यास किंवा पाणी आवश्यक मानले जाते.

d) **हवामान आणि हवामान स्थिती (Climate and Weather Conditions):** उष्ण हवामान असलेल्या क्षेत्रांमध्ये किंवा दुष्काळाच्या कालावधीत, सिंचन, थंड करण्यासाठी किंवा दैनंदिन क्रियांसाठी पाणी वापरण्याची आवश्यकता असल्यामुळे पाणी मागणी वाढू शकते. त्याउलट, थंड किंवा मोकळ्या हवामानात पाणी मागणी कमी असू शकते.

e) **पाण्याची उपलब्धता (Water Availability):** एखाद्या प्रदेशातील पाणी पुरवठा, जसे की नद्यांचे, तळ्यांचे, किंवा भूजल स्त्रोतांचे उपलब्धता, मागणीवर थेट परिणाम करते. या स्त्रोतांची कमतरता किंवा अति वापरामुळे पाणी बचतीला प्रवृत्त करून मागणी कमी होऊ शकते.

f) **तंत्रज्ञानातील प्रगती(Technological Advances):** पाणी कार्यक्षम उपकरणे, सिंचन प्रणाली, किंवा औद्योगिक प्रक्रियांमधील तांत्रिक सुधारणा पाणी वापरातील कार्यक्षमता वाढवून एकूण पाणी मागणी कमी करू शकतात.

g) **संस्कृती आणि सामाजिक घटक(Cultural and Social Factors):** काही प्रदेशांमध्ये सांस्कृतिक सवयी किंवा सामाजिक परंपरा पाणी वापरावर प्रभाव टाकू शकतात. उदाहरणार्थ, काही संस्कृती धार्मिक किंवा संस्कृतिक कारणांसाठी जास्त पाणी वापरतात.

h) **पाणी बचत धोरणे(Water Conservation Policies):** पाणी वापर कमी करण्यासाठी कायदे किंवा प्रोत्साहने, जसे की दुष्काळात पाणी वापरावर निर्बंध किंवा पाणी वाचवणाऱ्या उपकरणांसाठी सूट, मागणी कमी करू शकतात.

1.3.2 शहर किंवा गावातील पाणी पुरवठ्याची मागणी मोजणे
(Estimating the Demand for Water Supply in a City or Town)

शहर किंवा गावातील पाणी पुरवठ्याची मागणी मोजणे हे शहरी नियोजन, संसाधन व्यवस्थापन आणि पायाभूत सुविधा विकासासाठी महत्त्वाचे आहे. पाणी मागणीवर लोकसंख्या आकार, आर्थिक क्रियाकलाप, हवामान, जीवनशैली आणि पाणी वापरण्याच्या पद्धती यांसारख्या घटकांचा प्रभाव असतो.

पहिला पाऊल म्हणजे शहर किंवा गावाची वर्तमान आणि भविष्यकालीन लोकसंख्या मोजणे. यामुळे घरगुती उद्देशांसाठी (पिणे, स्वच्छता, स्वयंपाक, इत्यादी) पाण्याची मूलभूत मागणी ठरविणे शक्य होते.

पाणी मागणी = लोकसंख्या × सरासरी पाणी वापर (L/p/d) × वर्षातील दिवस

1.4 लोकसंख्येची पूर्वनिर्णय (Forecasting of Population)

लोकसंख्येची पूर्वनिर्णय ही एक प्रक्रिया आहे ज्यात वर्तमान आणि ऐतिहासिक डेटा आधारित भविष्यातील लोकसंख्येचा आकार आणि संरचना अंदाज केली जाते.

1.4.1 बेस आणि डिझाईन कालावधी (Base and Design Periods)

बेस कालावधी (Base Period) : बेस कालावधी म्हणजे जलपुरवठा प्रणालीचे सर्वेक्षण, डिझाईन आणि बांधकाम करण्यासाठी लागणारा कालावधी. साधारणपणे, बेस कालावधी दोन ते तीन वर्षांचा घेतला जातो.

डिझाईन कालावधी(Design Period): डिझाईन कालावधी म्हणजे भविष्यातील तो कालावधी ज्यासाठी जलपुरवठा योजनांची योजना आणि डिझाईन करताना provisions (व्यवस्था) केली जाते. साधारणपणे, डिझाईन कालावधी 15 ते 20 वर्षांचा घेतला जातो. जेथे लोकसंख्या वाढीचा दर जास्त आहे, तिथे लोकसंख्या अंदाज अचूक असू शकत नाही, त्यामुळे कमी डिझाईन कालावधी घेतला जातो. विकसीत समुदायात जिथे लोकसंख्या वाढीचा दर कमी असतो, तिथे जास्त डिझाईन कालावधी घेतला जाऊ शकतो.

1.4.2 लोकसंख्येच्या पूर्वनिर्णयाच्या पद्धती (Methods of Estimation of Population)

A) अंकगणितीय वाढ पद्धत (Arithmetical Increase Method):

ही पद्धत मोठ्या आणि जुने शहरांसाठी योग्य आहे ज्यात लक्षणीय विकास झाला आहे. जर ही पद्धत छोटे, सरासरी किंवा तुलनेने नवीन शहरांसाठी वापरली गेली तर त्याचा परिणाम वास्तविक मूल्यापेक्षा कमी असतो. या पद्धतीमध्ये, मागील जनगणना अहवालांवरून प्रत्येक दशकामध्ये लोकसंख्येतील सरासरी वाढ मोजली जाते.

n दशकाच्या शेवटी लोकसंख्या असे मोजता येईल:

$$Pn = P + n.C$$

जिथे, Pn म्हणजे n व्या दशकाच्या शेवटी लोकसंख्या आणि P म्हणजे सध्याची लोकसंख्या.

B) जिओमेट्रिक वाढ पद्धत (Geometrical Increase Method):

या पद्धतीमध्ये, प्रत्येक दशकाच्या दरम्यान लोकसंख्येतील वाढीचे प्रमाण समान राहील, असे गृहित धरले जाते. भविष्यातील लोकसंख्या वाढ अंदाजण्यासाठी जिओमेट्रिक वाढीचा वापर केला जातो. ही पद्धत जास्त परिणाम देणारी असल्यामुळे, ती फक्त नवीन औद्योगिक शहराच्या प्रारंभिक विकासाच्या काही दशकांसाठी वापरली जाते.

n व्या दशकाच्या शेवटी लोकसंख्या असे मोजता येईल:

$$Pn = P (1 + IG/100)^n$$

जिथे,

IG = जिओमेट्रिक सरासरी वाढ (%)

P = सध्याची लोकसंख्या

N = दशकामधील संख्या.

C) इन्क्रीमेंटल वाढ पद्धत (Incremental Increase Method)

ही पद्धत अंकगणितीय वाढ पद्धतीचे एक सुधारित रूप आहे आणि ती सामान्य स्थितीत असलेल्या सरासरी आकाराच्या शहरांसाठी उपयुक्त आहे, जिथे वाढीचा दर वाढत्या क्रमाने आढळतो. या पद्धतीचा अवलंब करताना, भविष्यातील लोकसंख्या मोजण्यासाठी वृद्धीच्या वाढीचा विचार केला जातो. वृद्धीमूलक वाढीचा निर्धारण प्रत्येक दशकासाठी मागील लोकसंख्येवरून केला जातो आणि सरासरी मूल्य सध्याच्या लोकसंख्येमध्ये आणि सरासरी वाढीच्या दरासोबत जोडले जाते.

त्यामुळे, n व्या दशकाच्या शेवटी लोकसंख्या अशी मोजता येईल:

$$Pn = P + n.X + \{n (n+1)/2\}.Y$$

जिथे,
Pn = n व्या दशकाच्या शेवटी लोकसंख्या
X = सरासरी वाढ
Y = वृद्धीमूलक वाढ

1.5 पाण्याची वैशिष्ट्ये (Characteristics of Water)

1.5.1 पाणी विश्लेषणाची आवश्यकता (Need of Analysis of Water)

पाणी विश्लेषण हे त्याच्या गुणवत्ता आणि सुरक्षा सुनिश्चित करण्यासाठी आवश्यक आहे. खालील कारणांसाठी पाणी विश्लेषण महत्वाचे आहे:

a) **आरोग्य आणि सुरक्षा (Health and Safety):** विश्लेषणाद्वारे पाण्यातील अशुद्धता ओळखली जाऊ शकते, जसे की लेड, आर्सेनिक, किंवा बॅक्टेरिया (उदाहरणार्थ, E. coli), जे जलजन्य रोग निर्माण करू शकतात.

b) **प्रदूषण नियंत्रण (Pollution Control):** वेस्टवॉटर आणि अपव्यय उत्सर्जनासाठी, पाणी विश्लेषण हे पर्यावरणीय नियमांची अनुपालन सुनिश्चित करते, ज्यामुळे प्रदूषण टाळता येते.

c) पाणी विश्लेषण पाण्याच्या आवश्यक पॅरामिटर्सची तपासणी करते, ज्यामध्ये pH स्तर, तुर्बिडिटी, आणि रासायनिक संकेंद्रण यांचा समावेश असतो.

1.5.2 पाण्याच्या भौतिक गुणधर्म (Physical Properties of Water)

हे गुणधर्म पाण्याच्या वैशिष्ट्यांचे वर्णन करतात जे पाण्याच्या रासायनिक संरचनेत बदल न घडवता निरीक्षण केले जाऊ शकतात. ते पाण्याचे रूप आणि अनुभव सांगण्यासाठी वापरले जातात.

a) **तापमान (Temperature):** पाण्याचे तापमान गॅसच्या (जसे की ऑक्सिजन) विरघळण्याची क्षमता आणि रासायनिक प्रतिक्रियांवर परिणाम करते. उच्च तापमान सूक्ष्मजंतूंच्या क्रियाशीलतेत आणि रासायनिक प्रतिक्रियाशीलतेत वाढ करू शकते.

b) **तर्बिडिटी (Turbidity):** पाण्याच्या धूसरपणाला संदर्भित करते, जे निलंबित कणांद्वारे (जसे की गाळ, शैवाल किंवा सूक्ष्मजीव) निर्माण होते. उच्च तुर्बिडिटी लाइटच्या प्रवेशात अडथळा आणू शकते, ज्याचा जलजीवनावर परिणाम होऊ शकतो, आणि हे प्रदूषणाचा संकेत असू शकते.

c) **रंग (Color):** शुद्ध पाणी रंगहीन असते, पण ते विरघळलेल्या जैविक कंपाउंड्स (जसे की गळत असलेल्या वनस्पती पदार्थांतील टॅनिन्स), रसायन किंवा धातूंमुळे (जसे की लोखंड किंवा तांबे) रंग घेऊ शकते.

d) **गंध (Odour):** शुद्ध पाण्याला गंध नसावा. अस्वस्थ गंध असणे म्हणजे जैविक पदार्थ, क्लोरीन, सल्फाइड्स किंवा इतर रसायनांची उपस्थिती असू शकते.

e) **चव (Taste):** पाण्याची चव विरघळलेल्या खनिजे, रसायने आणि सूक्ष्मजीवांद्वारे प्रभावित होऊ शकते. "अनोखी" चव असणे म्हणजे प्रदूषणाचा संकेत असू शकतो.

f) **चालकता (Conductivity):** पाण्याच्या वीज चालवण्याच्या क्षमतेला संबंधित असते ज्या प्रमाणात पाण्यात विरघळलेले आयन्स (जसे की मीठ) असतात. उच्च चालकता म्हणजे उच्च पातळीवर विरघळलेल्या घन पदार्थांची उपस्थिती, जे सामान्यतः औद्योगिक कचरा किंवा खनिज मीठांमधून असतात.

g) **द्रव्यता आणि घनता (Viscosity and Density):** या भौतिक गुणधर्मांद्वारे पाणी किती जाड किंवा "जड" वाटते, हे सांगितले जाते. ते तापमान आणि विरघळलेल्या पदार्थांवर प्रभावी असतात.

❖ 1.5.3 पाण्याच्या रासायनिक गुणधर्म (Chemical Properties of Water)

a) pH: pH पाण्याची आम्लता किंवा क्षारीयता मोजतो, जो 0 ते 14 च्या प्रमाणावर असतो. शुद्ध पाणी न्यूट्रल (pH 7) असते. जे पाणी pH 7 पेक्षा कमी असते ते आम्लीय असते, तर pH 7 पेक्षा जास्त असलेले पाणी क्षारीय असते. अत्यधिक pH स्तर (अत्यंत कमी किंवा अत्यंत जास्त) जलजीवांसाठी हानिकारक असू शकतात आणि पाईप्स व उपकरणांमध्ये गंज निर्माण करू शकतात.

b) कठोरता (Hardness) : कठोर पाण्यात कॅल्शियम (Ca^{2+}) आणि मॅग्नेशियम (Mg^{2+}) आयन्सची उच्च सांद्रता असते. यामुळे पाईप्स आणि उपकरणांमध्ये पाणी जमा होऊ शकते आणि साबणाची

कार्यक्षमता कमी होऊ शकते. कठोरता साधारणतः सौम्य, मध्यम कठोर, कठोर, किंवा अत्यंत कठोर म्हणून वर्गीकृत केली जाते.

c) विरघळलेला ऑक्सिजन (DO): पाण्यात विरघळलेल्या ऑक्सिजनची मात्रा जलजीवांच्या जीवितासाठी आवश्यक आहे. DO चे कमी प्रमाण हायपोक्सिया (ज्यामुळे माशांवर आणि इतर जलजीवांवर हानिकारक परिणाम होतो) होऊ शकते.

d) क्षारीयता (Alkalinity): क्षारीयता म्हणजे पाण्याची आम्लांचा निपटारा करण्याची क्षमता, जी मुख्यतः बायकार्बोनेट्स, कार्बोनेट्स, आणि हायड्रॉक्साइड्सच्या उपस्थितीमुळे असते. हे पाण्याच्या pH मध्ये होणाऱ्या बदलांना बफर करते, जलजीवांसाठी स्थिर वातावरण सुनिश्चित करते.

e) **एकूण विरघळलेली घनते (TDS):** TDS पाण्यात विरघळलेल्या पदार्थांचा एकूण सांद्रता दर्शवितो, ज्यात मीठ, खनिजे, आणि धातू समाविष्ट आहेत. उच्च TDS पाण्याचा स्वाद आणि गुणवत्ता प्रभावित करू शकतो, आणि अत्यंत उच्च पातळी पाणी पिण्यासाठी किंवा सिंचनासाठी अनुपयुक्त बनवू शकते.

1.5.4 पाण्याच्या जैविक गुणधर्म (Biological Properties of Water)

जैविक गुणधर्म पाण्यातील जीवाणूंच्या उपस्थितीचे दर्शक असतात. सूक्ष्मजीव आणि इतर जीवांचे प्रकार आणि संख्या पाण्याची गुणवत्ता आणि सुरक्षितता दर्शवू शकतात.

a) **सूक्ष्मजीव(Microorganisms):** पाण्यात बॅक्टेरिया, व्हायरस, प्रोटोझोआ, आणि फंगस असू शकतात. Escherichia coli (E. coli) आणि Salmonella सारखे रोगकारक पाणी प्रदूषित करू शकतात आणि आरोग्यासाठी गंभीर धोका निर्माण करू शकतात. कोलिफॉर्म बॅक्टेरियांची उपस्थिती सामान्यतः मल प्रादूषणाच्या निदर्शक म्हणून वापरली जाते.

b) **जैव रासायनिक ऑक्सिजन मागणी (BOD):** BOD पाण्यातील जैविक पदार्थांची विघटनासाठी सूक्ष्मजीवांना आवश्यक असलेल्या ऑक्सिजनच्या प्रमाणाची मोजणी करते. उच्च BOD म्हणजे उच्च जैविक प्रदूषणाची स्थिती असून, ते पाण्यात ऑक्सिजन कमी होण्याची शक्यता दर्शवते, जे जलजीवांसाठी हानिकारक होऊ शकते.

c) **कोलिफॉर्म (Coliform) :** हे बॅक्टेरिया संभाव्य रोगजनक प्रदूषणाच्या सूचक म्हणून वापरले जातात. मल कोलिफॉर्म बॅक्टेरियांची उपस्थिती सूचित करते की पाणी मानव किंवा प्राणींच्या हानिकारक मलाने प्रदूषित असू शकते.

d) **शैवाल (Fungus):** जलस्रोतांमध्ये शैवाल वाढ होणे एक नैसर्गिक घटना असू शकते, पण अत्यधिक वाढ (शैवाल फुलणे) हे पोषक तत्त्वांच्या (विशेषत: फॉस्फेट्स आणि नायट्रेट्स) उच्च पातळीमुळे होऊ शकते आणि त्यामुळे ऑक्सिजन कमी होणे, मासे मरणे आणि विषारी पदार्थांची मुक्ती होऊ शकते.

1.5.5 पाण्याची चाचणी(Testing of Water)

पाण्याची गुणवत्ता तपासणे हे पाणी वापरण्याच्या योग्यतेची, औद्योगिक वापरासाठी किंवा इतर उद्देशांसाठी त्याची योग्यतेची समजून घेण्यासाठी आवश्यक आहे.

A. एकूण घनते (TS) : एकूण घनता म्हणजे पाण्यातील सर्व निलंबित आणि विरघळलेले पदार्थ. याला दोन प्रकारात विभागता येईल:

a) **एकूण निलंबित घनता (TSS):** असे घन पदार्थ जे पाण्यात विरघळत नाहीत आणि कण म्हणून दिसतात.

b) **एकूण विरघळलेली घनता (TDS):** पाण्यात विरघळलेले पदार्थ, जसे की मीठ, खनिजे, आणि इतर संयुगे.

चाचणी पद्धत: एका गुरुत्वाकर्षण पद्धतीचा वापर केला जातो. पाण्याचे एक नमुना पूर्व-तोललेले फिल्टर कागदाद्वारे फिल्टर केला जातो जेणेकरून निलंबित घनता वेगळी होईल. उर्वरित घनता (TDS) पाणी वाफ करून आणि अवशिष्ट पदार्थाचे वजन करून मोजली जाते.

B. कठोरता (Hardness): कठोरता म्हणजे पाण्यातील द्वैतीय धातू आयन्स (मुख्यतः कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम आयन्स) ची सांद्रता.

चाचणी पद्धत (Testing Method) EDTA सह टायट्रेशन: सर्वात सामान्य पद्धतीमध्ये EDTA (Ethylene DiamineTetraAcetic Acid) हा टायट्रंट म्हणून वापरला जातो. पाण्याच्या नमुन्याचा एक ज्ञात आयतन बफर द्रावणासोबत मिसळला जातो, आणि एक छोटे प्रमाण सूचक (जसे की Eriochrome Black T) जोडलं जातं. EDTA कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम आयन्ससोबत बांधून घेतं, आणि द्रावणाचा रंग बदलल्यावर समाप्ति बिंदू ठरवला जातो.

B. डिसॉल्व्हड ऑक्सिजन (DO)

डिसॉल्व्हड ऑक्सिजन (DO) जलचर परिसंस्थेच्या आरोग्याची तपासणी करण्यासाठी एक महत्त्वाचा घटक आहे. मासे आणि इतर जलजीवांसाठी त्याची आवश्यकता आहे.

चाचणी पद्धत (Testing Method): इलेक्ट्रोकेमिकल प्रोब वापरली जाऊ शकते, जिथे DO ची सांद्रता मेम्ब्रेन इलेक्ट्रोडच्या सहाय्याने मोजली जाते.

C. pH: pH पाण्याची आम्लता किंवा क्षारीयता मोजतो. यावरून पाणी आम्लीय, न्यूट्रल, किंवा क्षारीय आहे का हे कळू शकते.

D. चाचणी पद्धत (Testing Method): pH मीटर: pH मोजण्याची सर्वात अचूक आणि सामान्य पद्धत म्हणजे pH मीटरचा वापर करणे, ज्याला मानक बफर द्रावणांसोबत कॅलिब्रेट केले जाते. इलेक्ट्रोड पाण्याच्या नमुन्यात बुडवला जातो, आणि pH थेट उपकरणावरून वाचला जातो.

E. पाणी गुणवत्तेच्या बॅक्टेरियोलॉजिकल चाचण्या (Bacteriological Tests for Water Quality)

बॅक्टेरियोलॉजिकल चाचण्यांचा उद्देश विशिष्ट सूक्ष्मजीव शोधणे आहे, जे प्रदूषणाचे निदर्शक असतात. दोन मुख्य सूचकांमध्ये E. coli आणि B. coli यांचा समावेश आहे.

E. coli (Escherichia coli) :E. coli हे कोलिफॉर्म बॅक्टेरियाचे एक प्रकार आहे, जे मानव आणि इतर उबदार रक्त असलेल्या प्राण्यांच्या आतड्यात आढळतात. E. coli च्या काही प्रकारांमुळे गंभीर आजार होऊ शकतात, जसे की पचनतंत्राशी संबंधित संसर्ग.

E. coli साठी चाचणी पद्धती (Testing Method):

a) **सर्वात संभाव्य संख्या (MPN) पद्धत:** MPN पद्धत ही एक सांख्यिकीय प्रक्रिया आहे जी नमुन्यातील जिवंत E. coli जीवाणूंची संख्या अंदाजे मोजते. या पद्धतीमध्ये पाण्याचा नमुना सिलसिलेवारपणे गडद केला जातो आणि विशिष्ट वाढीच्या माध्यमांसह एक सिलसिला केलेल्या ट्यूब्समध्ये इन्क्युलेट केला जातो. इन्क्युबेशन नंतर, ट्यूब्समध्ये गॅस किंवा रंग बदल यांची तपासणी केली जाते, जे बॅक्टेरियाची वाढ दर्शवते.

b) **मेम्ब्रेन फिल्टरेशन (MF) पद्धत**: या पद्धतीमध्ये पाण्याचे फिल्टरेशन मेम्ब्रेनद्वारे केले जाते, ज्यामुळे बॅक्टेरिया अडवले जातात. मेम्ब्रेन नंतर एक अगार प्लेट (उदाहरणार्थ, ईओसिन मेथिलिन निळा (EMB) अगार) वर ठेवली जाते, जी E. coli ची वाढ समर्थन करते. इन्क्युबेशन नंतर, E. coli चे उपजीव किंवा बॅक्टेरिया कॉलनींना मोजले आणि त्यांचे विशिष्ट स्वरूपावर आधारित ओळखले जाऊ शकते.

B. coli (Bacteroides coli) : Bacteroides coli (ज्याला आता सामान्यतः Bacteroides fragilis किंवा इतर Bacteroides प्रजाती म्हणून ओळखले जाते) हा दुसरा मल प्रदूषण सूचक बॅक्टेरिया आहे. हा बॅक्टेरिया मानव आणि प्राण्यांच्या आतड्यात आढळतो आणि पाण्यातील ताज्या मल प्रदूषणाचे निदर्शक म्हणून वापरला जातो.

B. coli साठी चाचणी पद्धती:

a) **सर्वात संभाव्य संख्या (MPN) पद्धत:** E. coli साठी वापरल्या जाणाऱ्या MPN पद्धतीप्रमाणेच, B. coli साठी देखील MPN पद्धती सामान्यतः वापरली जाते, ज्यात पाण्याच्या नमुन्याचे इन्क्युलेशन निवडक माध्यमात केले जाते जे Bacteroides च्या वाढीस समर्थन देतात.

b) **मेम्ब्रेन फिल्टरेशन (MF) पद्धत:** B. coli साठी निवडक अगार माध्यम वापरले जाते, जसे की Bacteroides अगार, जे Bacteroides प्रजातींची वाढ प्रोत्साहित करते आणि इतर बॅक्टेरियांची वाढ प्रतिबंधित करते.

1.5.6 पाणी नमुना घेणे: सिंगल आणि ग्रॅब (Sampling of Water: Single and Grab)

पाणी नमुना घेणे हे पाण्याची गुणवत्ता ठरवण्यासाठी आणि ते पिण्याच्या, औद्योगिक वापराच्या, किंवा मनोरंजनाच्या उद्देशांसाठी आवश्यक असलेल्या मानकांची पूर्तता करण्यासाठी महत्त्वाचे आहे.

1. सिंगल पाणी नमुना घेणे(Single Water Sampling)

सिंगल पाणी नमुना घेणे म्हणजे एकाच ठिकाणी आणि विशिष्ट वेळेस पाणी शरीरातून एकाच नमुन्याचे संकलन करणे. हा प्रकार त्या विशिष्ट क्षणी पाण्याच्या गुणवत्तेचे प्रतिनिधित्व करतो आणि सामान्यतः पाण्याची वर्तमान स्थिती मूल्यांकन करण्यासाठी वापरला जातो.

एप्लिकेशन : सिंगल नमुने सहसा नियमित मॉनिटरींगसाठी वापरले जातात जेव्हा पाण्याची गुणवत्ता कालांतराने सुसंगत राहण्याची अपेक्षा असते किंवा विशिष्ट क्षणी पाण्याची गुणवत्ता तपासणे आवश्यक असते (उदाहरणार्थ, प्रचंड पावसामुळे किंवा औद्योगिक गाळणीनंतर).

पद्धती (Method):

- नमुना गोळा करण्यासाठी एक स्वच्छ, निर्जंतुक कंटेनर वापरला जातो.
- नमुना सामान्यतः पाणी शरीराच्या मध्यभागातून गोळा केला जातो, विशेषतः तलाव, नदी, किंवा जलाशयांसाठी.
- नमुने प्रदूषणाच्या स्रोतांपासून दूर गोळा करावेत, जसे पाणी शरीराच्या काठावर किंवा स्पष्ट प्रदूषण असलेल्या ठिकाणी.
- नमुना त्वरित तपासला पाहिजे किंवा योग्य स्थितीत (उदाहरणार्थ, फ्रिजमध्ये) संग्रहित केला पाहिजे, जेणेकरून पाण्याच्या घटकांमध्ये बदल होऊ नयेत.

2. ग्रॅब पाणी नमुना घेणे (Grab Water Sampling) :ग्रॅब पाणी नमुना घेणे म्हणजे विशिष्ट क्षणी किंवा एका तात्काळ पायरीवर पाणी नमुना गोळा करणे. हा प्रकार पाणी गुणवत्तेचे मूल्यांकन विशिष्ट घटनेदरम्यान किंवा एका विशेष क्षणी दर्शवण्यासाठी वापरला जातो.

एप्लिकेशन (Application): ग्रॅब नमुने सहसा त्या विशिष्ट पाणी गुणवत्ता पॅरामीटर्सचे मूल्यांकन करण्यासाठी वापरले जातात, जे वेळेनुसार बदलू शकतात (उदाहरणार्थ, तापमान, pH, गडदपणा, आणि प्रदूषक). हे सामान्यतः तेव्हा वापरले जाते जेव्हा पाणी गुणवत्ता वेगाने बदलते किंवा जेव्हा एका नमुन्याने विशिष्ट क्षणी पाण्याची स्थिती ठरवण्यासाठी पुरेशी असते.

पद्धती(Method):

- एक स्वच्छ, निर्जंतुक कंटेनर वापरला जातो.
- नमुना पाणी शरीराच्या पृष्ठभागावर किंवा मध्यभागी घेतला जातो, तपासणीच्या आवश्यकतांनुसार.
- पिण्याच्या पाण्याच्या चाचणीसाठी, नमुना नळ किंवा पाणी वितरण प्रणालीतून गोळा करावा लागतो, हे सुनिश्चित करताना की कोणतेही प्रदूषण होऊ नये.

- ग्रॅब नमुना सामान्यतः दीर्घकालीन स्थितीचे प्रतिनिधित्व करत नाही, त्यामुळे योग्य पाणी गुणवत्ता पॅरामीटर्स दर्शवण्यासाठी योग्य वेळ आणि स्थान निवडले जातात हे सुनिश्चित करणे महत्त्वाचे आहे.

Table 1.1 Water Quality Standards as per IS 10500:2012

(Indian Standard for Drinking Water)

अ. क्र	सामान्य घटक	पाणी गुणवत्ता मानक
1	pH स्तर	6.5 ते 8.5
2	गडदपणा (Turbidity)	1 NTU (Nephelometric Turbidity Unit)
रासायनिक घटक		
3	एकूण विरघळलेली घनता (TDS)	500 mg/L (आवश्यक), 2000 mg/L (कमाल अनुमती)
4	कठोरता (Hardness $CaCO_3$ म्हणून)	मर्यादा: 200 mg/L (आवश्यक), 600 mg/L (कमाल अनुमती)
5	लोखंड (Iron)	0.3 mg/L
6	क्लोराईड्स (Chlorides)	250 mg/L (आवश्यक), 1000 mg/L (कमाल अनुमती)
7	फ्लोराईड (Fluoride)	1.0 mg/L (आवश्यक), 1.5 mg/L (कमाल अनुमती)
8	क्षारीयता (Alkalinity)	200 mg/L (आवश्यक), 600 mg/L (कमाल अनुमती)
जैविक घटक		
9	कोलिफॉर्म बॅक्टेरिया (Total Coliform)	0 प्रति 100 mL (पिण्याच्या पाण्यात कोलिफॉर्म बॅक्टेरियांची detectable उपस्थिती नाही)
10	E. coli (फेकल कोलिफॉर्म)	0 प्रति 100 mL (पिण्याच्या पाण्यात E. coli ची detectable उपस्थिती नाही)

Suggestive Questions

1) State different types of surface and sub-surface sources of water.
2) Enlist two methods of forecasting of Population.
3) State and explain four variations of demands of water.
4) Draw a labelled sketch of river intake.
5) The population of city from census record, for last four decades is given in the following table. Calculate population at the end of year 2054 by incremental increase method.

Year	1994	2004	2014	2024
Population	9,000	1,19,000	1,26,000	1,38,000

युनिट – 2: पाण्याचे शुद्धीकरण

(Purification of water)

विषय निष्पत्ति (CO): पाणी शुध्दीकरण प्रक्रिया लागू करा.

सिद्धांत शिक्षणाचे परिणाम (TLO)

TLO 2.1: पुरेशा वर्णनासह जलसंस्करण प्रकल्पाची लेबल असलेली प्रवाह फिगर काढा.
TLO 2.2: पाणी गाळण्याच्या प्रक्रियेचे समर्थन करा.
TLO 2.3: पाण्याचे निर्जंतुकीकरण करण्याच्या प्रक्रियेचे समर्थन करा.
TLO 2.4: दिलेल्या पाण्याच्या नमुन्यासाठी पाणी सॉफ्ट करणे आणि डीफ्लोरायडेशनचे संबंधित तंत्र लागू करा.
TLO 2.5: इच्छित हेतूसाठी पाण्याच्या दिलेल्या नमुन्यावर इलेक्ट्रोलिसिस आणि रिव्हर्स ऑस्मोसिस तंत्र लागू करा.

2.1 पाणी पुरवठा योजनेची प्रवाह फिगर (Flow diagram of water supply scheme)

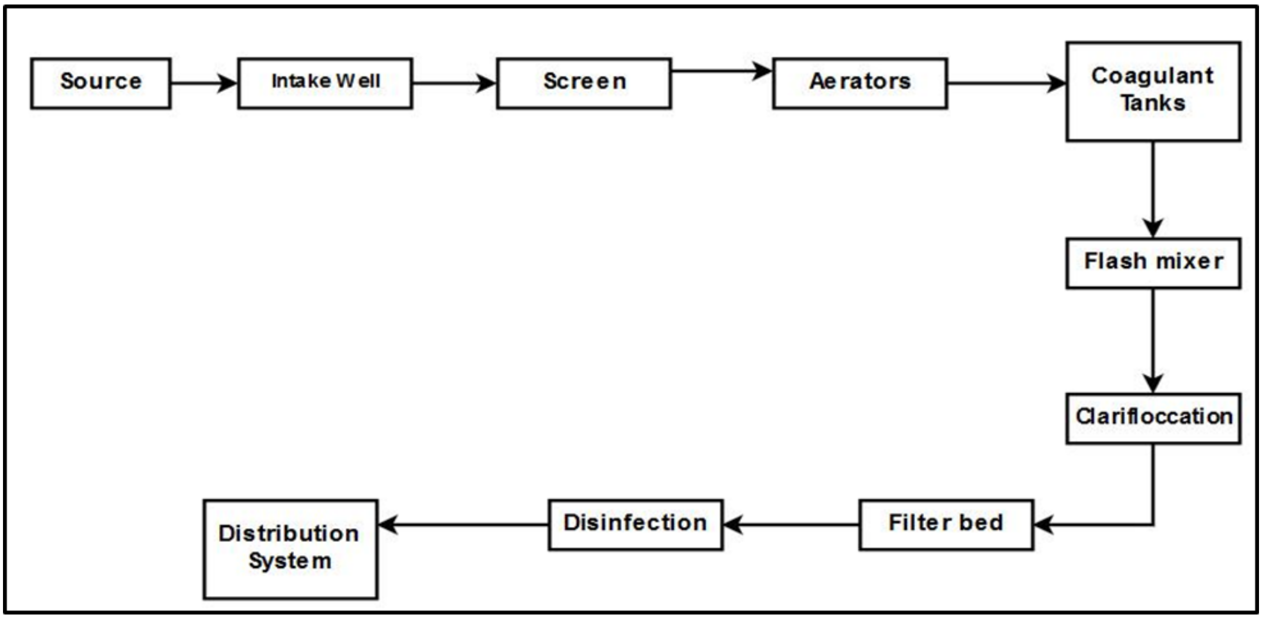


Figure 2.1 पाणीपुरवठा योजनेची प्रवाह
(स्रोत- https://bit.ly/4gqtyks)

2.1.2 पाणी पुरवठा योजनेच्या युनिटचे कार्य (Functions of Units)–

a) **पाण्याचा स्रोत (Source) :** पुरवठा व्यवस्थेसाठी कच्चे पाणी पुरविणे.
b) **सेवन संरचना (Intake Structure) :**स्त्रोतापासून पाणी गोळा करणे आणि ते उपचार प्रकल्पाकडे निर्देशित करणे
c) **तपासणी (Screening) :** पाण्यातून मोठे पदार्थ काढून टाकण्यासाठी.
d) **ऐरिएशन (Aeration) :** पाण्यातून दुर्गंधी आणि दुर्गंधी दूर करण्यासाठी
e) **अवसादन (Sedimentation) :** जड कण स्थिर करणे.

f) **कोग्युलेशन आणि फ्लॉक्युलेशन (Coagulation & Flocculation) :** सहजपणे काढून टाकण्यासाठी लहान कण एकत्रित करणे.
g) **गाळणी (Filtration) :** सूक्ष्म कण आणि सूक्ष्मजीव काढून टाकणे.
h) **निर्जंतुकीकरण (Disinfection) :** हानिकारक जीवाणू नष्ट करण्यासाठी (e.g., क्लोरिनेशन, अतिनील उपचार)
i) **वितरण प्रणाली (Distribution System) :**ग्राहकांना प्रक्रिया केलेले पाणी पोहोचवणे.

2.1.3 पाणी शुद्ध करण्याच्या पद्धती पुढीलप्रमाणे आहेत.

a) तपासणी
b) ऐरिएशन
c) अवसादन
d) गाळणक्रिया
e) निर्जंतुकीकरण
f) विविध प्रक्रिया

2.1.3.1. तपासणी (Screening) –

व्याख्याः(Defination): जल शुद्धीकरणाचा पहिला टप्पा म्हणजे तपासणी, ज्यामुळे मासे, प्लास्टिक, पाने आणि फांद्या यासारख्या मोठ्या तरंगत्या आणि लटकलेल्या सामग्रीपासून सुटण्यास मदत होते. हे पंप, पाईप्स आणि इतर प्रक्रिया उपकरणांमध्ये अडथळे आणि नुकसान रोखण्यात मदत करते.

2.2.1.3.2 स्क्रीनचे प्रकार (Types of Screens)

1) उघडण्याच्या आकारानुसार
- कोर्से स्क्रीन
- मेडीयम स्क्रीन
- फाईन स्क्रीन

2) स्क्रीनच्या स्थितीनुसार
- फिक्स्ड स्क्रीन
- मुव्हेबल स्क्रीन

1. उघडण्याच्या आकारानुसार (According to the size of opening)

कोर्से स्क्रीन (Coarse Screen)- कोर्से स्क्रीन बार ग्रिलच्या स्वरूपात असतात. पट्ट्या 25 मि. मी. आकाराच्या असतात आणि मध्यभागी 75 ते 100 मि. मी. अंतरावर असतात. सहज साफसफाईसाठी बार 45° ते 65° वर झुकत ठेवण्यात आले.

कार्यः(Use) लॉग, फांद्या आणि प्लास्टिक यासारखे मोठे अवशेष काढून टाकते. **उपयुक्तताः** पंपांची अडखळण टाळण्यासाठी नद्या, तलाव आणि जलाशयांच्या अंतर्ग्रहण संरचनांमध्ये वापरले जाते.

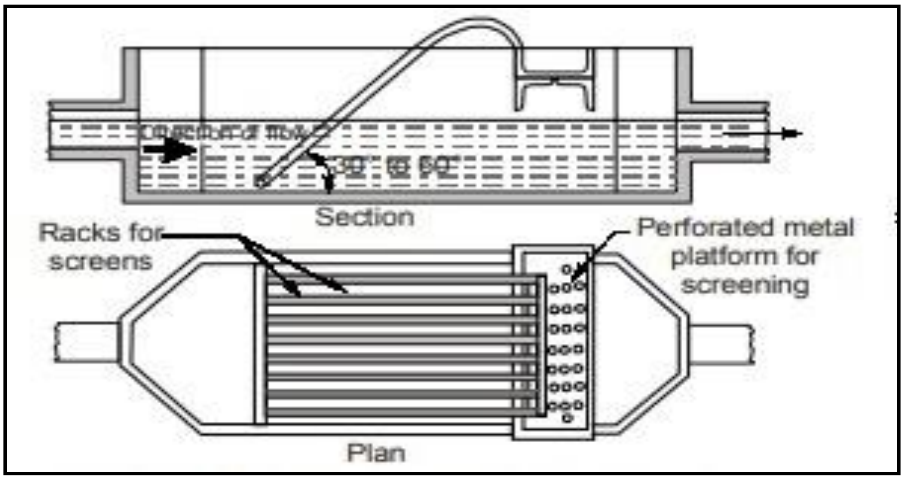


Figure.2.2 Coarse Bar Screen
(स्रोत-https://bit.ly/4hBXUS6)

ii. मेडीयम स्क्रीन (Medium Screen)-

पट्ट्यांमधील अंतर सुमारे 6 मिमी ते 40 मिमी आहे जलशुद्धीकरण प्रकल्पात याला फारसे महत्त्व नाही.

iii. फाईन स्क्रीन(Fine Screen)

Fine स्क्रीन बार ग्रिलच्या स्वरूपात आहेत. बार.पट्ट्या 25 मि. मी. आकाराच्या असतात आणि मध्यभागी 75 ते 100 मि. मी. अंतरावर असतात.सहज साफसफाईसाठी बार 45° ते 65° वर झुकत ठेवले गेले.

कार्यः पाने, फांद्या आणि मासे यासारखे लहान कण काढून टाकते.

उपयुक्तताः(Uses) गाळ किंवा जमावट प्रक्रियेपूर्वी वापरले जाते.

2. स्क्रीनच्या स्थितीनुसार (Condition of screen)

फिक्स्ड स्क्रीन(Fixed Screen) ज्या पडद्यांना कायमस्वरूपी सेट केले जाते त्यांना फिक्स्ड स्क्रीन म्हणतात.

मुव्हेबल स्क्रीन(Movable Screen) त्यांच्या कार्यरत कालावधीत मुव्हेबल स्क्रीन स्थिर असतात. जेव्हा जेव्हा साफसफाईची आवश्यकता असते, तेव्हा मुव्हेबल स्क्रीन वर उचलला जातो आणि त्यांच्या स्थानावरून काढून टाकला जातो.

मुव्हीग स्क्रीनः ते त्यांच्या कार्यरत कालावधीत मुव्ह होतात आणि स्वयंचलितपणे स्वच्छ होते.

2.1.5.ऐरिएशन(Aeration)

कार्बन डाय ऑक्साईडसारखे विरघळलेले वायू काढून टाकण्यासाठी आणि लोहासारख्या विरघळलेल्या धातूंचे ऑक्सिडीकरण करण्यासाठी पाणी आणि हवा जवळच्या संपर्कात आणण्याची प्रक्रिया.

2.1.5.1 उद्दिष्ट (Objective)

खराब चव आणि गंध निर्माण करणारे H2S, CO2 सारखे अस्थिर पदार्थ आणि वायू काढून टाकणे. ताजेपणा देण्यासाठी पाण्यात ऑक्सिजनची पातळी वाढवणे.लोह आणि एम.चे ऑक्सिडीकरण करणे जेणेकरून ते अवक्षेपित आणि काढले जाऊ शकतीलऐरिएशन करताना पाणी हलवून जीवाणू काही प्रमाणात नष्ट करणे.

2.1.5.2 ऐरिएशनच्या पद्धती (Methods of Aeration)

- कारंजे वापरून, नळी फवारणी पध्दत
- कॅस्केड एरेटर्स
- इन्कलाइनड अप्रोन एरेटर्स
- ट्रिकलिंग बेड
- एअर डी फ्युजन एरेटर्स

A. कारंजे वापरून, नळी फवारणी पध्दत (Using fountains, spray nozzles)- जेव्हा कारंज्याच्या कृतीच्या प्रभावाखाली पाणी सोडले जाते, तेव्हा एक बारीक फवारणी तयार होते.फवारणीमुळे पाण्याचे अविश्वसनीयपणे लहान थेंब तयार होतात.हवेच्या संपर्कात येणाऱ्या पाण्याचे पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ वाढवा.स्प्रे नलिका चालविण्यासाठी, 0.7 ते 1.4 किलो/सेमी 2 दबाव आवश्यक आहे.या एरेटर्सद्वारे H2S आणि CO2 90% पर्यंत काढले जातात.फवारणी नळी स्थिर किंवा गतिशील असू शकते.

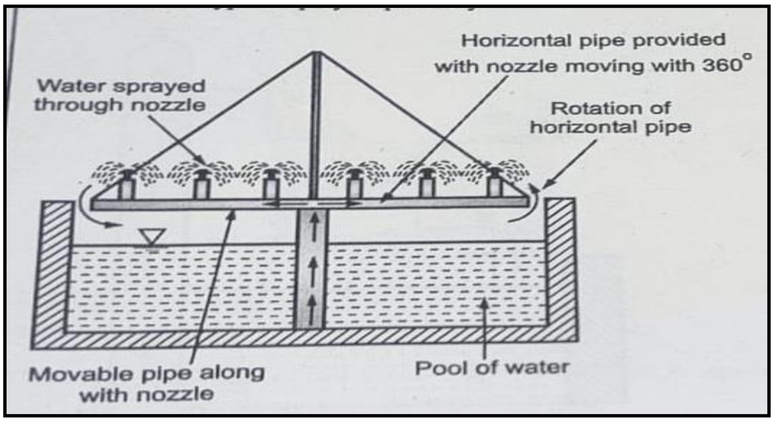


Figure 2.3 मुव्हेबल प्रकारचा स्प्रे नोजल
(स्रोत -https://bit.ly/3Q5UBXJ)

B.कॅस्केड एरेटर्स (Cascade aerators) - हे सर्वात सोपे फ्री फॉल एरेटर्स आहेत. अशा वायुवाहकामध्ये 3 किंवा 4 पायऱ्या असतात.1 ते 3 मीटर उंचीवरून पाणी पडते.

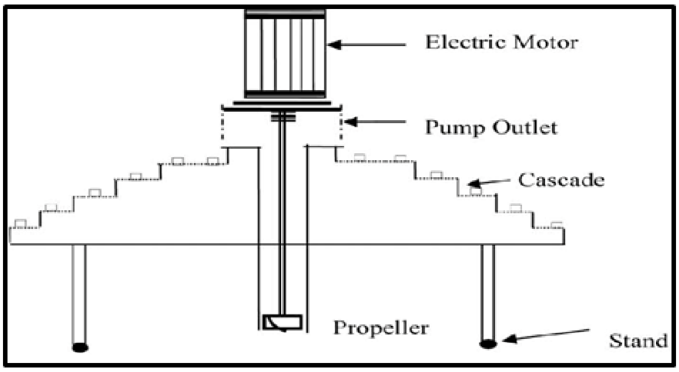


Figure 2.4 वर्तुळाकार कॅस्केड एरेटर्स

(स्रोत - https://bit.ly/40JEGmY)

C. इन्कलाइनड अप्रोन एरेटर्स (Inclined Apron Aerator) -ऐरिएशन करण्यासाठी पाण्याचा वाहणारा प्रवाह तोडण्यासाठी या प्रकारच्या वायुवाहक पाण्याला रिफल प्लेट्ससह इन्कलाइनड अप्रोन जोडले जाते.रिफल प्लेट चांगल्या स्थितीसाठी पाण्याचा प्रवाह खंडित करते.

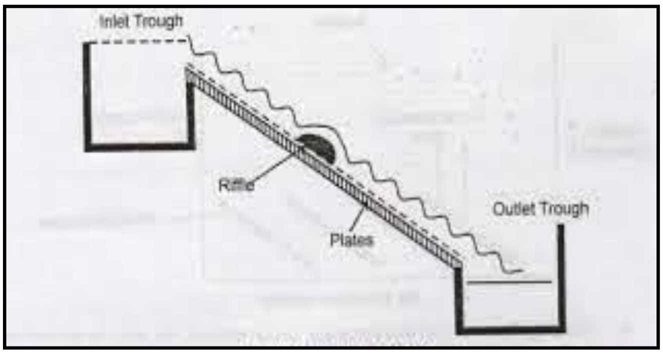


Figure 2.5 इन्कलाइनड अप्रोन एरेटर्स
(स्रोत -https://bit.ly/40XogIG)

ट्रिकलिंगबेड-(Trickling beds)

बेड किंवा ट्रेवर छिद्रित पाईपचा वापर करून, पाणी एका टाकीमध्ये सोडले जाते जे उंचीवर ठेवले जाते आणि खाली सोडले जाते. पाणी खडक, कोक, रेव, स्लॅग आणि मीडियाच्या स्थिर तळाशी खाली वाहते, ज्यामुळे सूक्ष्मजीव चिकणमातीचा (बायोफिल्म) थर तयार होतो जो मीडिया बेडला झाकतो. 5 ते 7.5 सेंमी वाळू, कोक आणि स्लॅग असलेले ट्रे. एकाच्या वर एक अनुलंबपणे एका अनुक्रमिक मांडलेले असतात. सलग दोन ट्रेमध्ये 15 सें. मी. अनुलंब अंतर असते. एका बेड वरून दुसऱ्या बेडवर ओसरल्यानंतर पाणी शेवटी गोळा करणाऱ्या बेड च्या तळाशी जमा होते. कॅस्केड पद्धतीच्या तुलनेत, हा एरेटर्स लोह आणि मॅंगनीज अधिक प्रभावीपणे काढून टाकतो.

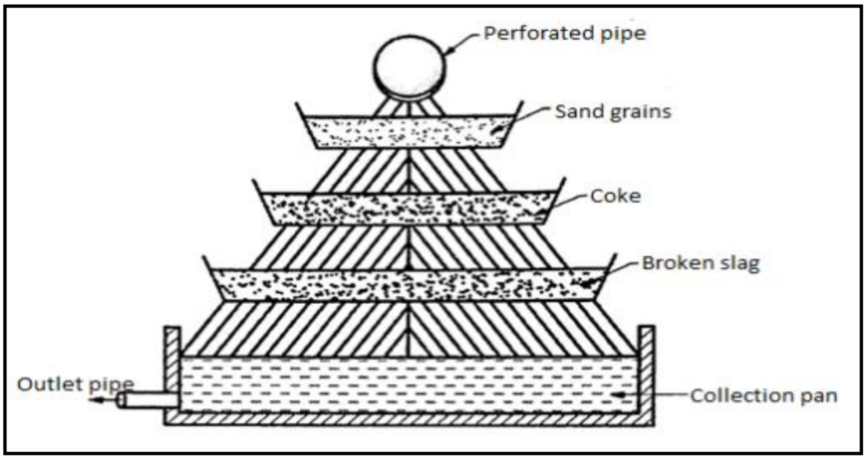


Figure 2.6 ट्रिकलिंग बेड
(स्रोत -https://bit.ly/4hBXUS6)

एअरडीफ्युजन एरेटर्स (By air diffusion)

छिद्रित पाईप टाक्यांच्या तळाशी बसवले जातात. या नव्यांमधून संकुचित हवा वाहिली जाते. टाकीच्या तळापासून वर येताना हवेचे बुडबुडे टाकीमध्ये असलेल्या पाण्याच्या जवळच्या संपर्कात येतात आणि अशा प्रकारे पाण्याचे ऐरिएशन साध्य होते.ऐरिएशन टाक्यांची खोली साधारणपणे सुमारे 2.5 मीटर ते 3 मीटर असते आणि ते सामान्यतः 15 मिनिटांच्या किमान प्रतिबंध कालावधीसह सतत प्रवाहाच्या तत्त्वावर काम करतात.प्रति 1000 लिटर पाण्यात वापरल्या जाणार्या हवेचे प्रमाण 0.3 m^3 ते 0.6 m3 पर्यंत बदलते.

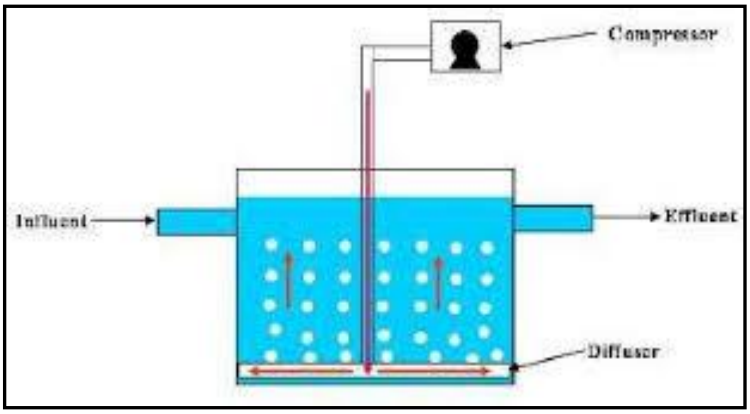


Figure. 2.7 एअर डी फ्युजन बेसिन
(स्रोत - https://bit.ly/3WFY4jy)

2.1.6 प्लेनसेडिमेंटेशन (Plain sedimentation)

जेव्हा पाण्यातील निलंबित पदार्थ गुरुत्वाकर्षणाच्या कृतीद्वारे वेगळे केले जातात, तेव्हा या प्रक्रियेला प्लेन सेडिमेंटेशन म्हणतात. कणांचा आकार 0.01 मिमी आणि त्या पेक्षा जास्त, विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण 1 पेक्षा जास्त आहे.

2.1.7 सेडिमेंटेशन सह कोग्युलेशन(Sedimentation with Coagulation)

विद्युत प्रभार निष्प्रभावी करण्यासाठी पाण्यामध्ये विशिष्ट रसायने मिसळण्याच्या आणि अशुद्धतेच्या निलंबित आणि कोलॉइडल कणांना शोषून घेण्यासाठी आणि आत घुसवण्यासाठी अघुलनशील, जिलेटिनस फ्लोक्युलेंट अवक्षेप तयार करण्याच्या प्रक्रियेला कोग्युलेशन म्हणतात.

2.1.7.1 कोग्युलेशनची तत्त्वे (Principles of Coagulation)

फ्लॉकची निर्मिती (Floc formation)

जेव्हा कोग्युलंट पाण्यात घातले जाते तेव्हा अद्राव्य जिलेटिनस अवक्षेप तयार होतो. आपण याला अवक्षेप फ्लॉक म्हणतो. फ्लोकमध्ये पाण्यातील निलंबित दूषित पदार्थ पकडण्याची क्षमता असते कारण ते टाकीच्या तळाशी उतरते.

विजेचे शुल्क (Electric charges)-

नकारात्मक चार्ज केलेले चिकणमातीचे कण सकारात्मक चार्ज केलेल्या फ्लोककडे ओढले जातात, ज्यामुळे ते पाण्यातून काढले जातात.

2.1.7.2 कोग्युलेशन प्रकार(Type of Coagulation)

- अॅल्युमिनियम सल्फेट
- क्लोरिनेटेड तांबे
- फेरस सल्फेट आणि चुना
- मॅग्नेशियम कार्बोनेट आणि चुना
- सोडियम एल्युमिनेट

अॅल्युमिनियम सल्फेट (Aluminum sulphate)

याचा संदर्भ केवळ फिल्टर अलम किंवा अलमशी आहे. त्याची आण्विक रचना Al2 (so 4) 3 $18H_2O$ आहे. पाण्यावर उपचार करताना, अलम सामान्यतः वितरीत केली जाते आणि घन किंवा परिपूर्ण गाठी म्हणून वापरली जाते जी नंतर द्रावणात ठेवली जाते. कोग्युलंट म्हणून अलम वापरण्याचे काही फायदे खालीलप्रमाणे आहेत.यामुळे पाण्याची चव आणि गंधही कमी होतो. ते स्वस्त आहे. त्यातून स्फटिकासारखे स्वच्छ पाणी मिळते. पाण्यात सामान्यतः बायकार्बोनेट अल्कॅलिनिटी असते आणि अलम आणि यकार्बोनेट अल्कॅलिनिटी दरम्यान होणारी रासायनिक प्रतिक्रिया खालीलप्रमाणे आहेः

2Al (OH) 3 + $3CaSo_4$ + $18H_2O$ + $6CO_2$ = Al_2 (तर 4) 3 $18H_2$ + 3Ca $(HCO3)_2$

परिणामी अॅल्युमिनियम हायड्रॉक्साईड फॉलीक वर्तन दर्शवितो आणि पाण्यात अद्राव्य असतो. कमी किंवा क्षारीयता नसलेल्या पाण्यावर चुना लावला जातो. रासायनिक प्रक्रिया खालीलप्रमाणे आहेः

2Al (OH) 3 + $3CaSO_4$ + $18H_2O$ = Al_2 (तर 4) 3 18H2O + 3Ca $(OH)_2$

असे आढळून आले आहे की हे कोग्युलंट 6.5 ते 8.5 च्या पीएच श्रेणीमध्ये सर्वोत्तम कार्य करते. नियमित पाण्यासाठी अलम विशिष्ट मात्रा 14 मिलीग्रॅम प्रति लिटर असते, परंतु व्यवहारात ती 5 ते 30 मिलीग्रॅम प्रति लिटरपर्यंत असू शकते.

b) क्लोरिनेटेड कॉपर (Chlorinated copper)

फेरस सल्फेटचे द्रावण आणि क्लोरीन स्थिर झाल्यावर खालील रासायनिक प्रतिक्रिया उद्भवते.

7H2O + 3Cl2 = $2Fe_2$ (SO4) 3 + 2FeCl3 + $42H_2O6$

फेरिक सल्फेट $Fo_2(SO_4)_3$ आणि फेरिक क्लोराईड एकत्र केले जातात क्लोरिनेटेड कॉपरची प्रत्येक संयुगे एकट्याने चांगले कार्य करतात आणि ते एकत्र देखील चांगले कार्य करतात. कोग्युलंट म्हणून चुना स्वतंत्रपणे वापरल्यास, फेरिक सल्फेट आणि फेरिक क्लोराईड (FeCl3) या दोन्हीमुळे खालील रासायनिक प्रतिक्रिया होऊ शकतात.

$3CaCl_2$ + 2Fe $(OH)_3$ $2Fecl_3$ + 3Ca (OH) т =$3CaSO_4$ + 2Fe (OH) 3 = 3Ca $(OH)_3$ + 3Ca $(OH)_2$

या फ्लॉकची निर्मिती फेरिक हायड्रॉक्साईड Fe (OH) 3 द्वारे होते.फेरिक सल्फेटसाठी प्रभावी पीएच बदल 4 ते 7 दरम्यान आणि 9 पेक्षा जास्त असतो.फेरिक क्लोराईडसाठी प्रभावी पीएच श्रेणी 3.50 ते 6.50 आणि 8.50 पेक्षा जास्त आहे.

c) फेरस सल्फेट आणि चुना (Ferrous sulphate and lime)

जेव्हा पाण्यामध्ये फेरस सल्फेट आणि चुना मिसळला जातो, तेव्हा खालील रासायनिक अभिक्रिया होते.

$$FeSO_4.7H_2O + Ca(OH)_2 = Fe(OH)_2 + CaSO_4 + 7H_2O.$$

फेरस हायड्रॉक्साईड $Fe(OH)_2$ अशा प्रकारे पाण्यातील ऑक्सिजन आणि फेरिक हायड्रॉक्साईड खालील रासायनिक अभिक्रियेनुसार तयार होतात.

$$4Fe(OH)_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3.$$

फेरिक हायड्रॉक्साईड $Fe(OH)_3$ हे फ्लॉक तयार करते. फेरस सल्फेटसाठी, प्रभावी पीएच श्रेणी 8.50 आणि त्याहून अधिक आहे.

d) मॅग्नेशियम कार्बोनेट आणि चुना(Magnesium carbonate and lime)

जेव्हा मॅग्नेशियम कार्बोनेट विरघळते आणि चुन्यासह पाण्यात मिसळले जाते तेव्हा खालील प्रतिक्रिया होते.

$$Mg CO_3 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + Ca Co_3$$

मॅग्नेशियम हायड्रॉक्साईड Mg (OH) 2 आणि कॅल्शियम कार्बोनेट ही संयुगे पाण्यात अद्राव्य असतात आणि या प्रक्रियेत तयार झालेल्या गाळामध्ये Mg (OH) 2 आणि Ca Co3 चा मैला असतो. हे कोग्युलंट सध्या वापरात नाही.

e) सोडियम एल्युमिनेट(Sodium Aluminate)

या कोग्युलंटची रासायनिक रचना

$$Na_2Al_2O_4+Ca(HCO_3)_2=Ca\ Na_2\ Na_2\ Na_2Al_2\ O_4+Na_2CO_3+CO_2+H_2O \rightarrow (1)$$

$$Na\ Al_2\ O_4+ Ca\ Cl_2= Ca\ Al_2\ O++2NaCl.........(2)$$

$$Na\ Al_2\ O_4= ca\ Al_2\ O_4+ Na_2\ So_4.............(3)$$

हे कोग्युलंट 5 समीकरण (1) मध्ये पाहिल्याप्रमाणे कार्बोनेट किंवा टेम्पर्स किंवा कडकपणा काढून टाकते आणि समीकरण (2) आणि (3) मध्ये पाहिल्याप्रमाणे नॉन-कार्बोनेट किंवा कायमस्वरूपी कडकपणा देखील काढून टाकते. या कोग्युलंटसाठी पीएच मूल्याची प्रभावी श्रेणी 6 ते 8.5 आहे.

हे कोग्युलंट महाग आहे आणि त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात पाण्यावर प्रक्रिया करण्यासाठी त्याचा अवलंब केला जाऊ शकत नाही.

2.1.7.3 जार चाचणी (Jar Test)–

खराब पाण्याचे नमुने असलेले 6 जार भरून घ्या (500-1000 एम.एल.)यावेळी H2SO4 किंवा NaOH/चुना वापरून मिश्रण करताना सर्व जारचे पीएच इष्टतम (@7) वर समायोजित करा. प्रत्येक बरणीमध्ये निवडलेल्या कोग्युलंटचे (अलम किंवा लोह) वेगवेगळे डोस घाला (कोग्युलंट डोसः 0 ते 50 मिग्रॅ/लिटर ते 10 मिग्रॅ/लिटर यादरम्यान). प्रत्येक बरणीतिल मिश्रण 100 ते 150 आर. पी. एम. वर 1 मिनिटासाठी जलद मिसळा. जलद मिश्रण प्रत्येक कंटेनमेंटमध्ये कोग्युलंट पसरवण्यास मदत करते,25 ते 30 मिनिटांसाठी ढवळण्याची गती 25 ते 30 आरपीएमपर्यंत कमी करा. मिक्सर बंद करा आणि फ्लॉक 30 ते 45 मिनिटे बसू द्या. मग प्रत्येक बरणीतील अंतिम अवशिष्ट विद्राव्यता मोजा. कोग्युलंट डोस विरुद्ध अवशिष्ट टर्बिडिटी ग्राफ प्लॉट करा.

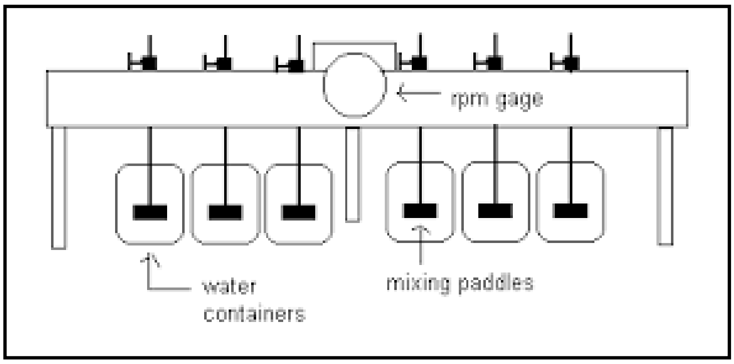


Figure. 2.8 जार चाचणी उपकरण
(स्रोत - https://bit.ly/3EnkAqX)

2.1.7.4. कोग्युलेशन प्रक्रिया(Process of Coagulation)

(1) ड्राय फिडींग (Dry feeding)

ड्राय फिडींगत वापरली जाणारी तीन सामान्य उपकरणे आहेत
(अ) दात असलेल्या चाकांचे उपकरण
(ब) हेलिकल स्क्रू उपकरण

प्रत्येक युनिटला एक शंकूच्या आकाराच्या हॉपर टाक्या पुरविल्या जातात, ज्यांची पूड शंकूच्या आकाराच्या हॉपर टाकीत ठेवली जाते आणि ती मिश्र खोऱ्यांमध्ये पडू दिली जाते.चूर्ण केलेल्या रसायनाची कमान होण्यापासून रोखण्यासाठी टाकीच्या आत उत्तेजक प्लेट्स पुरविल्या जातात.दांतेदार चाक किंवा हेलिकल स्क्रू यंत्राचा वेग फिडींगच्या मात्रेचे नियमन करतो.त्या बदल्यात यंत्रणा मिक्सिंगमधील व्हेंटुरी डिव्हाइसशी जोडलेली असते.Figure.2.1.7 (अ) आणि (ब) बेसिन दांतेदार चाक आणि हेलिकल स्क्रूद्वारे ड्राय फिडींग दर्शविते.

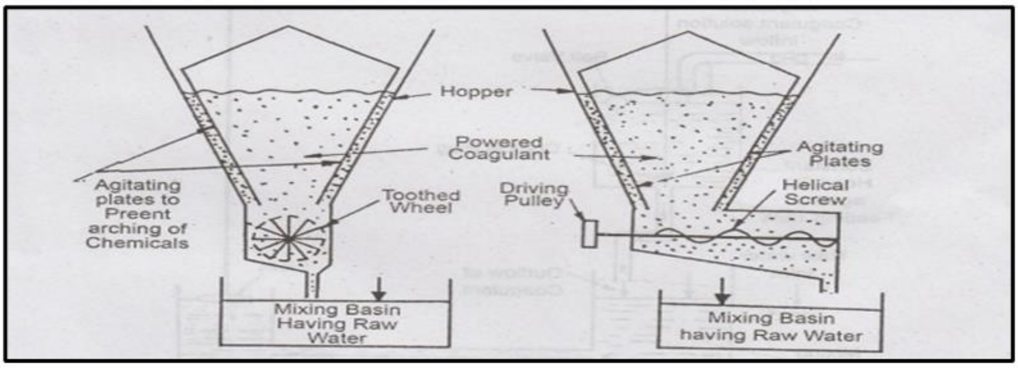


Figure. 2.9 ड्राय फिडींग
(स्रोत - https://bit.ly/410IIZm)

वेट फिडींग (Wet feeding)

या पद्धतीमध्ये आवश्यकतेनुसार सोल्यूशन तयार करणे आणि तो टाकीमध्ये साठवणे समाविष्ट आहे. एका यंत्रणेद्वारे, हे उत्पादित सोल्यूशन नंतर पाण्याच्या प्रवाहाच्या संदर्भात आवश्यक प्रमाणात मिश्रण

वाहिनीमध्ये वितरीत केले जाते. वेट फिडींगचा प्रश्न येतो तेव्हा दोन वेगवेगळ्या प्रकारच्या यंत्रणा वापरल्या जातातः

(अ) शंकूच्या आकाराच्या प्लगद्वारे वेट फिडींग

(ब) ॲडजस्टेबल वेयरद्वारे वेट फिडींग.

कोग्युलेशन जोडण्याचे नियमन पाण्याच्या प्रवाहाच्या प्रमाणात शंकूच्या आकाराच्या प्लग व्यवस्थेद्वारे केले जाते.त्याच्या पृष्ठभागावर आयताकृती छिद्रे असलेला सरकणारा नळाकार हा ॲडजस्टेबल वेअरचा आकार आहे.फ्लोट गॅझेट एडजस्टेबल वेयरसह येते. फ्लोट चॅनेल आणि खराब पाण्याच्या चॅनेलमध्ये एक संबंध आहे.

2. मिश्रण करणे (Mixing)

जेव्हा कोग्युलंटचे प्रमाण पाण्याच्या संपूर्ण वस्तुमानात जोडले जाते, तेव्हा ते पूर्णपणे विखुरले पाहिजे. त्यामुळे जोडलेले कोग्युलंट पाण्यात पूर्णपणे पसरण्यासाठी, मिश्रण साधने वापरली जातात.

मिश्रणाची विविध उपकरणे आहेत जसे की

(अ) संपीड़ित वायु उपकरण

(ब) केंद्रापसारक पंप

(क) फ्लूमसह मिक्सिंग चॅनेल

(ड) ढोबळ भिंतींसह खोऱ्याचे मिश्रण

(ई) यांत्रिक उपकरणांसह खोऱ्याचे मिश्रण

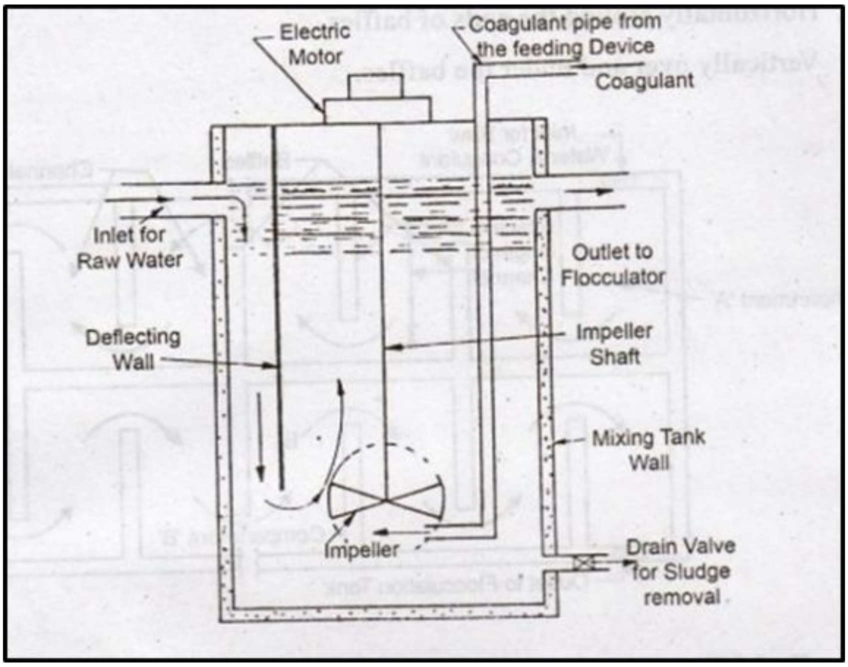


Figure. 2.10 फ्लॅश मिक्सर
(स्रोत - https://bit.ly/4102qV1)

3. फ्लोक्युलेशन (Flocculation)

या प्रक्रियेमध्ये 'फ्लॉक्स' म्हणून ओळखले जाणारे संक्षिप्त, पटकन स्थिर होऊ शकणारे कण तयार

करण्यासाठी यांत्रिक उपकरणांचा वापर केला जातो. फ्लॉक्युलेशन म्हणून ओळखल्या जाणार्या संथ हालचाल प्रक्रियेद्वारे एक मोठा आणि सहजपणे स्थिर होऊ शकणारा फ्लॉक तयार होतो, जो गोठलेल्या पाण्यात वेग प्रवण तयार करतो आणि अस्थिर कणांना एकत्र जमण्यास भाग पाडतो. फ्लॉक्युलेशन प्रक्रिया पार पाडण्यासाठी फ्लॉक्युलेशन टाकी म्हणून ओळखली जाणारी टाकी किंवा खोरे वापरली जाते. फ्लोक्कुलेशन टाकीमध्ये, फिरत्या पॅडल्समुळे होणाऱ्या संथ मिश्रणाचा परिणाम म्हणून फ्लॉक वाढतो. डोर्र ऑलिव्हर आणि CO-U.S.A. यांनी तयार केलेला डोरोको-फ्लोक्युलेटर हा सर्वात जास्त वापरला जाणारा फ्लोक्युलेटर आहे.

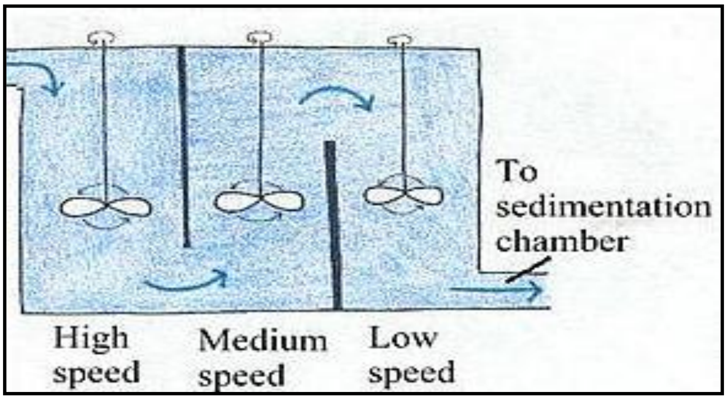


Figure. 2.11 फ्लॉक्युलेशन बेसिन
(स्रोत - https://bit.ly/3CCtRea)

4.क्लारिफिकेशन (Clarification)

फ्लॉक्युलेशन प्रक्रियेनंतर, पाणी सेटलमेंट बेसिन किंवा क्लॅरिफायर्स म्हणून ओळखल्या जाणार्या ठिकाणी हस्तांतरित केले जाते. दोन ते तीन तास पाणी साठवण्यासाठी क्लॅरिफायर्सचा वापर केला जातो. फ्लॉक्युलेशन प्रक्रियेदरम्यान आधीच तयार झालेला फ्लॉक धारणा वेळेत गाळ तयार करण्यासाठी स्थिर होतो. फिल्टर टाक्यांना अतिरिक्त शुध्दीकरणासाठी स्वच्छ पाणी मिळते. निराकरण करण्यासाठी, 1000-1200 लिटर प्रति मीटर/तास ओव्हरफ्लो दर राखला जातो. विजेवर चालणारे यांत्रिक उपकरण स्पष्टीकरणांमध्ये तयार झालेला किंवा जमा झालेला गाळ सतत काढून टाकते.

1. 2.1.7.5 सेडिमेंटेशन टँकचे प्रकार (Types of sedimentation tanks)

1. आयताकृती टँक (Rectangular Tank)
2. वर्तुळाकार टँक(Circular Tank)
3. हॉपर बॉटम टँक(Hopper Bottom Tank)

1. आयताकृती टँक (Rectangular Tank)-

हे आकाराने आयताकृती आहेत आणि त्यात मोठ्या संख्येने बॅफल वॉलचा समावेश आहे.
येणाऱ्या पाण्याचा वेग कमी करणे हे बॅफल वॉलचे कार्य आहे.
बॅफल वॉलचे ओपनिंग वेगवेगळ्या उंचीवर दिले जाते.

फायदे -

• टाकीमध्ये सतत प्रवाह.

• देखरेख आणि श्रम कार्य कमी आहे.
• टँकच्या वरच्या बाजूला दिलेल्या आउटलेटमुळे हेड लॉस कमी होतो.
• टँक सिरीजमध्ये मांडल्या जातात, त्यामुळे एकाची देखभाल करणे सोपे असते.
• टँकच्या वेळेतील सततच्या प्रवाहामुळे कचऱ्याचे प्रमाण कमी आहे.
• शुद्ध पाणी साठवण्यासाठी टँकची आवश्यकता नसते, त्यामुळे बांधकाम खर्च कमी असतो.

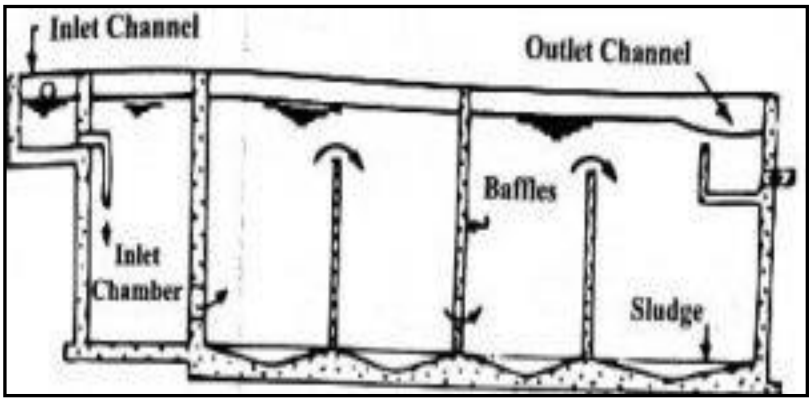


Figure. 2.12 आयताकृती सेडिमेंटेशन
(स्रोत - https://bit.ly/4gpOSGX)

3. **वर्तुळाकार टँक(Circular Tank) -**

बांधकामाच्या दृष्टीने वर्तुळाकार गाळ टाक्या महाग आहेत.टाकीच्या तळाशी उपलब्ध असलेल्या गाळ यांत्रिक स्क्रॅपरची विल्हेवाट लावण्यासाठी.या प्रकारच्या टाकीचा ओव्हरफ्लो रेट 1500 लिटरमीटर/तास/2 आहे.

गोलाकार टाकीचे दोन प्रकार आहेतः -

1. रेडिअल फ्लो
2. स्पायरल फ्लो

रेडिअल फ्लो (Radial Flow) –

डिफ्लेक्टर बॉक्सच्या बाजूला ठेवलेल्या मध्यवर्ती पाईपद्वारे पाणी या टाकीमध्ये प्रवेश करते.मुख्यतः प्रवाहाचा वेग कमी करण्यासाठी गोलाकार बॅफल बॉक्स प्रदान केला जातो.सर्व अशुद्धता टाकीच्या तळाशी स्थायिक झाल्या.गाळ स्क्रॅपरद्वारे काढला जातो (ज्याला रॅकिंग आर्म म्हणतात)जे सतत अगदी कमी वेगाने जमिनीभोवती फिरतात रॅकिंग आर्मचा कमाल वेग .4.5 मीटरतासापेक्षा जास्त नाही/

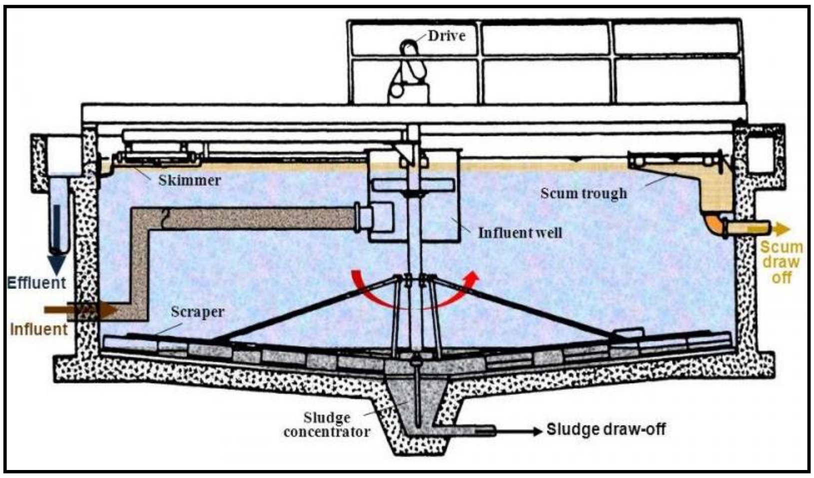


Figure. 2.13 रेडिअल फ्लो सेडिमेंटेशन टँक
(स्रोत - https://bit.ly/4aLsN4o**)**

स्पायरल फ्लो(Spiral Flow)

उभ्या गाळातून पाणी आत प्रवेश करते. तलावाच्या आत ब्लेडसह एक रॅकिंग आर्म आहे, ज्यामुळे त्याच्या परिमितीभोवती पाणी वाहू शकते. जेव्हा पाणी अतिशय कमी वेगाने वाहते आणि टाकीमध्ये साठते तेव्हा पाण्यातील निलंबित प्रदूषक गाळ बाहेरच्या प्रवाहातून काढले जाऊ शकतात. पाईप एक्झिटमधून स्वच्छ पाणी काढले गेले.

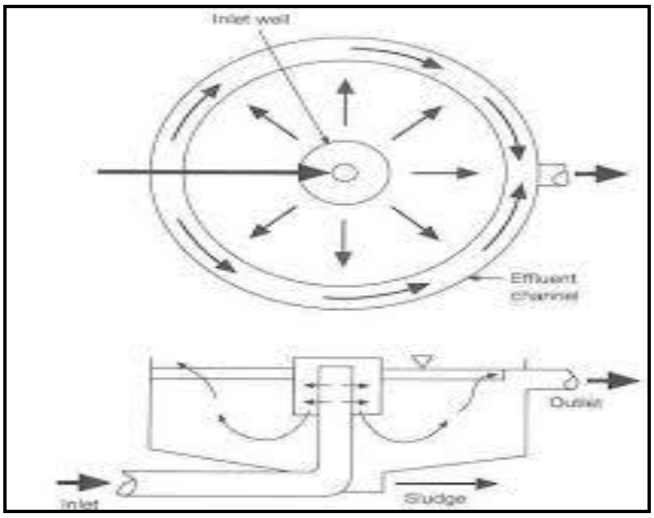


Figure. 2.14 स्पायरल फ्लो सेडिमेंटेशन टँक
(स्रोत - https://bit.ly/40LZbPG**)**

2. हॉपर बॉटम टँक(Hopper Bottom Tank)

या टाकीच्या पायथ्याची रचना हॉपरसारखी आहे.या टाक्यांमध्ये पाणी वरच्या दिशेने आणि खालच्या दिशेने वाहते, त्यामुळे त्यांना उभ्या प्रवाह टाक्या म्हणून ओळखले जाते.वरच्या इनलेट चॅनेलमध्ये पाणी या टाकीमध्ये प्रवेश करते.डिफ्लेक्टर बॉक्समुळे वरपासून खालपर्यंत पाणी वाहते.टाकीच्या तळाशी अशुद्धता जमा झाली. ड्रॉ-ऑफ चॅनेलद्वारे शुद्ध पाणी मिळते. गाळ वाहत्या रेषेद्वारे

टाकीमधून गाळ काढला जातो.अतिप्रवाह दर = 2000 लिटर/तास/मीटर^2,अटक कालावधीः 3-4 तास.

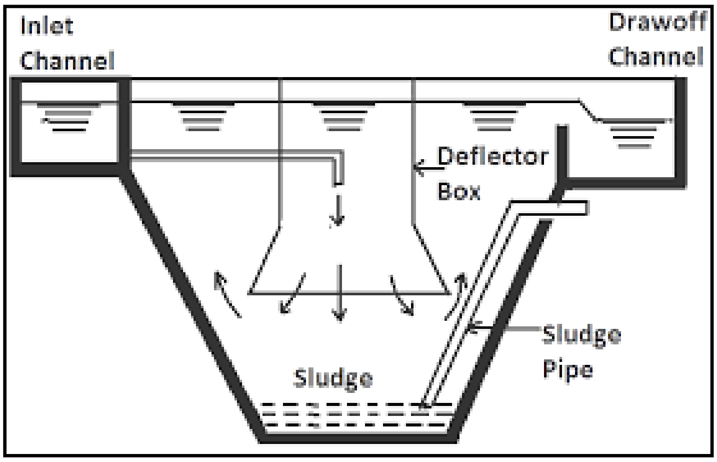


Figure. 2.15. हॉपर बॉटम सेडिमेंटेशन टँक
(स्रोत - https://bit.ly/3WHnPQw)

2.1.7.6 क्लॅरिफ्लोक्कुलेटर (Clariflocculator)

क्लॅरिफ्लोक्कुलेटर हे एक उपकरण आहे जे एकाच टाकीमध्ये फ्लॉक्युलेशन आणि क्लॅरिफाइंग एकत्र करते, ज्याला सेडिमेंटेशन देखील म्हणतात. तेथे दोन काँक्रीट टाक्या आहेत, ज्यापैकी बाहेरील बाजू स्पष्टीकरण म्हणून आणि आतील बाजू फ्लॉक्युलेशन खोरे म्हणून काम करते. खर्च कमी करण्यासाठी आणि कोग्युलेशन प्लांटची कार्यक्षमता सुधारण्यासाठी फ्लॉक्युलेशन आणि स्पष्टीकरण प्रक्रिया एकाच युनिटमध्ये केल्या जातात; दुसऱ्या शब्दांत, सेडिमेंटेशन, फ्लोक्युलेटर आणि फ्लास मिक्सरसह अनेक युनिट्सच्या प्रक्रिया क्लॅरिफ्लोक्कुलेटर म्हणून ओळखल्या जाणार्या एकाच युनिटमध्ये केल्या जातात. हे एकक, ज्याला डोर को-क्लॅरिफ्लोक्कुलेटर म्हणूनही ओळखले जाते, त्याची रचना डोर कंपनीने केली होती आणि ते Figure मध्ये दर्शविले आहे. 2.1.14 फिरत्या गाळ यंत्रणेसह, ही एक विशिष्ट अभिसरण गाळ टाकी आहे.फ्लॅश मिक्सर युनिट इनलेटमधून पाणी प्राप्त करते आणि रासायनिक फीड पाईप आवश्यक कोग्युलंट डोस प्रदान करते. त्यानंतर पाणी फ्लोक्युलेटिंग झोनमध्ये सोडले जाते, त्यानंतरच्या चेंबरमध्ये जेथे फिरणारे पॅडल्स हळूहळू स्थिर फ्लॉक तयार करण्यासाठी आणि पाण्यातील कोणतेही दूषित पदार्थ पकडण्यासाठी पाणी वितरीत करतात. जेव्हा फ्लॉक असलेले पाणी अधिक दूर जाते, तेव्हा फ्लॉकचे गाळण-ज्याला स्पष्टीकरण देखील म्हणतात-तळाशी होते आणि त्याला गाळ म्हणतात. गाळ गाळात पुनर्निर्देशित केला जातो जिथून तो हळूहळू फिरणाऱ्या यांत्रिक स्क्रॅपरद्वारे अधूनमधून पंप करून काढला जातो. जलशुद्धीकरण प्रकल्पांसाठी गोलाकार क्लॅरिफ्लोक्कुलेटर बसवणे अधिक योग्य आहे.

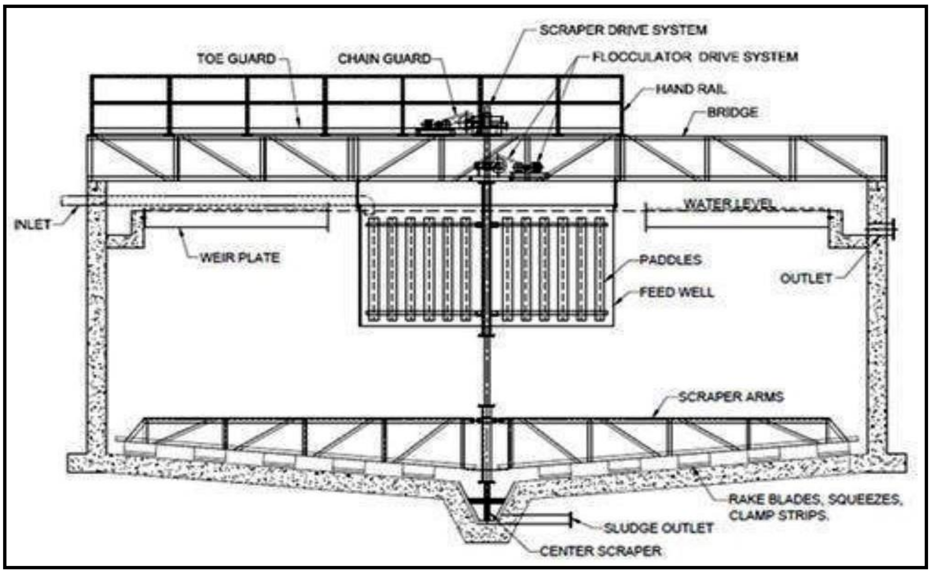


Figure. 2.16. क्लॅरिफ्लोक्कुलेटर

(स्रोत - https://bit.ly/3X9W4An**)**

2.2 फिल्टरेशन(Filtration)

अशुद्धतेचे प्रमाण आणखी कमी करण्यासाठी किंवा काढून टाकण्यासाठी, वाळूसारख्या बारीक ग्रॅगुलर मटेरियलच्या खाड्यांमधून पाणी फिल्टर केले जाते. बेड अशा ग्रॅगुलर मटेरियलमधून पार होण्याच्या प्रक्रियेला फिल्टरेशन प्रक्रिया म्हणतात.

2.2.1 फिल्टरेशनचे सिद्धांत (Theory of Filtration)

फिल्टरेशनचे सिद्धांत खालीलप्रमाणे आहेतः

i. मेकॅनिकल स्ट्रैनिंग (Mechanical Straining): ही पद्धत वाळूच्या कणांच्या अंतरातून बसू न शकणारे निलंबित कण काढून टाकते.

ii. सेडिमेंटेशन(Sedimentation): फिल्टरच्या वाळूच्या कणांमधील जागा छोट्या सेडिमेंटेशन टँकप्रमाणे कार्य करतात.

या जागांमध्ये अडकलेले अशुद्ध कण वाळूच्या कणांमध्ये हस्तांतरित केले जातात आणि नंतर फिल्टरच्या प्रक्रियेद्वारे काढून टाकले जातात

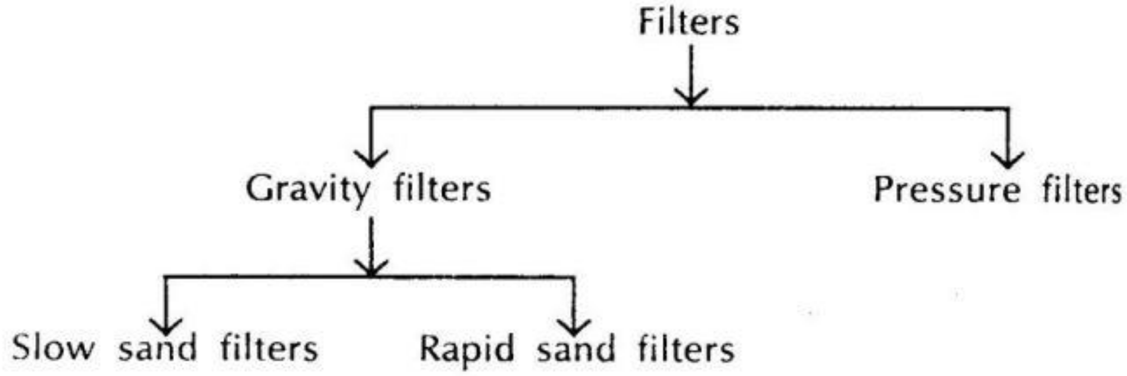
iii. बायोलॉजिकल मेटाबोलिझम (Biological Metabolism): जैविक चयापचय ही अशी प्रक्रिया आहे ज्याद्वारे जिवंत पेशी विकसित होतात आणि विभाजित होतात. जेव्हा जीवाणू त्यांच्या पोकळीमध्ये अडकतात तेव्हा वाळूच्या कणांभोवती प्राणीशास्त्रीय जेली किंवा फिल्म तयार होते. या Figureपटात जिवंत जीवाणूंच्या मोठ्या वसाहती आहेत. पाण्यातील सेंद्रिय दूषित पदार्थ हे जीवाणू खातात. एका गुंतागुंतीच्या चयापचय यंत्रणेद्वारे, ते अशा दूषित पदार्थांचे कमी हानिकारक रेणूंमध्ये रूपांतर करतात.

iv. इलेक्ट्रॉलॅटिक मॉडिफिकेशन (Electrolytic modifications): हे गृहीतक असे सांगते की नवीन रासायनिक संयुगे तयार होतात जेव्हा विरोधी इलेक्ट्रिक चार्ज असलेले दोन पदार्थ एकमेकांच्या संपर्कात येतात आणि इलेक्ट्रिक चार्ज तटस्थ होतात. फिल्टरचे काही वाळूचे दाणे विशिष्ट ध्रुवीयतेच्या

विजेने चार्ज केलेले दर्शविले गेले आहेत. म्हणून, जेव्हा विरघळलेल्या आणि निलंबित पदार्थांच्या कणांमध्ये वीज असते.जेव्हा या वाळूच्या कणांच्या संपर्कात विरुद्ध ध्रुवीयता येते, तेव्हा ते एकमेकांना निष्प्रभ करतात, ज्यामुळे पाण्याचे रासायनिक गुणधर्म बदलतात.

2.2.2 फिल्टरचे वर्गीकरणः (Classification of Filters)

फिल्टरचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे केले जातेः



वरील दोन वर्गीकरण एकत्र करून, खालील तीन प्रकारचे फिल्टर आहेत.

1) स्लो सॅण्ड फिल्टर
2) रॅपिड सॅण्ड फिल्टर
3) प्रेशर फिल्टर

1) स्लो सॅण्ड फिल्टर (Slow Sand Filters):

उद्देशः(Purpose): स्लो सॅण्ड फिल्टरच्या बाबतीत, पाणी सामग्रीच्या पृष्ठभागाच्या वर ठेवलेल्या वाळूच्या थरातून हळूहळू जाऊ दिले जाते आणि अशा प्रकारे शुध्दीकरण प्रक्रिया एकाच वेळी पाण्याची जैविक रासायनिक आणि भौतिक वैशिष्ट्ये सुधारत आहे. स्लो सॅण्ड फिल्टर हे विकसनशील देशांप्रमाणेच ग्रामीण भागासाठी अतिशय योग्य आहे कारण त्याचे कार्य सोपे आहे आणि कार्यपद्धती राखली जाते. त्यामुळे कमी खर्चात सुरक्षित पिण्याचे पाणी मिळते.

A. अत्यावश्यक पार्ट्स (Essential Parts) स्लो सॅण्ड फिल्टरमध्ये खालील पाच भाग असतात.

a) बंदिस्त टाकी (Enclosure tank)
b) निचरा प्रणाली अंतर्गत (Under drainage system)
c) मूलभूत साहित्य (Base material)
c) वाळू किंवा फिल्टर माध्यम (Sand or filter media)
d) उपयुक्तता(Appurtenances)

अ) बंदिस्त टाकी (Enclosure tank):

जलरोधक टाकी तयार करण्यासाठी एकतर वीट किंवा दगडी दगडी बांधकामाचा वापर केला जाऊ शकतो. जमिनीवर आणि बाजूंनाही जलरोधक साहित्य लावले जाते. सुमारे 100 मध्ये b1 ते 200 मध्ये 1 हा बेड स्लोप आहे. मुख्य ड्रेन टाकी सुमारे 2.50 आणि 3.50 मीटर खोल आहे. स्लो सॅण्ड फिल्टरचे पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ 30 ते 2000 मीटर किंवा त्याहूनही मोठे असू शकते.

ब) निचरा प्रणाली अंतर्गत(Under drainage system) Figure मध्यवर्ती आणि बाजूकडील नाल्यांचे Figureण करते जी निचरा प्रणाली तयार करते. बाजूकडील ड्रेन 2.5 ते 3.5 मीटर अंतरावर आहे आणि ते जवळपास थांबवले आहेत. टाकीच्या भिंतींपासून 500 ते 800 मिमी दरम्यान ते थांबले. हे नाले खुले जोडलेले पाईप असण्याची शक्यता आहे.

क) मूलभूत साहित्य (Base material) खडीचा वापर मूलभूत साहित्य म्हणून केला जातो आणि तो निचरा व्यवस्थेच्या वर ठेवला जातो. त्याची खोली 300 ते 750 मि. मी. पर्यंत असते. सामान्यतः ते स्तरित आणि श्रेणीबद्ध केले जाते. 150 मिमी सर्वात वरच्या थरासाठी लहान रेव आणि खालच्या थरासाठी मोठ्या रेवचा वापर केला पाहिजे. येथे सामान्य बेस मटेरियल भागाचे उदाहरण आहे.

1) सर्वात वरचा थर, आकार 3 मिमी ते 6 मिमी, खोली 150 मिमी
2) खोलीः 150 मिमी; आकारः 6 ते 20 मिमी
3) 150 मिमी खोली आणि 20 मिमी परिमाण

ड) वाळूचे माध्यम (Filter Media Of Sand) रेवच्या वर वाळूचा थर ठेवला जातो. वाळूच्या थराची खोली 600 मिमी ते 900 मिमी पर्यंत बदलते. वाळूचा प्रभावी आकार 0.20 मिमी ते 0.30 मिमी आणि एकरूपता गुणांक सुमारे 2 ते 3 पर्यंत बदलतो. वाळू जितकी बारीक असेल तितकी जीवाणू काढून टाकण्याच्या संदर्भात फिल्टरची कार्यक्षमता अधिक चांगली असेल परंतु अशा परिस्थितीत, फ्लिटरमधून आउटपुट कमी होते.

ई) उपयुक्तताः(Uses) स्लो सॅण्ड फिल्टरच्या कार्यक्षमतेसाठी विविध उपयुक्तता स्थापित केल्या पाहिजेत. वाळूच्या थरावरील पाण्याची खोली नियंत्रित करण्यासाठी हेडचे नुकसान मोजण्यासाठीची उपकरणे आणि टंकणासाठी फिल्टरद्वारे प्रवाहाचा दर योग्यरित्या स्थापित केला पाहिजे. वाळूच्या थरातून जाणारा उभ्या हवेचा पाईप फिल्टरिंग थराच्या योग्य कार्यात मदत करतो.

B. स्लो सॅण्ड फिल्टरचे काम आणि स्वच्छता (Working & Cleaning)

पाणी इनलेट चेंबरद्वारे फिल्टरमध्ये प्रवेश करण्यास परवानगी देते. ते फिल्टर माध्यमांमधून उतरते आणि या प्रक्रियेदरम्यान ते शुद्ध होते. त्यानंतर पाणी निर्गम कक्षात गोळा केले जाते आणि स्वच्छ पाणी साठवण टाकीमध्ये नेले जाते. पाण्याच्या गाळकाची खोली काळजीपूर्वक ठरवावी लागते. ते खूप लहान किंवा खूप उंच नसावे. साधारणपणे ते वाळूच्या फिल्टर मीडियाच्या प्रकाशाच्या बरोबरीने ठेवले जाते. स्वच्छतेच्या उद्देशाने वाळूचा वरचा थर सुमारे 15 मिमी ते 25 मिमी खोलीद्वारे काढून टाकला जातो किंवा काढला जातो. त्यानंतर पाणी फिल्टरमध्ये घातले जाते. परंतु वाळूच्या दाण्याभोवती फिल्म तयार होईपर्यंत शुद्ध केलेले पाणी वापरात घेतले जात नाही.

C. फिल्टरेशनचे प्रमाणः (Rate of Filtration) स्लो सॅण्ड फिल्टरचे प्रमाण 100 ते 200 लिटर/तास/ एम ^{2} फिल्टर क्षेत्रापर्यंत बदलते.

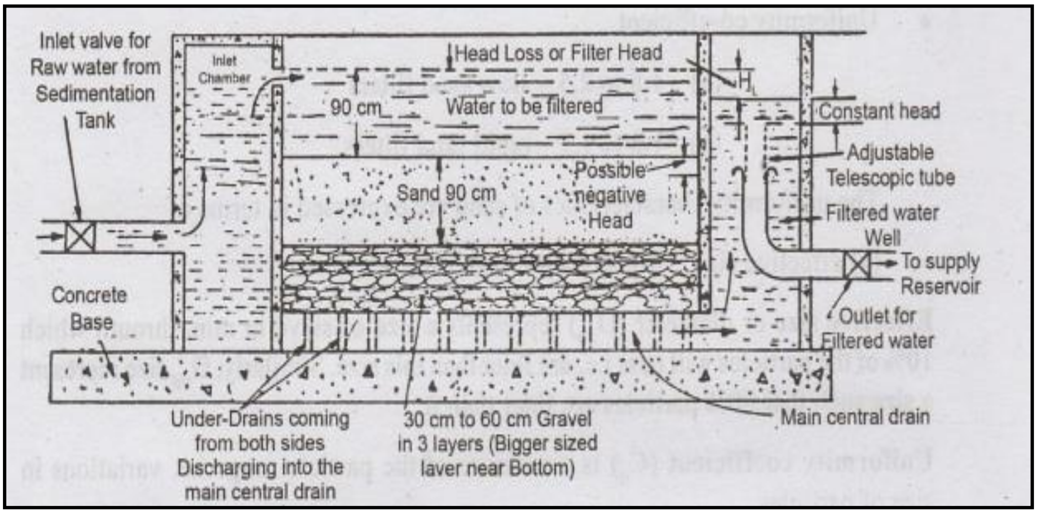


Figure.2.17 स्लो सॅण्ड फिल्टरचा विभाग
(स्रोत - https://bit.ly/3Er1AYQ**)**

2) रॅपिड सँड फिल्टर्स (Rapid Sand Filters) -

उद्देशः(Purpose) - स्लो सॅण्ड फिल्टरचे मोठे तोटे म्हणजे त्याच्या स्थापनेसाठी बरीच जागा आवश्यक असते. ज्या ठिकाणी जमिनीची किंमत जास्त आहे, त्या ठिकाणी ही गरज अव्यावसायिक ठरते. वाळूचा आकार वाढवून रॅपिड सँड फिल्टरमध्ये साध्य केल्या जाणाऱ्या गाळणीचा दर वाढवून स्लो सॅण्ड फिल्टरसाठी जागा हलवण्याची गरज भासण्याची अडचण दूर केली जाऊ शकते. **अ. आवश्यक घटकः(Essential Parts) -** Figure एका विशिष्ट जलद वाळू गाळकाची मांडणी दर्शवते (गुरुत्वाकर्षणाचा प्रकार) त्यात पुढील पाच भागांचा समावेश आहे.

अ) आवरण टाकी
ब) जलनिर्गम प्रणाली अंतर्गत
क) मूलभूत साहित्य
ड) फिल्टर मीडिया
ई) उपयुक्तता

अ) आवरण टाकीः(Enclosure Tank) जलरोधक टाकी एकतर दगडी बांधकाम किंवा कॉंक्रीटची बांधली जाते. बाजू आणि मजला देखील जलरोधक सामग्रीने लेपित आहे. टाकीची खोली सुमारे 2.5 m ते 3.5 m आहे. रॅपिड सँड फिल्टरच्या बाहेर पडण्याचे पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ 10 मीटर 2 ते 30 मीटर 2 पर्यंत बदलते.

ब) निचरा व्यवस्थेअंतर्गतः (Under drainage system)रॅपिड सँड फिल्टरच्या निचरा व्यवस्थेचे विविध प्रकार आहेत आणि त्यापैकी बहुतेक उत्पादकांकडून पेटंट घेतले जातात. निचरा प्रणालीचे दोन सामान्य प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत

a. छिद्रित पाइप प्रणाली
b. पाईप आणि स्ट्रेनर प्रणाली

i) **छिद्रित पाईप प्रणालीः(Perforated pipe system)** या प्रणालीमध्ये मध्यवर्ती ड्रेन किंवा मॅनिफोल्ड आहे आणि या मॅनिफोल्डला विविध बाजूकडील ड्रेन जोडलेले आहेत.नाले सामान्यतः कास्ट-लोखंडापासून तयार केले जातात.
बाजूकडील नाले सुमारे 150 मिमी ते 300 मिमी अंतरावर ठेवले जातात.बाजूकडील नाल्यांना तळाशी छिद्रे दिली जातात आणि अशा छिद्रे उभ्या बाजूने 20° चा कोन बनवतात.छिद्रित पाईप प्रणाली किफायतशीर आणि कार्यात सोपी आहे.

ii) **पाईप आणि स्ट्रेनर प्रणालीः(Pipe and strainer system)** या प्रणालीमध्ये अंजीरामध्ये दर्शविल्याप्रमाणे दोन्ही बाजूंना बाजूकडील नाल्यांसह एक मध्यवर्ती ड्रेन किंवा मॅनिफोल्ड आहे. परंतु या प्रणालीमध्ये स्ट्रेनर छिद्र पाडण्याऐवजी बाजूकडील नाल्यांवर ठेवले जातात.छाटणी यंत्र म्हणजे पितळीची एक छोटी नळी असते. अंजीरामध्ये दर्शविल्याप्रमाणे तो वर बंद आहे आणि त्याच्या पृष्ठभागावर छिद्रे आहेत. स्ट्रेनर एकतर खराब केले जातात किंवा बाजूकडील नाल्यांच्या शीर्षस्थानी निश्चित केले जातात.जेव्हा पाईप आणि स्ट्रेनर प्रणाली स्वीकारली जाते तेव्हा फिल्टर धुण्याच्या उद्देशाने संकुचित हवा वापरली जाते. यामुळे धुण्याच्या पाण्याची बचत होते.निचरा प्रणालीची रचना करताना खालील सामान्य नियमांचे पालन केले पाहिजेः -त्याच्या व्यासाच्या बाजूकडील ड्रेनच्या लांबीचे गुणोत्तर 20 पेक्षा जास्त नसावे.

a) मध्यवर्ती नाल्याचे क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र बाजूकडील नाल्याच्या क्रॉस सेक्शनल क्षेत्राच्या दुप्पट असावे.
b) छिद्रांचे एकूण क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र एकूण फिल्टर क्षेत्राच्या सुमारे 0.20% असावे.
c) बाजूकडील क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र त्यातील छिद्रांच्या एकूण क्रॉस सेक्शनल क्षेत्राच्या सुमारे दोन ते चार पट असावे.
d) बाजूकडील नाल्यातील छिद्रांचा व्यास 6 मिमी ते 12 मिमी असावा.

बाजूकडील नाल्यातील छिद्राचे अंतर मध्यभागी 75 मिमी ते 200 मिमी पर्यंत बदलले पाहिजे.

क) मूलभूत साहित्य(Essential parts) :

मूलभूत साहित्य रेव आहे आणि ती निचरा प्रणालीच्या वरच्या बाजूला आहे. सर्वोत्तम साहित्यासाठी वापरण्यात येणारी खडी स्वच्छ आणि चिकणमाती, धूळ, गाळपासून मुक्त असावी.खडीचा कण टिकाऊ, कडक, गोल आणि मजबूत असावा. बेस मटेरियलची खोली 450 मिमी ते 600 मिमी रेवपर्यंत बदलते. हे सहसा श्रेणीबद्ध केले जाते आणि 150 मिमीच्या थरांमध्ये ठेवले जाते. सर्वात वरचा थर खडकाच्या छोट्या पट्ट्याचा आणि खालचा थर मोठ्या आकाराच्या खडकाचा असावा.
मूलभूत साहित्याचा एक वैशिष्ट्यपूर्ण विभाग खालीलप्रमाणे आहेः
सर्वात वरचा थर 150 मिमी खोली-आकार 3 मिमी ते 6 मिमी ,मध्यवर्ती थर {150 मिमी खोली-आकार 6 मिमी ते 12 मिमी {150 मिमी खोली-आकार 12 मिमी ते 20 मिमी खालचा थर 150 मिमी खोली-आकार 20 मिमी ते 40 मिमी एकूण 600 मिमी खोली.

ड) फिल्टर मीडिया (Filter Media): रेवच्या वर वाळूचा थर ठेवला जातो.वाळूच्या थराची खोली 600 मिमी ते 900 मिमी पर्यंत बदलते.वाळूचा प्रभावी आकार 0.20 मिमी ते 0.30 मिमी आणि एकरूपता गुणांक सुमारे 2 ते 3 पर्यंत बदलतो. वाळू जितकी बारीक असेल तितकी जीवाणू काढून

टाकण्याच्या संदर्भात फिल्टरची कार्यक्षमता अधिक चांगली असेल परंतु अशा परिस्थितीत, फ्लिटरमधून आउटपुट कमी होते.

ई) उपयुक्तता (Uses)

a) **एअर कॉम्प्रेसरः(Air Compressors)** फिल्टर धुण्याच्या वेळी वाळूच्या कणांची हालचाल एकतर कॉम्प्रेस्ड एअरद्वारे किंवा वॉटर जेटद्वारे किंवा यांत्रिक रेक्सद्वारे केली जाते. जेव्हा हवा वापरायची असेल तेव्हा आवश्यक क्षमतेचा एअर कॉम्प्रेसर बसवावा.

b) **धुण्याचे पाणीः(Wash- Water Throughs)** फिल्टर धुतल्यानंतर घाण पाणी धुण्याच्या पाण्यात किंवा गटारात गोळा केले जाते जे वाळूच्या तळाच्या पातळीच्या वर ठेवले जाते.

c) **दर नियंत्रणः(Rate Control)** प्रवाहाचा दर नियंत्रित करण्यासाठी फिल्टरच्या आउटलेटच्या शेवटी विविध उपकरणे बसवली जाऊ शकतात.

3) काम करणे आणि साफसफाई करणेः(Working And Cleaning)-जलद गुरुत्वीय फिल्टरचे काम संदर्भ देऊन समजले जाऊ शकते
मूल्यांच्या जवळ ठेवलेल्या संख्या खालील गोष्टी दर्शवतातः
वॉल्व्ह 1-इनलेट वॉल्व्ह.
वॉल्व्ह 2-फिल्टर केलेले पाणी साठवण टाकी वॉल्व्ह.
वॉल्व्ह 3-सांडपाणी इनलेट चेंबरमधून पाणी काढण्यासाठी वॉल्व्ह लावा.
वॉल्व्ह 4-धुण्याचे पाणी साठवण टाकी वॉल्व्ह
वॉल्व्ह 5-सांडपाणी मुख्य नाल्यातून पाणी काढण्यासाठी वॉल्व्ह लावा.
वॉल्व्ह 6-संकुचित हवा वॉल्व्ह

B. फिल्टरेशनचे प्रमाणः(Rate of filtration) रॅपिड सँड फिल्टरचा मुख्य फायदा म्हणजे त्याचे गाळण्याचे प्रमाण खूप जास्त असते.हे सुमारे 3000 ते 6000 लिटर/तास/सी एम^2 आहे, उच्च दर ऑफिल्ट्रेशनमुळे फिल्टरच्या स्थापनेसाठी जागेची मोठ्या प्रमाणात बचत होते.

C. जलद वाळू फिल्टरची कार्यक्षमताः(Efficiency of rapid sand filter) जलद वाळू गाळण्याची कार्यक्षमता खालीलप्रमाणे आहे.

- **जिवाणू भारः(Bacterial load**)
  जिवाणू भार काढून टाकण्यासाठी जलद वाळू फिल्टर कमी प्रभावी असतात. ते पाण्यातील सुमारे 80 ते 90 टक्के जिवाणू अशुद्धता काढून टाकतात अशी अपेक्षा आहे. रॅपिड सँड फिल्टर रंग काढून टाकण्यात अत्यंत कार्यक्षम आहेत आणि कोबाल्ट स्केलवर रंगाची तीव्रता 10 च्या खाली आणली जाऊ शकते.

- **टर्बिडिटीः(Turbidity)** रॅपिड सँड फिल्टर 35 ते 45 p.p.m पर्यंत टर्बिडिटी काढून टाकू शकते. जलद वाळू शोधकामामध्ये प्रवेश करणाऱ्या पाण्यावर गोठण गाळ टाकीत नेहमी

प्रक्रिया केली जाते, त्यामुळे त्यात दुर्गंधी कमी असते. रॅपिड सँड फिल्टरद्वारे ही अस्वच्छता सहजपणे परवानगी मर्यादेपर्यंत खाली आणली जाते.

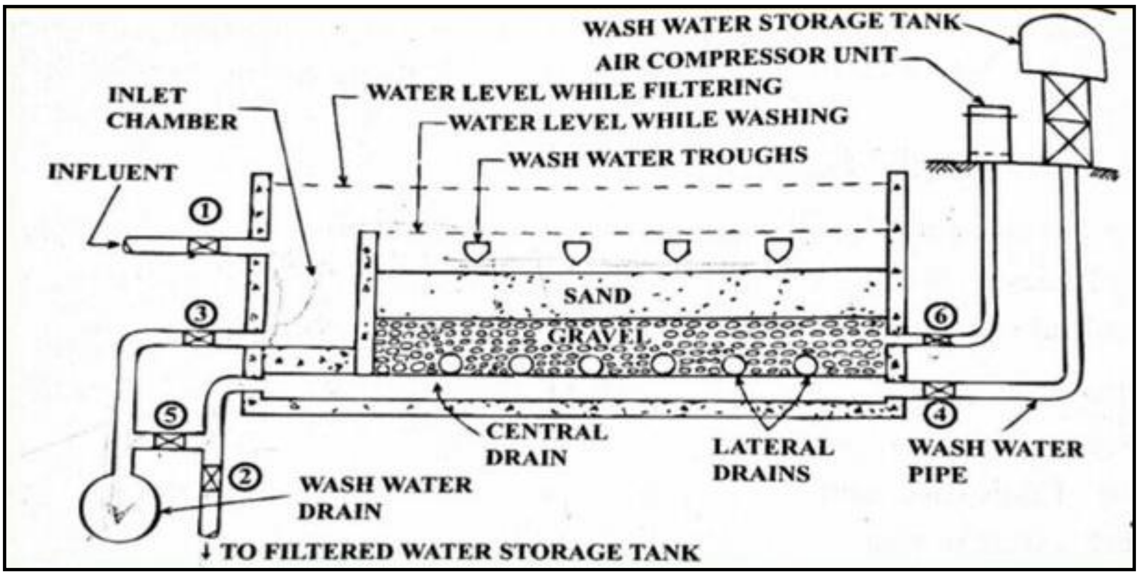


Figure.2.18 रॅपिड सॅण्ड फिल्टरचा विभाग
(स्रोत - https://bit.ly/40YTU8F**)**

प्रेशर फिल्टर (Pressure Filter) –

खालील फरक वगळता हे गाळण कमी-अधिक प्रमाणात रॅपिड सॅण्ड फिल्टरसारखे (गुरुत्वीय प्रकार) असतात.

a) **प्रेशर फिल्टर या शब्दाचा अर्थः(Meaning of term Pressure Filter) -** प्रेशर फिल्टर हे असे दर्शवत नाही की उच्च दाबात पाणी फिल्टरद्वारे पंप केले जाते. परंतु हे सूचित करते की एक फिल्टर अवकाशात बंदिस्त आहे आणि पाणी वातावरणीय दाबापेक्षा जास्त दाबाने जाते. पंप करून हा दाब विकसित केला जाऊ शकतो आणि तो 0.3 ते 0.7 N/m2 पर्यंत बदलू शकतो.

b) **बांधकामः(Construction)** प्रेशर फिल्टर बंद सिलेंडर्स एकतर रिवेटेड किंवा वेल्डेड असतात. ते आडव्या किंवा उभ्या प्रकारचे असू शकतात. दबाव फिल्टरचे व्यास 1.50 m ते 3.00 m पर्यंत बदलतात. आणि त्यांची लांबी किंवा उंची 3.50 m पासून बदलते. 8.00 मी. तपासणीसाठी मॅनहोल्स वरच्या बाजूला पुरवले जातात.

c) **काम करणेः(Working)**-कोग्युलंटमध्ये मिसळलेले पाणी थेट प्रेशर फिल्टरमध्ये घातले जाते. अशा प्रकारे फ्लॉक्युलेशन प्रेशर फिल्टरच्या आतच होते. सामान्य कार्यरत स्थितीत, कच्चे पाणी आणि फिल्टर केलेले पाणी वगळता सर्व वॉल्व्ह बंद असतात.हे पाणी इनलेटद्वारे सोडले जाते आणि ते फिल्टर केल्यानंतर ते मध्यवर्ती नाल्यात गोळा केले जाते आणि फिल्टर केलेल्या पाणी साठवण टाकीमध्ये एकत्रित केले जाते.

d) **साफसफाईः(Cleaning)-**वाळूचे दाणे उत्तेजित करण्यासाठी संकुचित हवेचा वापर केला जाऊ शकतो, फिल्टर धुण्याच्या प्रक्रियेदरम्यान कच्चे पाणी आणि फिल्टर केलेल्या पाण्याची मूल्ये बंद स्थितीत असतात आणि धुण्याचे पाणी आणि धुण्याचे पाणी काढून टाकण्याचे मूल्य खुल्या स्थितीत

असते. प्रेशर फिल्टर अधिक वारंवार स्वच्छ करणे आवश्यक असू शकते. स्वयंचलित दाब शोधक उपलब्ध आहेत ज्यामध्ये पूर्वनिर्धारित वेळेच्या अंतराने किंवा डोके गमावल्यावर शोधक स्वयंचलितपणे धुतले जाते.

B. फिल्टरेशनचे प्रमाणः(Rate of Filtration) -रॅपिड सॅण्ड फिल्टरच्या तुलनेत प्रेशर फिल्टरच्या, फिल्टरेशनचे प्रमाण जास्त असतो. ते सुमारे 6000 ते 15000 लिटर/तास/मीटर 2 आहे. 3000 ते 6000 लिटर/तास/एम 2 च्या तुलनेत फिल्टर क्षेत्र. जलद वाळू फिल्टर.

C. कार्यक्षमताः(Efficency) जिवाणूंचा भार, रंग आणि अस्वच्छतेच्या बाबतीत प्रेशर फिल्टर, रॅपिड सॅण्ड फिल्टरपेक्षा कमी कार्यक्षम असल्याचे आढळून आले आहे.

D. उपयुक्तताः(Suitability) सार्वजनिक पाणी पुरवठा प्रकल्पांसाठी प्रेशर फिल्टर अधिक योग्य आहेत. परंतु ते काही घरांच्या वसाहती, औद्योगिक प्रकल्प, खाजगी वसाहती, जलतरण तलाव इत्यादी छोट्या पाणीपुरवठा प्रकल्पांसाठी स्थापित केले जाऊ शकतात.

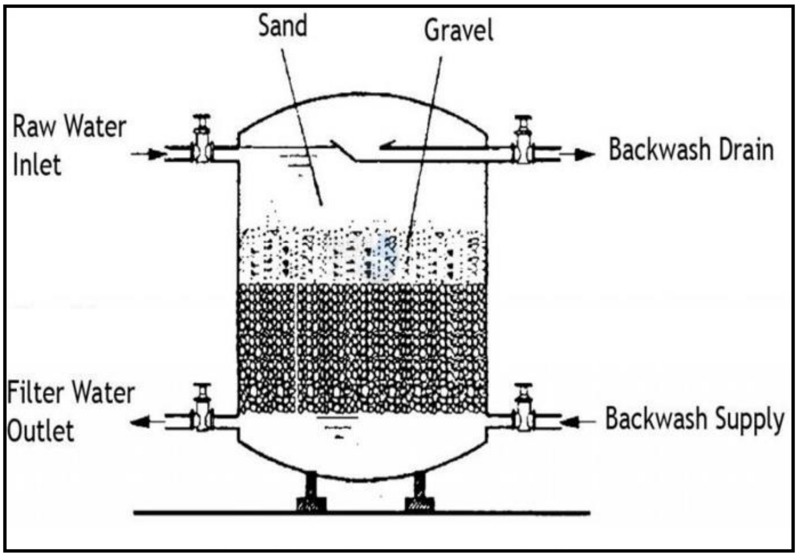


Figure.2.19 प्रेशर फिल्टर
(स्रोत - https://bit.ly/42ZCZof**)**

2.3 निर्जलीकरण (Disinfection)

रोग निर्माण करणारे जीवाणू, सूक्ष्मजीव इ. नष्ट करण्याची (किंवा मारण्याची) प्रक्रिया. पाण्यातून काढून ते वापरण्यासाठी सुरक्षित करणे याला निर्जंतुकीकरण किंवा पाण्याचे निर्जंतुकीकरण म्हणतात.

2.3.1 उद्दिष्ट (Objective)-

i. संसर्गापासून मुक्त व्हा आणि पाण्यामुळे होणारे आजार थांबवा (Get rid of infections and stop water)- ज्यामुळे विषाणू, साल्मोनेला, जिआर्डिया आणि ई. कोलाई यासारखे धोकादायक सूक्ष्मजंतू नष्ट होतात. हिपॅटायटीस ए, पटकी, विषमज्वर आणि अतिसार यासारखे आजार टाळते.

ii. पाणी पिण्यास सुरक्षित आहे याची खात्री करा-(Make sure the water is safe to Drink)ई. पी. ए. आणि डब्ल्यू. एच. ओ. चे सूक्ष्मजीवशास्त्रीय सुरक्षा निकष पूर्ण करते. सूक्ष्मजीवशास्त्रीय प्रदूषण कमी करते, जनतेच्या आरोग्याचे रक्षण करते.

iii. सूक्ष्मजीवांना पुन्हा वाढण्यापासून रोखणे(Stop Microorganisms from Growing Again) - पाणी वितरण प्रणाली मध्ये microbial पुनरावृत्ती विलंब संरक्षण प्रदान करून प्रतिबंधित करते. साठवण टाक्या आणि पाईपलाईनमध्ये बायोफिल्मची वाढ थांबवते.

iv. पाण्याची गुणवत्ता वाढवणे (Enhance the Quality of the Water)- दुर्गंधी दूर करते आणि जिवाणूंच्या क्रियाकलापांमुळे येणारी दुर्गंधी कमी करते. पाणी गंधविरहित, स्वच्छ आणि स्वादिष्ट ठेवण्यास मदत करते.

v. नियामक मानकांचे पालन केले जात आहे याची पडताळणी करा (Verify Regulatory Standards Are Being Followed)- सुरक्षित अवशिष्ट जंतुनाशक सांद्रता (e.g., क्लोरीनः 0.2-0.5 mg/L) पिण्याच्या पाण्यात असणे आवश्यक आहे. औद्योगिक वापर, वैद्यकीय सुविधा आणि नगरपालिकेच्या पाणी पुरवठ्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे.

2.3.2 निर्जंतुकीकरण पद्धती (Method of Disinfection)

पाण्याचे निर्जंतुकीकरण करण्यासाठी खालील पद्धत वापरली जाऊ शकतेः

a) उकळणे
b) क्लोरीनीकरण
c) ओझोनाइझेशन
d) पोटेशियम परमैंगनेट
e) अतिनील किरणे
f) आयोडीन आणि ब्रोमिनचा वापर

a) उकळणेः(Boiling) घरगुती वापरासाठी वापरण्यापूर्वी पाणी उकळणे ही निर्जंतुकीकरणाची एक पद्धत आहे. दहा ते पंधरा मिनिटे पाणी उकळल्याने पटकी, विषमज्वर आणि इतर आजारांना कारणीभूत असलेले सर्व जीवाणू आणि जंतू नष्ट होतात आणि पाणी पिण्यास सुरक्षित राहते. हा मार्ग खूप महागडा आहे आणि केवळ घरगुती वापरासाठी योग्य आहे; त्याचा वापर नगरपालिकेच्या पाणी वितरणासाठी केला जाऊ शकत नाही.

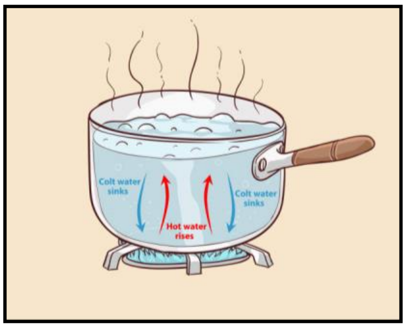


Figure.2.20 उकळणे (स्रोत - https://bit.ly/4aHM3Qn)

b) क्लोरीनीकरणः(Chlorination)

क्लोरीनीकरण म्हणजे पाण्याचे योग्यप्रकारे निर्जंतुकीकरण करण्यासाठी क्लोरीन मिसळण्याची प्रक्रिया.

तीन पद्धतींचा अवलंब करून पाण्यावर क्लोरीनचा वापर केला जाऊ शकतो.
(i) क्लोरीन वायू (किंवा सी. एल., पाणी) वापरून
(ii) ब्लीचिंग पावडर वापरून
(iii) क्लोरामाइन्सचा वापर करून.

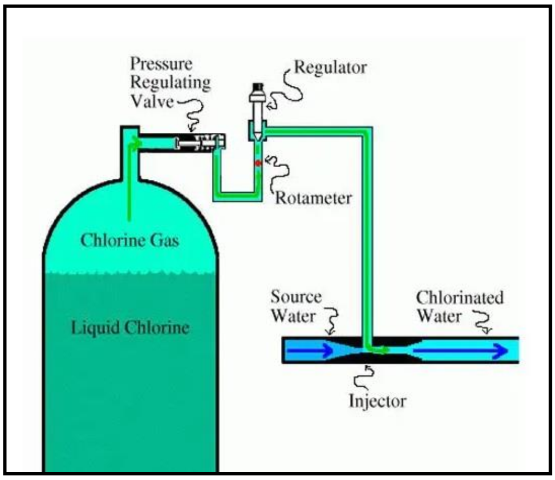


Figure.2.21 क्लोरीनीकरण
(स्रोत - https://bit.ly/41b4Pwt)

c)ओझोनाइझेशनः(Ozonisation)

ओझोन वायू हा एक उत्कृष्ट जंतुनाशक आहे, त्यामुळे पाण्याच्या निर्जंतुकीकरणाची ही एक प्रभावी पद्धत आहे. ओझोन अत्यंत अस्थिर आहे, तो नवजात ऑक्सिजन आणि आण्विक ऑक्सिजनमध्ये विघटित होतो.

Oz → O2 + [O]

(ओझोननॅसेंट ऑक्सिजन) (नॅसेंट ऑक्सिजन हा अतिशय शक्तिशाली ऑक्सिडायझिंग एजंट आहे आणि सर्व जीवाणू, जंतू नष्ट करतो तसेच पाण्यात उपस्थित असलेल्या सेंद्रिय पदार्थांचे ऑक्सिडायझेशन करतो.या पद्धतीमध्ये, छिद्रित विभाजन असलेल्या बुरुजातून पाणी वाहू दिले जाते. त्यानंतर ओझोनला तळापासून आत जाऊ दिले जाते ज्यामुळे जंतू आणि जीवाणू जेव्हा पाण्याच्या संपर्कात येतात तेव्हा त्यांचा नाश होतो. टाकीच्या तळाशी निर्जंतुकीकरण केलेले पाणी गोळा केले जाते.

फायदे (Advantages)

(1) जास्त प्रमाणात वापरल्यास ते हानिकारक नसते, कारण ते अस्थिर असते आणि ऑक्सिजनमध्ये विघटित होते.
(2) यामुळे पाण्याची चव सुधारते.
(3) ओझोनचे निर्जंतुकीकरण करणे महाग आहे परंतु ते एकाच वेळी रंगहीन, दुर्गंधीमुक्त आणि विरंजन म्हणून कार्य करते.

तोटे(Disadvantages): ही पद्धत खूप महागडी आहे आणि त्यामुळे नगरपालिका पाणीपुरवठ्याच्या निर्जंतुकीकरणासाठी तिचा वापर केला जात नाही.

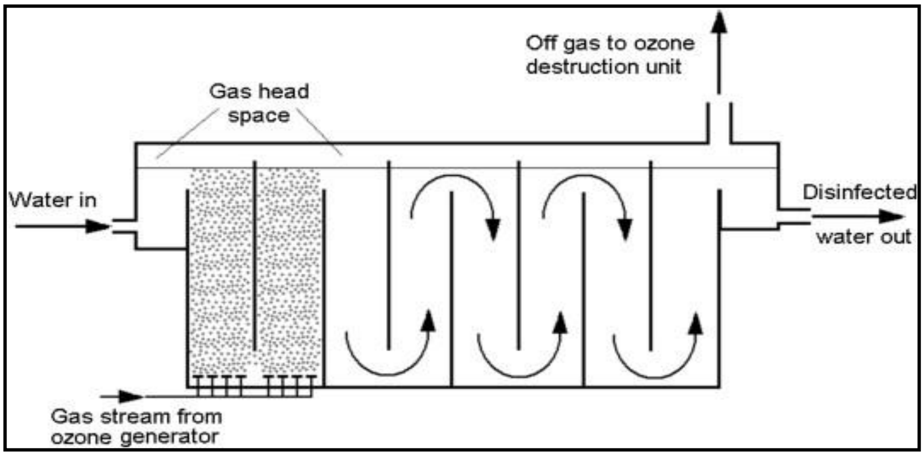


Figure.2.22 ओझोनाइझेशन
(स्रोत - https://bit.ly/3EAN8gA)

d) पोटॅशियम परमेंगनेट (Potassium permanganate)-

या प्रकारचा रेणू सुप्रसिद्ध आहे आणि "लालपाणी किंवा पिंकी" या नावाने ओळखला जातो. वैयक्तिक पाणी पुरवठा निर्जंतुक करण्यासाठी याचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जात आहे. सेंद्रिय पदार्थांचे ऑक्सिडीकरण करण्याची त्याची क्षमता हा त्याच्या कृतीचा प्राथमिक आधार आहेः पोटॅशियम परमॅंगनेट हे कॉलरा आणि व्हिब्रिओ सारख्या रोगांविरुद्ध अधिक कार्यक्षम जंतुनाशक आहे, परंतु त्याची मात्रा प्रति लिटर 0.5 ग्रॅम पर्यंत मर्यादित आहे. परंतु हे इतर रोगकारक जीवाणूंविरुद्ध चांगले कार्य करत नाही.

Figure.2.23 पोटॅशियम परमेंगनेट
(स्रोत - https://bit.ly/4aOKyjs)

e) अतिनील किरणे (Ultraviolet rays)–

अतिनील प्रकाशाचा वापर करून स्वच्छ पाणी प्रभावीपणे निर्जंतुक केले जाऊ शकते, ज्यामुळे पाण्यातील सूक्ष्मजीवशास्त्रीय जीवन देखील नष्ट होते. जांभळ्या रंगाच्या पलीकडे, अदृश्य प्रकाश किरणे किंवा किरणे आहेत जी सर्व प्रकारचे जंतू, पुटी आणि बीजाणू काढून टाकण्यासाठी अत्यंत प्रभावी आहेत. किरणे तयार करण्यासाठी, क्वार्ट्ज बल्बमध्ये ठेवलेल्या पारा वाफेच्या दिव्यातून विद्युत प्रवाह चालवला जातो. त्यानंतर दिवा निर्जंतुक करण्यासाठी त्यावर पाणी टाकले जाते. अशा जंतुनाशकांचा प्राथमिक फायदा म्हणजे बीजाणू तयार करणाऱ्या जीवाणूंचे उच्चाटन करण्याची त्यांची क्षमता, जी इतर तंत्रे वापरून करणे आव्हानात्मक आहे.

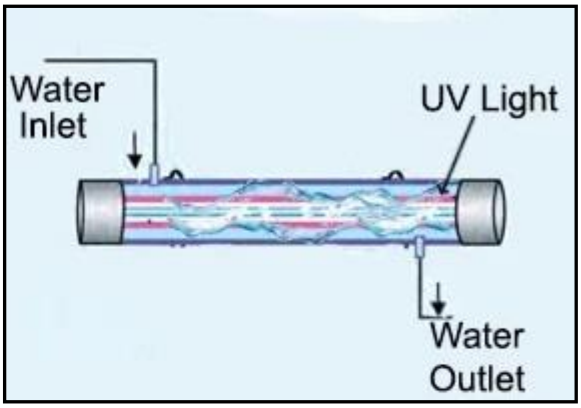


Figure.2.24 अतिनील किरणे
(स्रोत - https://bit.ly/3CEjG95)

f) आयोडीन आणि ब्रोमिनचा वापर (Using iodine and bromine)-

आयोडीन किंवा ब्रोमिनचा वापर जलतरण तलाव, सैन्याचे सैन्य, खाजगी वनस्पती इ. सारख्या छोट्या पाण्याच्या पुरवठ्यापुरता मर्यादित आहे.आयोडीन किंवा ब्रोमिनचा डोस सुमारे 8 p.p.m आहे. पाण्याचा संपर्क कालावधी 5 मिनिटे आहे.गोळ्या किंवा लहान गोळ्यांच्या स्वरूपात उपलब्ध असतात.

2.3.3. क्लोरीनीकरण (Chlorination)

2.3.3.1 क्लोरीनचा वापर (Application of chlorine)

तीन पद्धतींचा अवलंब करून पाण्यावर क्लोरीनचा वापर केला जाऊ शकतो.
(i) क्लोरीन वायू (किंवा सी. एल., पाणी) वापरून
(ii) ब्लीचिंग पावडर वापरून
(iii) क्लोरामाइन्सचा वापर करून.

(i) क्लोरीन वायू (किंवा क्लोरीन पाणी) वापरून-(By using chlorine gas (or chlorine water)

महानगरपालिकेच्या पाणीपुरवठ्याच्या निर्जंतुकीकरणासाठी क्लोरीनचा वापर थेट वायू म्हणून किंवा क्लोरीनचे पाणी म्हणून केला जाऊ शकतो.हे पाण्याशी अभिक्रिया करून हायपोक्लोरस आम्ल आणि नवजात ऑक्सिजन तयार करते, दोन्ही शक्तिशाली जंतूनाशक आहेत.

CL + H, 0 → HOCI + HCI (हायपोक्लोरस आम्ल)

HOCI → HI + [0] (नॅसेंट ऑक्सिजन)

जंतू + [O] → जंतू ऑक्सिडाइज्ड असतात (मारले जातात)
जर जास्तीचे क्लोरीन मिसळले तर ते श्लेष्मल त्वचेवर वैशिष्ट्यपूर्ण अप्रिय चव, गंध आणि जळजळ निर्माण करते.म्हणून, जास्तीचे क्लोरीन टाळले पाहिजे आणि त्यात 0.1 ते 0.2 पीपीएमपेक्षा जास्त क्लोरीन नसावे.

(ii) ब्लीचिंग पावडर वापरून –(By adding bleaching powder)

छोट्या पाण्याच्या कामात ब्लीचिंग पावडर हे चांगले निर्जंतुकीकरण आहे.
1000 लिटर पाण्यात सुमारे 1 किलो ब्लीचिंग पावडर मिसळली जाते आणि मिश्रण अनेक तास अखंडपणे उभे राहू दिले जाते.

रासायनिक क्रिया हायपोक्लोरस एसिड (एच. ओ. सी. आय.) आणि नेसेन्ट ऑक्सिजन (ओ) तयार करते, दोन्ही शक्तिशाली जंतूनाशक आहेत.

CaOCh + H, 0 → Ca (OH) + CL

Ch + H20 → HOCI + HCI

(हायपोक्लोरस आम्ल)

HOCI → HC1 + (O)

(नॅसेंट ऑक्सिजन)

जीवाणू (किंवा जंतू) + [O] → जीवाणू (किंवा जंतू) ऑक्सिडायझ केले जातात.

नवजात ऑक्सिजन पाण्यातील हानिकारक जीवाणू आणि जंतू यांचे ऑक्सिडीकरण करतो.

तोटे Disadvantages-

(1) ब्लीचिंग पावडर पाण्यामध्ये कॅल्शियम आणते, ज्यामुळे ते अधिक कठीण होते.

(2) साठवणुकीदरम्यान सतत विघटित होत राहिल्यामुळे ब्लीचिंग पावडर खराब होते. म्हणून, जेव्हा जेव्हा ते जोडायचे असते, तेव्हा त्याच्या प्रभावी क्लोरीन सामग्रीसाठी त्याचे विश्लेषण करावे लागतेः

(3) जास्त प्रमाणात वापरल्यास पाण्याला वाईट चव आणि दुर्गंधी येते.

(iii) क्लोरामाइन्सचा वापर करून (सी. आय. एन. एच.) (By using chloramines (CINH)-

जेव्हा क्लोरीन आणि अमोनिया 2:1 गुणोत्तराने घनफळाने मिसळले जातात तेव्हा क्लोरामाइन्स म्हणून ओळखले जाणारे संयुग तयार होते. या प्रक्रियेला क्लोरिनेशन म्हणतात.

Ch, + NH3 → CINH, + HCI

(क्लोरामाइन)

कारण क्लोरामाइन्स हे अगदी स्थिर संयुग आहे आणि ते अप्रिय वास आणि वाईट चव देत नाही. परिणामी, हे केवळ क्लोरीनपेक्षा अधिक चांगले जीवाणूनाशक (किंवा जंतूनाशक) आहे.

HO + CINH2 → HOCL + NH3 ^

क्लोरामाइन्स

HOCI → HCI + (O)

(नॅसेंट ऑक्सिजन)

फायदे(Advantages)-

(1) जास्त वापरल्यावर त्याचा दुर्गंधी येत नसल्यामुळे, क्लोरामाइनचा वापर पाण्याचे निर्जंतुकीकरण करण्यासाठी केला जातो.

(2) हे पाण्याला एक सुखद चव देते.

(3) जेव्हा पाणी वातावरणाच्या संपर्कात येते तेव्हा ते क्लोरीन नष्ट होण्यापासून रोखते.

पाणी स्थिर करण्यासाठी लष्कर क्लोरामाइन असलेल्या गोळ्यांचा वापर करते. वैयक्तिक पाण्याच्या बाटल्यांमध्ये क्लोरामाइनच्या गोळ्या घातल्या जातात. नंतर अतिरिक्त क्लोरीन काढून टाकण्यासाठी आणि पाण्याला आनंददायी चव देण्यासाठी सोडियम थायोसल्फेट मिसळले जाते.

2.3.3.2 क्लोरिनेशनचे प्रकार(Types of Chlorination)

क्लोरिनेशनचे विविध प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत.

a) प्लेन क्लोरिनेशन

b) प्री-क्लोरिनेशन

c) पोस्ट क्लोरिनेशन

d) दुहेरी क्लोरीनीकरण

e) अति-क्लोरीनीकरण

f) डीक्लोरिनेशन

g) ब्रेक पॉईंट क्लोरीनीकरण

a) प्लेन क्लोरिनेशनः Plain Chlorination या प्रक्रियेत, अतिरिक्त प्रक्रिया न झालेल्या पाण्यात क्लोरीन मिसळणे समाविष्ट आहे. सुमारे 0.5 मिलीग्राम/एल डोस वापरला जातो.

b) प्री-क्लोरिनेशनः Pre-chlorination पुढील प्रक्रिया करण्यापूर्वी पाण्यात क्लोरीन मिसळण्याच्या या प्रक्रियेत. सुमारे 0.10 ते 0.5 मिग्रॅ/एल हे डोस वापरले जाते.

c) पोस्ट क्लोरिनेशन: Post Chlorination पोस्ट क्लोरिनेशन इतर सर्व प्रक्रिया आणि शुध्दीकरण प्रक्रिया पूर्ण झाल्यानंतर पाण्यावर क्लोरीन लावण्याची प्रक्रिया आहे. अंदाजे 0.10 ते 0.20 mg/l हा डोस वापरला जातो.

d) दुहेरी क्लोरीनीकरणः Double Chlorination जेव्हा खराब पाण्यात क्लोरीन एकापेक्षा जास्त पॉईंटवर मिसळले जाते, तेव्हा त्याला दुहेरी क्लोरीनीकरण म्हणतात.

e) अति क्लोरीनीकरणः Super Chlorination खंडबिंदूच्या टप्प्याच्या पलीकडे क्लोरीनचा वापर केल्यास त्याला अति क्लोरीनीकरण म्हणतात.

ब्रेक पॉईंट नंतर अवशिष्ट क्लोरीन सामग्री 0.2 ते 2 पीपीएम असू शकते.

f) डीक्लोरिनेशनः Dechlorination पाण्यातून अतिरिक्त क्लोरीन काढून टाकण्याला डीक्लोरिनेशन म्हणतात.ही प्रक्रिया अशा प्रकारे केली पाहिजे की प्रक्रियेनंतर काही अवशिष्ट क्लोरीन पाण्यात राहील.

g) ब्रेक पॉईंट क्लोरिनेशनः Break point Chlorination

ब्रेक पॉईंट क्लोरिनेशन हे त्या मात्रेचे प्रतिनिधित्व करते ज्याच्या पलीकडे क्लोरीनची पुढील भर मुक्त अवशिष्ट क्लोरीन म्हणून दिसून येईल.चित्रामध्ये ब्रेक पॉईंट क्लोरिनेशनमध्ये समाविष्ट असलेल्या प्रक्रियेचे प्रतिनिधित्व करते.जेव्हा क्लोरीन पाण्यात मिसळले जाते, तेव्हा ते प्रथम तेथे उपस्थित असलेल्या अमोनियाबरोबर अभिक्रिया करून क्लोरामाइन्स तयार करते आणि वाढीसह Cl2 व्यतिरिक्त अवशिष्ट क्लोरीन देखील वाढते.जीवांना मारण्यासाठी काही क्लोरीनचा वापर केला जातो (ग्राफAB) या कृतीमुळे सलग जोडणीनंतर अवशिष्ट क्लोरीनमध्ये थोडीशी घट होते.B पॉईंटच्या पलीकडे क्लोरीन जोडल्यामुळे जीवांचे जलद ऑक्सिडेशन होते आणि अवशिष्ट क्लोरीनचे प्रमाण मोठ्या प्रमाणात कमी होते (ग्राफ BC) हा टप्पा कधीकधी दुर्गंधीसह असतो. जेव्हा C पॉईंटच्या पलीकडे क्लोरीन मिसळले जाते, तेव्हा ते तितकेच मुक्त क्लोरीन म्हणून दिसेल, अशा प्रकारे जेव्हा C पॉईंट गाठला जातो तेव्हा दुर्गंधी येते आणि चव अचानक नाहीशी होते.

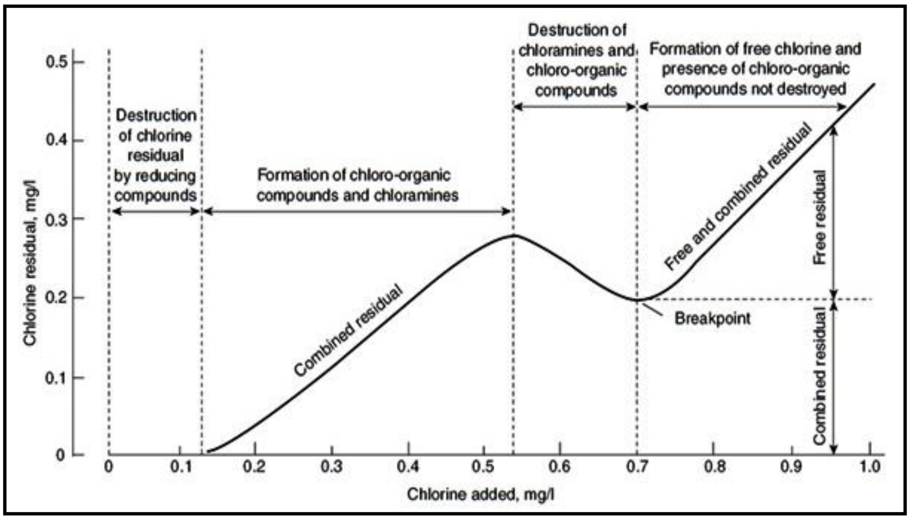


Figure.2.25. ब्रेक पॉईंट क्लोरिनेशन
(स्रोत - https://bit.ly/40Jb1u7)

2.3.4 अवशिष्ट क्लोरीन (Residual Chlorine)-

जेव्हा क्लोरीन पाण्यात मिसळले जाते आणि पाण्याची मागणी नसते i.e. पाणी शुद्ध आहे, मग अशा पाण्यात मिसळलेले कोणतेही क्लोरीन अवशिष्ट क्लोरीन म्हणून बाहेर येईल.

2.3.4.1 अवशिष्ट क्लोरीनचे महत्त्व (Importance of Residual Chlorine)–

1. सतत निर्जंतुकीकरण प्रदान करतेः पाईपमधून जाणारे पाणी जीवाणू, विषाणू आणि इतर रोगांपासून सुरक्षित आहे याची हमी देते. गळती किंवा प्रदूषकांच्या प्रवेशाच्या परिणामी होणारे पुनर्भरण थांबवते.

2. पाण्याच्या गुणवत्तेचे सूचक म्हणून काम करतेः उरलेले क्लोरीन हे सूचित करते की पाण्यावर पुरेशी प्रक्रिया झाली आहे आणि तरीही ते सुरक्षित आहे. क्लोरीनच्या पातळीत अचानक घट होणे हे वितरण प्रणालीतील समस्या किंवा प्रदूषणाचे लक्षण असू शकते.

3. बायोफिल्म्सच्या निर्मितीचे नियमन करतेः पाईपलाईन्सच्या आत चिकणमाती तयार करणाऱ्या जीवाणूंना वाढण्यापासून रोखते, ज्यामुळे गंज आणि बायोफिल्म तयार होऊ शकतात.

4. पाण्यामुळे होणाऱ्या आजारांची शक्यता कमी करतेः पटकी, विषमज्वर, अतिसार आणि इतर पाण्यामुळे होणाऱ्या आजारांचा प्रादुर्भाव रोखण्यासाठी मदत करते.

5. सुरक्षित पिण्याच्या पाण्याचे पालन सुनिश्चित करतेः सार्वजनिक आरोग्य आणि सुरक्षितता सुनिश्चित करण्यासाठी, नियामक संस्था (उदाहरणार्थ ईपीए आणि डब्ल्यूएचओ) पिण्याच्या पाण्यात किमान अवशिष्ट क्लोरीन सामग्री 0.2 ते 0.5 मिलीग्राम/एल असणे आवश्यक आहे.

2.3.5 ऑर्थोटोलिडीन चाचणी – Orthotolidine Test

Figure.2.26 ऑर्थोटोलिडीन चाचणी
(स्रोत - https://bit.ly/4hjCwBB)

प्रक्रियाः (Procedure)

1. 100 मिली क्लोरिनेटेड पाण्याचा नमुना चाचणी नळीमध्ये ठेवला जातो.

2. चाचणी नळी 1 मिलीलिटर ऑर्थोटोलिडीन द्रावणाने भरली जाते.

3. ऑर्थोटोलिडीन द्रावण घातल्यानंतर पाण्याच्या नमुन्याचा रंग विकसित होतो.

4. या रंग निर्मितीचे निरीक्षण केले जाते आणि रंगांची तुलना किलोटीन अवशेषांच्या ज्ञात मूल्यांच्या मानक रंग तक्त्याशी करून, अवशिष्ट क्लोरीन सामग्रीचे मूल्य थेट निर्धारित केले जाते.

5. जेव्हा पिवळा रंग तयार होतो तेव्हा मुक्त क्लोरीनचे प्रमाण दर्शविले जाते आणि दहा सेकंदांच्या आत तक्त्यांशी तुलना केली जाते.

6. एकत्रित अवशिष्ट क्लोरीनचे प्रमाण अंदाजे पाच मिनिटांनंतर दर्शविले जाते, जेव्हा उत्पादित पिवळा रंग मानक रंग तक्त्याशी जुळतो. अशा प्रकारे, पाण्याच्या नमुन्यातील मुक्त क्लोरीनचे प्रमाण 10 सेकंदांनंतर रंग मूल्यांची तुलना करून निर्धारित केले जाते आणि मिश्र क्लोरीनचे प्रमाण 5 मिनिटांनंतर रंग मूल्यांची तुलना करून निर्धारित केले जाते.

7. केवळ दहा सेकंदांनंतर मूल्यापासून पाच मिनिटांनंतर मूल्य वजा करून एकत्रित क्लोरीनचे प्रमाण मोजणे ही प्रमाणित प्रक्रिया आहे.

8. ही पद्धत लोह, मॅंगनीज, नायट्रेट इत्यादी दूषित पदार्थ ओळखू शकत नाही हे लक्षात ठेवा.

2.4 पाणी सॉफ्ट करण्याच्या पद्धतीः(Water Softening Methods)

पाणी सॉफ्ट करणे ही हार्ड पाण्यातून विद्रव्य कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम क्षार काढून टाकण्याची प्रक्रिया आहे.सॉफ्ट करण्याच्या प्रक्रियेदरम्यान विद्राव्य क्षारांचे अद्राव्य क्षारांमध्ये रूपांतर केले जाते. गाळ म्हणूनही ओळखले जाणारे, अद्राव्य क्षार असलेले हे अवक्षेप फिल्टर करून सॉफ्ट पाणी तयार केले जाऊ शकते.

2.4.1 पाणी सॉफ्ट करण्याची आवश्यकता (Need and Necessity of Water Softening)

1. पाईप्स आणि उपकरणे स्केलिंगपासून थांबवतातः कठीण पाण्यामुळे औद्योगिक यंत्रसामग्री, बॉयलर, हीटर्स आणि पाईप्समध्ये स्केल तयार होते. स्केलिंगमुळे उपकरणांचे आयुष्य कमी होते, कार्यक्षमता कमी होते आणि ऊर्जेचा वापर वाढतो.

2. साबण आणि डिटर्जंटची परिणामकारकता वाढवतेः जेव्हा साबण आणि कडक पाणी मलमूत्र तयार करण्यासाठी प्रतिक्रिया देतात तेव्हा लाथाची निर्मिती कमी होते. सॉफ्ट पाणी स्वच्छतेची परिणामकारकता वाढवत असताना साबण आणि डिटर्जंटची गरज कमी करते.

3. कपडे धुण्याचे आणि कपड्यांचे जतन करतेः कठीण पाण्यामुळे खराब झालेले कपडे खडबडीत आणि निस्तेज होतात. पूरक पाणी कापडांना तेजस्वी आणि लवचिक ठेवत त्यांचे आयुष्य वाढवते.

4. त्वचा आणि केसांच्या समस्या टाळतातः निस्तेज केस, कोरडी त्वचा आणि अस्वस्थता हे सर्व कठीण पाण्याचे परिणाम आहेत. सॉफ्ट पाणी साबणाची कार्यक्षमता वाढवते, निरोगी त्वचा आणि केसांना प्रोत्साहन देते.

5. औद्योगिक प्रक्रियांची कार्यक्षमता वाढवतेः अन्न प्रक्रिया, वस्त्रोद्योग आणि औषधांसह अनेक व्यवसायांच्या प्रभावी कामकाजासाठी सॉफ्ट पाणी आवश्यक आहे. हीट एक्सचेंजर्स, कूलिंग टॉवर्स आणि बॉयलर स्केलिंगपासून दूर ठेवतात.

6. देखभालीचा खर्च कमी होतोः स्केलिंगमुळे उपकरणे आणि नळ प्रणालीची देखभाल आणि दुरुस्तीचा खर्च वाढतो. सॉफ्ट पाणी खराब होणे कमी करून औद्योगिक आणि घरगुती उपकरणांचे आयुष्य वाढवते.

7. शेतीची उत्पादकता वाढवतेः वनस्पती पोषक तत्वांचे शोषण आणि मातीची पारगम्यता या दोन्हींवर कठीण पाण्याचा परिणाम होऊ शकतो. सॉफ्ट पाण्यामुळे पिकांचे आरोग्य आणि सिंचन कार्यक्षमता वाढते.

2.4.2 लिंबाचा सोडा प्रक्रिया (Lime Soda Process)–

ही पद्धत पाण्याची तात्पुरती आणि कायमस्वरूपी कडकपणा काढून टाकण्यासाठी वापरली जाते. या पद्धतीमध्ये, पाण्याची कडकपणा दूर करण्यासाठी चुना Ca (OH) 2 (कॅल्शियम हायड्रॉक्साईड) आणि सोडा Na 2 CO, (सोडियम कार्बोनेट) या दोन्हींचा वापर केला जातो. म्हणून, ही पद्धत क्लार्कची पद्धत आणि सोडा-ॲश पद्धतीचे संयोजन आहे.चुना आणि सोडा-ॲशची मोजलेली मात्रा जोडून, पाण्यातील विद्रव्य कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम क्षारांचे रासायनिकरीत्या कॅल्शियमच्या अद्राव्य अवक्षेपित कार्बोनेटमध्ये आणि मॅग्नेशियमच्या हायड्रॉक्साईड्समध्ये रूपांतर केले जाते. चुना घालून कार्बोनेट आणि बायकार्बोनेट काढले जातात तर सोडा राख, सल्फेट आणि क्लोराईड्स काढले जातात.

$$MgCO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + Mg(OH)_2$$

$$Mg(HCO3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + MgCO_3 + 2H_2O$$

$$Ca(HCO3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

जर कठीण पाण्यात मॅग्नेशियम क्लोराईड आणि मॅग्नेशियम सल्फेट असेल तर चुना आणि सोडा दोन्ही आवश्यक आहेत.

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 + Na2CO_3 \rightarrow Mg(OH)_2 + CaCO_3 + 2NaCl$$

$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 + Na2CO_3 \rightarrow Mg(OH)_2 + CaCO_3 + Na_2SO_4$$

दुसरीकडे, जर कॅल्शियम क्लोराईड आणि कॅल्शियम सल्फेट पाण्यात असतील तर फक्त सोडा-अॅश आवश्यक आहे.

$$CaCl_2 + Na_2 CO2 \rightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

$$CaSO_4 + Na_2 CO, \rightarrow CaCO_3 + + Na_2SO_4$$

जर ही पद्धत थंड पाण्यात केली गेली तर तिला थंड चुना सोडा प्रक्रिया म्हणतात. जर ती गरम स्थितीत केली गेली तर तिला गरम लिंबाचा सोडा प्रक्रिया म्हणतात.मोजलेल्या प्रमाणात रसायने (चुना आणि सोडा) सामान्य तापमानात पाण्यात मिसळली जातात. प्राप्त अवक्षेप बारीक विभागलेला असतो, त्यामुळे ते सहजपणे स्थिर होत नाहीत.म्हणून थोड्या प्रमाणात कोग्युलंट्स (जसे की फिटकरी, अॅल्युमिनियम सल्फेट, सोडियम एल्युमिनेट इ.) जोडणे आवश्यक आहे. अवक्षेप घट्ट करण्यासाठी. मऊ पाणी देण्यासाठी गाळणीद्वारे अवक्षेप काढला जातो.ही प्रक्रिया दोन पद्धतींनी केली जाऊ शकते.

(i) संच प्रक्रिया और **(Batch Process)**

(ii) निरंतर प्रक्रिया **(Continuous Process)**

गरम चुना सोडा प्रक्रियेत पाणी गरम करण्याची प्रणाली पुरवली जाते.

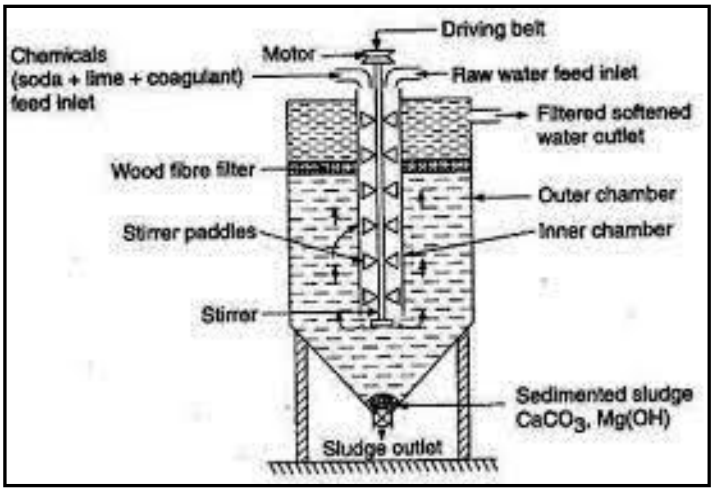


Figure.2.27 लिंबाचा सोडा प्रक्रिया

(स्रोत -https://bit.ly/3EmhdR8)

2.4.3 झिओलाइट प्रक्रिया (Zeolite Process)

ही पाण्याची तात्पुरती तसेच कायमस्वरूपी कडकपणा मऊ करण्यासाठी वापरली जाणारी आधुनिक पद्धत आहे.झियोलाइट्स (किंवा परम्युटिट्स) हे अनेक धातू आणि गैर-धातू ऑक्साईड्सचे जटिल सिलिकेट्स आहेत.सोडियम झिओलाइटची रासायनिक रचना अशी दर्शविली जाऊ शकते

$$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot x\, SiO_2 \cdot yH_2O$$

जेथे x = 2-10 आणि y = 2-6 अधोरेखित करा. त्यामुळे त्यांचे अंदाजे रासायनिक सूत्र आहे Na2Al2Si2O8 6H2O.हे सिलिकेट्स सोडियम आयन शिथिलपणे धारण करतात, म्हणून सोडियम झिओलाइट (Na2Z) किंवा सोडियम परम्युटिट (Na_2P) म्हणून ओळखले जातात जेथे झिओलाइट किंवा परम्युटिट म्हणजे $Al_2Si_2O_8$ • 6H2O.सोडियम झिओलाइट (हायड्रेटेड सोडियम एल्युमिनो सिलिकेट) जेव्हा कठीण पाण्याच्या संपर्कात येते, तेव्हा ते Na + आयनांची Ca + 2 आणि Mg + 2 आयनांसह अद्राव्य कॅल्शियम झिओलाइट (CaZ) आणि मॅग्नेशियम झिओलाइट (MgZ) मध्ये देवाणघेवाण करण्यास सक्षम असते.सोडियम झिओलाइट एका नळ्यामध्ये ठेवले जाते आणि कडक पाणी झिओलाइटच्या तळाशी वाहिले जाते. विद्राव्य कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम क्षार झिओलाइटसह अभ्राव्य कॅल्शियम (CaZ) आणि मॅग्नेशियम (MgZ) झिओलाइट तयार करतात.हे क्षार झिओलाइटच्या तळाशी साठवले जातात, तर बाहेर जाणाऱ्या पाण्यात निरुपद्रवी सोडियम क्षार असतात आणि ते कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम क्षारांपासून मुक्त असतात.मऊ करण्याच्या प्रक्रियेदरम्यान होणाऱ्या प्रतिक्रिया खालीलप्रमाणे आहेत.

(अ) तात्पुरते कडक(hardness) पाणी मऊ(soft) करण्यासाठी.

$Na_2Z + Ca(HCO3)_2 \rightarrow CaZ + 2NaHCO_3$

$Na_2Z + Mg(HCO3)_2 \rightarrow MgZ + 2NaHCO$ Zeolite कठोरता(hardness)

(ब) कायमस्वरूपी कडक(Hard) पाणी मऊ(Soft) करण्यासाठी.

$Na_2Z + CaCl_2 \rightarrow CaZ + 2\, NaCl.$

$Na_2Z + MgCl_2 \rightarrow MgZ + 2\, NaCl.$

$Na_2P + CaSO4 \rightarrow CaP + Na_2SO4$

$Na_2P + MgSO4 \rightarrow MgP + Na_2SO4$

काही काळानंतर, सुमारे 12 तास झिओलाइटमधील सर्व Na आयन कॅट 2 आणि Mg + 2 आयनद्वारे अदलाबदल केले जातात, नंतर झिओलाइट काम करणे थांबवते आणि पाणी आता मऊ होत नाही. या टप्प्यावर, जेव्हा झिओलाइट थकलेला असतो (i.e. ते पूर्णपणे कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम झिओलाइटमध्ये रूपांतरित केले जाते) नंतर काही काळासाठी एकाग्र केलेल्या 10% खारट (NaCl) द्रावणासह बेडवर उपचार करून ते पुनरुत्पादित किंवा पुनर्प्राप्त केले जाते, सोडियम झिओलाइट तयार होते आणि ते पुन्हा अधिक कठीण पाणी मऊ करण्यासाठी वापरले जाऊ शकते.

मर्यादाः (Limitation)

1) जर कठीण पाण्याचा पुरवठा विद्राव्य असेल तर निलंबित कण जमावट, गाळण इत्यादींद्वारे काढून टाकले पाहिजेत. तसे नसल्यास, अस्वच्छतेमुळे झिओलाइट बेडच्या छिद्रे बंद होतील (किंवा अवरोधित होतील), ज्यामुळे पाण्याची प्रवाहाची क्षमता मर्यादित होईल.

2) खनिज आम्लांना सोडासह निष्प्रभावी करणे आवश्यक आहे कारण ते पाण्यात असल्यास झिओलाइट बेडचे नुकसान करण्याची क्षमता त्यांच्यात असते.

3) मॅंगनीज (Mn ^ + 2) आणि लोहयुक्त (Fe ^ + 2) आयन यासारखे मोठ्या प्रमाणात रंगीत आयन जर त्यात असतील तर ते पाण्यातून काढून टाकले पाहिजेत. याचे कारण असे की हे आयन मॅंगनीज आणि लोह झिओलाइट्स तयार करतात, ज्यांचे नूतनीकरण करणे कठीण आहे.

फायदेः (Advantages)

(i) उपकरणे लहान असतात आणि थोडीशी जागा घेतात.

(ii) मऊ होण्याच्या प्रक्रियेला कमी वेळ लागतो.

(iii) प्रक्रिया आपोआप प्रवेश करणार्या पाण्याच्या कडकपणाच्या बदलांशी जुळवून घेते.

(iv) प्रक्रिया अत्यंत स्वच्छ आहे कारण कोणतेही दूषित पदार्थ अवक्षेपित होत नाहीत, ज्यामुळे गाळ तयार होण्यास प्रतिबंध होतो.

(v) कडकपणा पूर्णपणे दूर झाल्यामुळे, अंदाजे 10 पीपीएमच्या कडकपणाचे पाणी तयार होते.

(vi) चिकणमातीचे पुनरूत्पादन करण्यासाठी आणि चालवण्यासाठी कमी कौशल्य लागते.

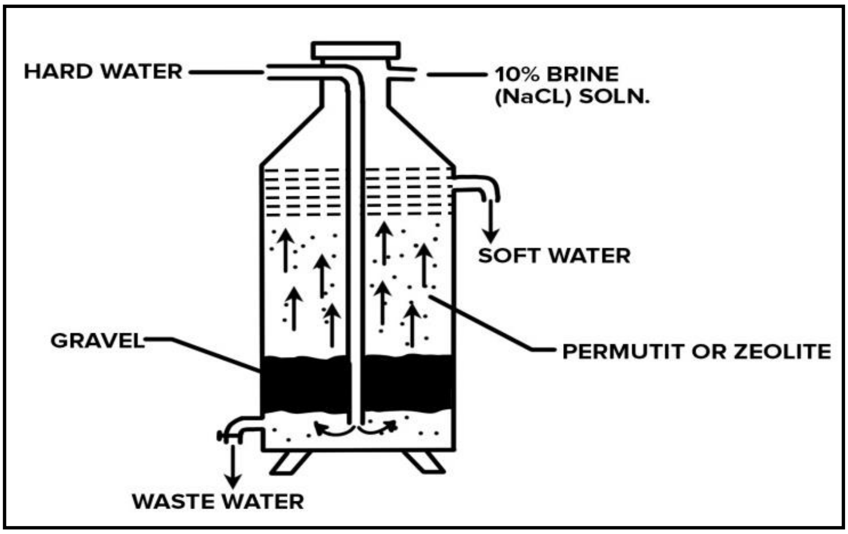


Figure.2.28 झिओलाइट प्रक्रिया

(**स्रोत -** https://bit.ly/3EkrnSr)

2.4.4. डीफ्लोरायडेशन तंत्रे (Defluoridation Techniques)

विकसित जगात पाण्यातून फ्लोराईड काढून टाकण्यासाठी विविध डीफ्लोरायडेशन तंत्रे खालीलप्रमाणे आहेत.

1. बोन चारकोल (Bone charcoal)
2. सक्रिय कार्बन(Activated carbon)
3. पावसाच्या संपर्कात राहा(Contact Precipitation)
4. नालगोंडा तंत्र(Nalgonda technique)

5. सक्रिय अल्युमिना (Al_2O_3)**(Activated alumina (Al2O3)**
6. माती, माती आणि खनिजे**(Soils, clays and minerals)**
7. लिंबू-सोडा प्रक्रिया(Lime-soda process)

1. बोन चारकोलः(Bone charcoal) 1940 पासून कार्यरत असलेली ही सर्वात जुनी पाण्यातील डीफ्लोरायडेशन प्रक्रिया आहे. हा दाणेदार, सच्छिद्र आणि काळ्या रंगाचा पदार्थ आहे.हाडांच्या कोळशाचे मुख्य घटक खालीलप्रमाणे आहेतः
6-10% कॅल्शियम कार्बोनेट;
57-80% कॅल्शियम फॉस्फेट; आणि 7-10% सक्रिय कार्बन हाडांचा कोळसा हा पाण्यात फ्लोराईड शोषण्यासाठी एक उत्कृष्ट अधिशोषक आहे.

2. सक्रिय कार्बन(Activated carbon) : सक्रिय कार्बन तयार करण्यासाठी विविध सामग्रीचा वापर केला जाऊ शकतो. पाण्याचे डीफ्लोरायडेशन करण्याचे हे एक अद्भुत काम करते.

3 संपर्कात पाऊस (Precipitation in contact): कॅल्शियम फॉस्फेट संयुगे जोडून आणि त्यानंतर आधीच संतृप्त झालेल्या हाडांच्या कोळशाच्या माध्यमाशी संपर्क साधून, संपर्क पर्जननाच्या प्रक्रियेद्वारे पाण्यातील फ्लोराईडचे प्रमाण काढून टाकले जाते. संपर्क पावसात गाळ आणि बेड सॅच्युरेशन अनुपस्थित असतात. फिल्टर बेडमध्ये फक्त अवक्षेप जमा झाला आहे.

4. नलगोंडा पद्धत (The Nalgonda Method): ही पद्धत भारतात राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी संशोधन संस्था किंवा एन. ई. ई. आर. आय. ने तयार केली होती. नलगोंडा प्रक्रियेचा वापर करून फ्लोराईड काढले जाते, जे वेळ आणि ॲल्युमिनियम सल्फेटसह फ्लोराईडचे फ्लॉक्युलेशन, सेडिमेंटेशन आणि फिल्टरिंगवर अवलंबून असते. इतर डीफ्लोरायडेशन प्रणालींप्रमाणेच, पी. ओ. यू. उपचार म्हणून नलगोंडा तंत्रज्ञानाचा प्रभावीपणे वापर केला गेला आहे. नलगोंडा पद्धत, इतर डीफ्लोरायडेशन प्रणालींप्रमाणेच, वारंवार पी. ओ. यू. उपचार म्हणून वापरली जाते आणि अनेक विकसनशील देशांमध्ये प्रभावी सिद्ध झाली आहे. या पद्धतीमध्ये हळूहळू पाण्यात ब्लीचिंग पावडर, फिल्टर फिटकरी आणि सोडियम एल्युमिनेट घालणे समाविष्ट आहे. सुमारे दहा मिनिटे पाणी हलवल्यानंतर आणि ते एक तास स्थिर राहू दिल्यानंतर, गाळ खराब न करता पाणी काळजीपूर्वक काढले जाते.

5. सक्रिय अल्युमिना (Al2O3):
अत्यंत सच्छिद्र पदार्थ तयार करण्यासाठी डिहायड्रॉक्सिलेटिंग ॲल्युमिनियम हायड्रॉक्साईडद्वारे सक्रिय एल्युमिना तयार केले जाते. सक्रिय अल्युमिनाचे अधिशोषक गुणधर्म सक्रिय केले गेले आहेत. 300 ते 600 डिग्री सेल्सिअस तापमानात ॲल्युमिनियम हायड्रॉक्साईडचे निर्जलीकरण ही सक्रिय करण्याची प्रक्रिया आहे. ही अतिशय कार्यक्षम पद्धत 1936 पासून डीफ्लोरायडेशन प्रक्रियेत वापरली जात आहे आणि 1980 मध्ये दक्षिण आफ्रिकेत पहिल्यांदा मोठ्या प्रमाणात लागू करण्यात आली. फ्लोराईड काढून टाकण्यासाठी एक अत्यंत प्रभावी अधिशोषण पद्धत सक्रिय एल्युमिना वापरते. 4 ते 20 मिग्रॅ/लिटर पर्यंतच्या फ्लोराईड सांद्रतेसह पाण्यावर ह्याने उपचार केले जाऊ शकतात.

माती, माती आणि खनिजे –(Soils, clays and minerals)

पाण्यावर प्रक्रिया करण्यासाठी विविध माती, चिकणमातीचे प्रकार आणि खनिजे बऱ्याच काळापासून वापरली जात आहेत.चिकणमाती आणि माती वापरण्याचा मुख्य फायदा म्हणजे ती स्थानिक पातळीवर उपलब्ध आणि स्वस्त आहे.मॅग्नेसाइट, एपोफिलाइट, नॅट्रोलाइट, गिब्बसाइट, काओलिनाइट, झिओलाइट, अम्लीय चिकणमाती, चायना चिकणमाती, बेंटोनाइट आणि इतर अनेकांसह डीफ्लोरायडेशनमध्ये मातीची संख्या वापरली गेली आहे.चिकणमाती बारीक-आकाराची असते, ओलसर असताना प्लास्टिकची असते आणि वाळल्यावर आकारात राहते आणि फोडल्यावर कठीण होते. चिकणमातीची पूड आणि वाळलेली चिकणमाती हे दोन्ही पाण्यातून फ्लोराईड तसेच इतर प्रदूषक शोषून घेण्यास सक्षम आहेत.

7. लिंबाचा सोडा प्रक्रिया –(Lime soda process)

पाणी सॉफ्ट करण्याच्या चुना-सोडा प्रक्रियेत, अति.मॅग्नेशियम काढून टाकण्याबरोबरच फ्लोराईड काढून टाकले जाते.

2.5 प्रगत पाणी शुध्दीकरण पद्धत (Advanced Water Treatments)

2.5.1 विद्युत अपघटन (Electrolysis)

जेव्हा विद्युत क्षेत्र तयार होते, तेव्हा मिठाच्या द्रावणातील आयन आयन एक्सचेंज मेम्ब्रेनद्वारे वाहून नेले जातात, ही प्रक्रिया इलेक्ट्रोलिसिस म्हणून ओळखली जाते. Figure मधील इलेक्ट्रोलिसिस स्टॅक अनेक कॅटायन आणि एनायन एक्सचेंज मेम्ब्रेन्सनी बनलेला असतो जो पर्यायी असतो. मॅनिफोल्डद्वारे खारट खाद्य भरण्यासाठी पर्यायी मिश्रणांचा वापर केला जातो. अनुक्रमे कॅटायन आणि एनायन विनिमय पटलांद्वारे, कॅटायन आणि एनायन कॅथोड आणि एनोडच्या दिशेने जातात, आसपासच्या विभागांना केंद्रित करताना मीठामध्ये फीड कमी करतात. विद्युतविश्लेषणासाठी विजेचा वापर फीड खारटपणासह रेषीय पद्धतीने अंदाजे 2 kwh/m3 ते 20 kwh/m3 पर्यंत वाढतो. ही पद्धत केवळ 10,000 मिग्रॅ/लिटरपेक्षा कमी विरघळलेल्या घनपदार्थ असलेल्या पाण्यासाठी वापरली जाते; डिस्टिलेशन आणि फ्रीझिंगच्या तुलनेत अधिक प्रारंभिक मूल्यांसह विजेच्या गरजा लक्षणीयरीत्या वाढतात.

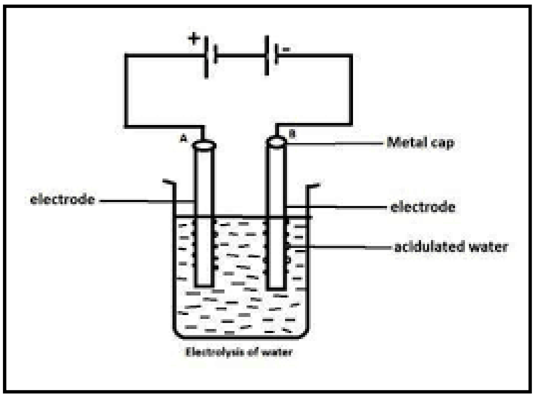


Figure. 2.29 पाण्याचे विद्युत अपघटन

(स्रोत - https://bit.ly/3EmhdR8)

2.5.2 रिव्हर्स ऑस्मोसिसः(Reverse Osmosis)

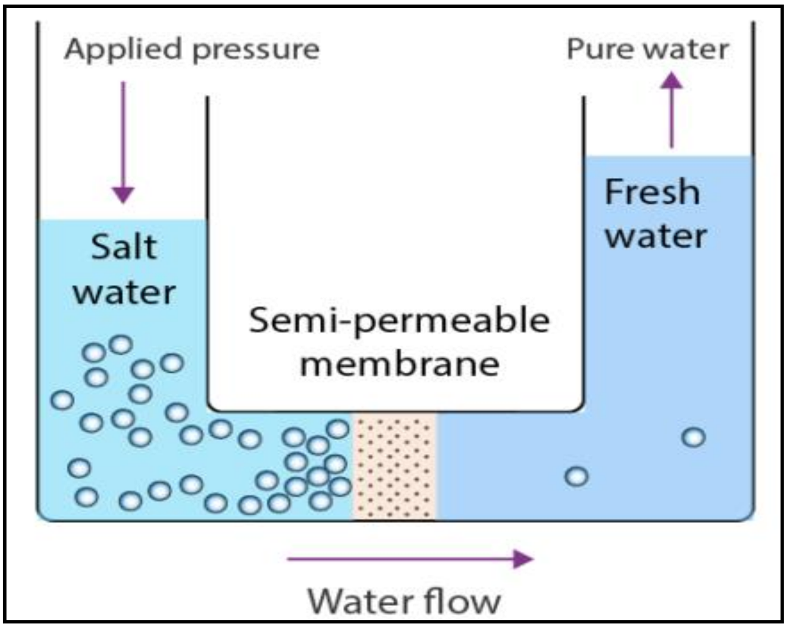


Figure. 2.30 रिव्हर्स ऑस्मोसिस
(**स्रोत -** https://bit.ly/42NJSJb)

जेव्हा द्रावणावर लावलेला दाब परासरण दाबापेक्षा जास्त असतो, तेव्हा द्रावणातील पाणी द्रावणातून पडद्याद्वारे गोड्या पाण्याच्या बाजूला पसरते.

सुगंधी पॉलीमाइड आणि सेल्युलोज एसीटेट हे दोन वैशिष्ट्यपूर्ण पडदा साहित्य आहेत. सेल्युलोज एसीटेट पडद्याच्या प्रति एकक क्षेत्रासाठी प्रवाहाचा दर जास्त असतो. पॉलीमाइड पडद्यांमध्ये विशिष्ट प्रवाहाचा दर कमी असतो. मॉड्यूलर युनिट्समध्ये बांधलेल्या या सदस्यांद्वारे इनलेट आणि आउटलेट व्यवस्थेसह दंडगोलाकार कंटेनरमध्ये एक प्रचंड पटल पृष्ठभाग संकुचित केला जातो. ही प्रक्रिया सर्पिल जखमेच्या मॉड्यूलचा वापर करून केली जाऊ शकते.पटलातील अशुद्धता टाळण्यासाठी पाण्याचे विलवणीकरण करणे आवश्यक आहे.गोठणे आणि गाळणे या अस्वच्छता, निलंबित अवशेष, लोह, मॅग्नेशियम, कडकपणा आणि सेंद्रिय संयुगे विरघळण्यासाठी दोन संभाव्य उपचार पद्धती आहेत. रासायनिक स्केलिंग टाळण्यासाठी आणि पीएच कमी करण्यासाठी एसिडचा वारंवार वापर केला जातो.

Suggestive Questions

1. State different forms of chlorination?
2. Draw the flow diagram of water treatment plant with its function?
3. Explain with neat labelled sketch of cross section of Rapid Sand Gravity Filter.
4. Differentiate between Slow Sand filter and Rapid Sand filter?
5. Describe the process of coagulation. Explain the procedure of Jar test with neat labeled sketch?

युनिट -3 पाणी वितरण प्रणाली
(Water Distribution System)

विषय निष्पत्ति (CO): - पाणीपुरवठ्यासाठी वितरण प्रणाली आणि पाईप नेटवर्क निवडा

सिद्धांत शिक्षणाचे परिणाम (TLO) : -
TLO 3.1 दिलेल्या परिस्थितीत कन्व्हेयन्स सिस्टमचा संबंधित मोड निवडा.
TLO 3.2 दिलेल्या परिस्थितीसाठी पाणी वितरण पद्धत सुचवा.
TLO 3.3 दिलेल्या परिस्थितीत पाणी वितरणासाठी संबंधित पाईप नेटवर्क सिस्टम वापरा.

3.0 परिचय (Introduction):-
वॉटर डिस्ट्रीब्यूशन सिस्टम (डब्ल्यूडीएस) हे पाइपलाइन, स्टोरेज सुविधा, पंप, वाल्व्ह आणि इतर घटकांचे नेटवर्क आहे जे निवासी, व्यावसायिक आणि औद्योगिक ग्राहकांसारख्या शेवटच्या वापरकर्त्यांपर्यंत उपचार करण्यायोग्य (पिण्याचे) पाणी वितरीत करतात.

- **उद्दीष्टे (Objectives):-**
  1. सर्व ग्राहकांना सतत पाणी वितरण सुनिश्चित करा.
  2. घरगुती आणि औद्योगिक वापरासाठी पुरेसा दबाव ठेवा.
  3. दूषित होण्यापासून प्रतिबंधित करा आणि शुद्धता राखणे.
  4. तोटा कमी करा आणि वितरण ऑप्टिमाइझ करा.
  5. लोकसंख्येच्या वाढीवर आधारित भविष्यातील विस्तारास परवानगी द्या.

- **कम्पोनन्ट (Components):-**
  1. पाइपलाइन - स्त्रोतापासून ग्राहकांपर्यंत पाणी वाहतूक करा.
  2. साहित्य: कास्ट लोह, ड्युटाईल लोह, पीव्हीसी, स्टील, काँक्रीट.
  3. स्टोरेज टाक्या आणि जलाशय - आपत्कालीन आणि पीक मागणीसाठी पाणी साठवा.
  4. पंप - दबाव कायम ठेवा आणि सर्व भागात पाणी पोचते याची खात्री करा.
  5. वाल्व्ह - देखभाल करण्यासाठी पाण्याचा प्रवाह आणि वेगळा विभाग नियंत्रित करा.
  6. मीटर आणि हायड्रंट्स-वापर मोजा आणि अग्निशामक समर्थन प्रदान करा.
  7. नियंत्रण साधने-प्रेशर-रिड्यूकिंग वाल्व्ह, एअर रीलिझ वाल्व्ह, वाल्व्ह तपासा.

- **आव्हाने (Challenges):-**
  1. वृद्धत्व पाईप्स आणि खराब देखभालमुळे.
  2. कमी किंवा उच्च दाब सेवेच्या गुणवत्तेवर परिणाम करते.
  3. क्रॉस-कनेक्शन आणि गळती प्रदूषक ओळखू शकतात.
  4. पीक डिमांड कालावधी सिस्टमला ताणू शकतात.

3.1 कन्वेअन्स (Conveyance)

3.1.0 पाईप्स (Pipes): - हा एक नाला आहे ज्याद्वारे पाणी प्रसारित केले जाते आणि दबावाखाली वितरित केले जाते. पाईप्स पाणीपुरवठा योजनांमध्ये भांडवली गुंतवणूकीचे मोठे प्रमाण दर्शविते आणि म्हणूनच त्याचे विशेष महत्त्व आहे. पाईप प्रकार आणि सामग्रीची निवड इच्छित वापर, दबाव आवश्यकता, टिकाऊपणा आणि पर्यावरणीय परिस्थितीवर अवलंबून असते.

3.1.1 पाईप्सचे प्रकार (Types of Pipes)

Table 3.1.1 फायदे आणि तोटे असलेले विविध प्रकारचे पाईप्स दर्शवित आहेत

अ.क्र.	पाईप्सचे प्रकार	फायदे Advantages	तोटे Disadvantages
1.	**कास्ट आइअर्न पाईप्स:**	1. किंमत मध्यम आहे. 2. सामील होणे सोपे. 3. गंजमुळे प्रभावित झाले नाही. 4. मजबूत आणि टिकाऊ.	1. मोठे ब्रेक. 2. पाईपची क्षमता वाहून नेणे पाईपच्या जीवनात वाढ होते. 3. जास्त दाबासाठी योग्य नाही (0.7 एन/मिमी 2). 4. ठिसूळ निसर्गामुळे ते सहज क्रॅक होते. 5. आकार 1200 मिमीच्या पलीकडे वाढल्यास वाहतूक करणे कठीण.
2.	**रिइन्फोर्सड सिमेंट कॉंक्रिट पाईप्स:**	1. या पाईप्सची देखभाल कमी आहे. 2. पाईप्स सामान्य पिण्यायोग्य पाण्याने आतून कोरडे नाहीत. 3. हे खूप टिकाऊ आहेत.	1. या पाईप्स दुरुस्त करणे आणि त्यात सामील होणे कठीण आहे. 2. संकोचन क्रॅक आणि पोर्सिटीमुळे पाईप्समध्ये गळती होण्याची प्रवृत्ती असते. 3. पाईप्स वाहतूक करणे कठीण आहे.
3.	**एस्बेस्टोस सिमेंट पाईप:**	1. पाईप्स वजनात खूप हलके असतात. 2. पाईप्स गुळगुळीत आहेत आणि त्यांची वाहून नेण्याची क्षमता वेळेसह कमी होत नाही. 3. पाईप्स लहान वितरण पाईप्स म्हणून योग्य आहेत. 4. पाईप्स लवचिक आहेत कारण असे सांधे सहजपणे तयार होतात.	1. पाईप्स महाग आणि कमी टिकाऊ आहेत. 2. पाईप्स मऊ आणि ठिसूळ आहेत आणि जास्त सामर्थ्य नाही. 3. वाहतुकीदरम्यान पाईप्सचे नुकसान होण्याची शक्यता आहे.
4.	**प्लास्टिक पाईप्स:**	1. संक्षारक प्रतिरोधक.	1. उच्च तापमानात (45° से)

		2. स्वस्त, टिकाऊ 3. चांगले इलेक्ट्रिक इन्सुलेटर 4. वजनात प्रकाश आणि वाकणे, सामील होणे आणि स्थापित करणे सोपे आहे. 5. वाहतूक करणे सोपे.	वापरू शकत नाही. 2. जीआय किंवा सीआयच्या तुलनेत पुरेसे मजबूत नाही. 3. थर्मल विस्तार गुणांक जीआय किंवा सीआयपेक्षा जास्त आहे. 4. उष्णतेसाठी कमी प्रतिरोधक. 5. पाण्यासाठी अप्रिय चव.
5.	**रॉट आइअर्न पाईप्स**	1. मॉर लाइटर. 2. सहज कट, थ्रेड केलेले. 3. आतील कामांमध्ये वापरल्यास देखावा चांगले.	1. मॉर कॉस्ट्ली. 2. कमी टिकाऊ.
6.	**स्टील पाईप्स**	1. वजनात प्रकाश, वाहतुकीसाठी इतके सोपे. 2. लांबीच्या मोठ्या प्रमाणात, म्हणूनच सांध्यांची संख्या कमी आहे. 3. स्वस्त. 4. काही प्रमाणात लवचिक आणि म्हणूनच ते वक्रांवर सहजपणे ठेवले जाऊ शकतात.	1. गंजमुळे प्रभावित. 2. जीवन कालावधी 25 ते 50 वर्षे. 3. कनेक्शन बनविणे कठीण. 4. उच्च देखभाल किंमत. 5. अम्लीय किंवा अल्कधर्मी पाण्यामुळे गंजलेले.
7.	**कॉपर पाईप्स**	1. कॉरोड करण्यास जबाबदार नाही. 2. सहज वाकले. 3. गरम पाणी वापरल्यास, घासू नका.	
8.	**लीड पाईप्स**	1. बेन्ट ईज़ली 2. ते उच्च दाबाचा सामना करू शकतात.	1. विषबाधा होऊ द्या. 2. सैग, जेव्हा गरम पाणी वापरले जाते.
9.	**गॅल्वनाइज्ड आइअर्न पाईप्स**	1. स्वस्त. 2. वजनात प्रकाश 3. हाताळण्यास आणि वाहतूक करणे सोपे आहे. 4. सामील होणे सोपे आहे.	1. अम्लीय किंवा अल्कधर्मी पाण्यामुळे सहज परिणाम झाला. 2. आयुष्य लहान आहे (7 ते 10 वर्षे).

❖ **कम्पैरिसन बिट्वीन आर.सी.सी. पाईप्स आणि पी.व्ही.सी. पाईप्स**

अ.क्र.	आर.सी.सी. पाईप्स	पी.व्ही.सी. पाईप्स
1.	विस्तार संयुक्त साठी जागा आवश्यक नाही.	तापमान 45 डिग्री सेल्सिअसपेक्षा जास्त असेल तेव्हा जागा आवश्यक आहे.
2.	ते पुरेसे मजबूत आहेत.	ते मजबूत नाहीत.
3.	पाण्याखाली वापरल्यावर फ्लोटिंग नाही.	कमी वजनामुळे त्यांचे फ्लोटिंग.
4.	कठीण दुरुस्ती.	दुरुस्ती करणे सोपे.
5.	उच्च दाब पाइपलाइनच्या कामासाठी वापरले जाते.	इमारतीत अंतर्गत प्लंबिंगच्या कामासाठी वापरले जाते.

❖ **कम्पैरिसन बिट्वीन कास्ट आइअर्न पाईप्स आणि आर.सी.सी. पाईप्स**

अ.क्र.	कास्ट आइअर्न पाईप्स	आर.सी.सी. पाईप्स
1.	विस्तार संयुक्त आवश्यक आहे.	विस्तार संयुक्त आवश्यक नाही.
2.	करोशन रेसिस्टन्ट.	ऐसिडस्, अल्कलीजच्या उपस्थितीमुळे भूगर्भातील पाण्याद्वारे कोरोड होण्याची शक्यता आहे.
3.	खर्चात मध्यम.	तुलनेने कमी खर्च
4.	सामील होणे आणि वाहतूक करणे सोपे आहे.	सामील होणे सोपे आहे परंतु वजन कमी झाल्यामुळे वाहतूक करणे कठीण आहे.

3.1.4 चॉइस ऑफ मटिरीअल फॉर पाईप्स (Choice of Material for Pipes):-

1. अनुप्रयोग आणि हेतू (Application & Purpose) :-

पाणीपुरवठा → जीआय, पीव्हीसी, एचडीपीई, तांबे.
सांडपाणी → कॉंक्रिट, कास्ट लोह, पीव्हीसी.
उच्च-दाब द्रवपदार्थ → स्टील, तांबे.

2. टिकाऊपणा आणि गंज प्रतिकार (Durability & Corrosion Resistance):-

संक्षारक वातावरण → पीव्हीसी, एचडीपीई, तांबे.
भूमिगत वापर → आरसीसी, पीव्हीसी, स्टील (कोटेड).

3. तापमान आणि दबाव परिस्थिती (Temperature & Pressure Conditions)

उच्च तापमान → स्टील, तांबे, सीपीव्हीसी.
उच्च दाब → स्टील, आरसीसी, पीपीआर.

4. किंमत आणि उपलब्धता (Cost & Availability):-

बजेट-अनुकूल → पीव्हीसी, जीआय, काँक्रीट.

प्रीमियम गुणवत्ता → तांबे, स्टील.

5. स्थापना आणि देखभाल सुलभ (Ease of Installation & Maintenance):-

लाइटवेट आणि सुलभ स्थापना → पीव्हीसी, एचडीपीई, पीपीआर.

जड आणि टिकाऊ → कास्ट लोह, काँक्रीट.

❖ फैक्टरर्स अफेक्टिंग चॉइस ऑफ मटिरीअल फॉर पाईप्स (Factors affecting choice of material for pipes):-

1. सामर्थ्य
2. गंज प्रतिरोधक
3. हायड्रॉलिक गुणधर्म
4. जास्तीत जास्त परवानगीयोग्य व्यास
5. हाताळणी आणि जोडणे
6. अर्थव्यवस्था
7. साइड इफेक्ट
8. निधीची उपलब्धता
9. देखभाल आणि दुरुस्ती खर्च
10. पाईपची टिकाऊपणा

1.1.5 टाईप्स ऑफ जॉइन्टस(Types of Joints)

1) **स्पिगॉट आणि सॉकेट जॉइन्ट(Spigot & Socket joint):** - कास्ट- आइअर्न -पाईप्सच्या बाबतीत या प्रकारचे संयुक्त सामान्यतः वापरले जाते. या प्रकारच्या कनेक्शन कॉन्फिगरेशनसह, एका पाईपचा टॅप किंवा साधा टोक दुसऱ्या पाईपच्या सॉकेटमध्ये बसलेला आहे. त्यानंतर हेम्प सूत स्पिगॉटच्या भोवती गुंडाळले जाते, ज्यामुळे शिसेसाठी सॉकेटची आवश्यक खोली भरुन काढली जाते. नंतर बॅरेलच्या सभोवताल गुडघे टेकलेल्या चिकणमातीची अंगठी ठेवली जाते.

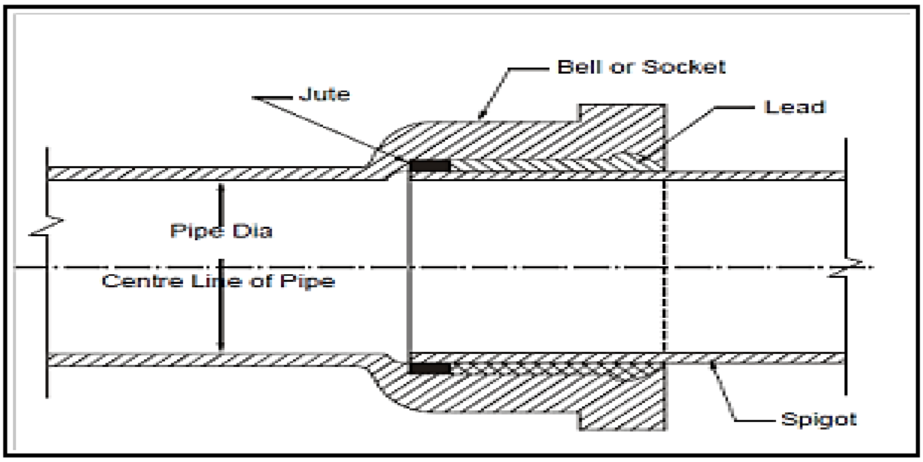


FIGURE 3.1 स्पिगॉट आणि सॉकेट जॉइन्ट

(स्रोत: - https:// www.expertsmind.com/topic/joints-in-water-supply-pipes/spigot-and-socket-joint-915532.aspx)

लोकेशन (Location):-

a. पाणीपुरवठा पाइपलाइन
b. सांडपाणी आणि ड्रेनेज सिस्टम
c. सिंचन प्रणाली
d. वादळ पाण्याचे ड्रेनेज

➢ **फंगक्शन (Function):-**

a. एक मजबूत आणि गळती-पुरावा कनेक्शन प्रदान करते
b. पाईप विस्तार आणि आकुंचन करण्यास अनुमती देते
c. सुलभ पाईप संरेखन आणि कनेक्शन सुलभ करते
d. गुरुत्वाकर्षण प्रवाह प्रणालींचे समर्थन करते
e. दीर्घकालीन टिकाऊपणा प्रदान करते.

फ्लॅन्जेड जॉइन्ट: (Flanged Joint) एक फ्लॅन्जेड संयुक्त हा एक प्रकारचा पाईप कनेक्शन आहे जिथे गळती -पुरावा सील सुनिश्चित करण्यासाठी फ्लॅन्जेस, बोल्ट आणि गॅस्केटचा वापर करून दोन पाईप्स, वाल्व्ह किंवा फिटिंग्ज सामील होतात. हे पाण्याचे वितरण, तेलात मोठ्या प्रमाणात वापरले जाते.

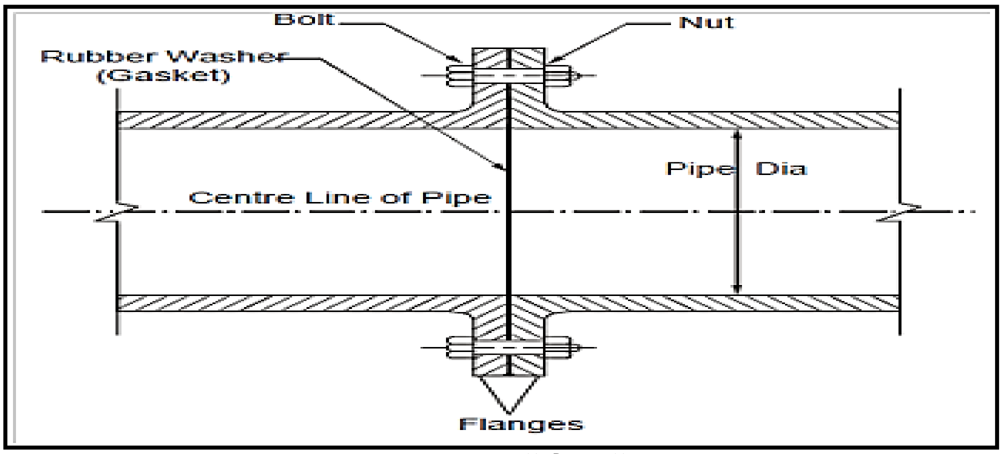


FIGURE 3.2 फ्लॅन्जेड जॉइन्ट

(स्रोत:-https://www.expertsmind.com/topic/joints-in-water-supply-pipes/flanged-joint-915533.aspx)

- **लोकेशन (Location)** :-1. पंप आणि झडप कनेक्शन
  2. उच्च-दाब आणि उच्च-तापमान पाइपलाइन
  3. जल उपचार आणि वितरण प्रणाली
  4. औद्योगिक आणि रासायनिक प्रक्रिया वनस्पती
  5. पॉवर प्लांट्स आणि बॉयलर सिस्टम
  6. अग्निशामक आणि एचव्हीएसी सिस्टम
- **फंगक्शन (Function):-**
  1. एक मजबूत आणि गळती-पुरावा कनेक्शन प्रदान करते
  2. सोपी असेंब्ली आणि डिस्सेंबली सोयीस्कर करते
  3. पाइपलाइन डिझाइनमध्ये लवचिकतेचे समर्थन करते
  4. उच्च दाब आणि तापमान सहन करते
  5. कंपन आणि पाईपचा ताण कमी होतो

3) एक्सपणसंशन जॉइन्ट (Expansion Joint): - हे सांधे पाईप्समध्ये थर्मल स्ट्रेस न ठेवता विनामूल्य विस्तार किंवा आकुंचन करण्यास परवानगी देणाऱ्या तापमानाच्या विपुल फरकांच्या संपर्कात असलेल्या पाईप्सवर वापरले जातात. येथे जेव्हा पाईपचा विस्तार होतो, तेव्हा सॉकेटचा शेवट पुढे सरकतो आणि जेव्हा पाईप कॉन्ट्रॅक्ट करतो तेव्हा तो त्या जागेत परत शब्द हलवितो आणि प्रत्येक स्थितीत लवचिक रबर गॅस्केट संयुक्त पाणी घट्ट ठेवतो.

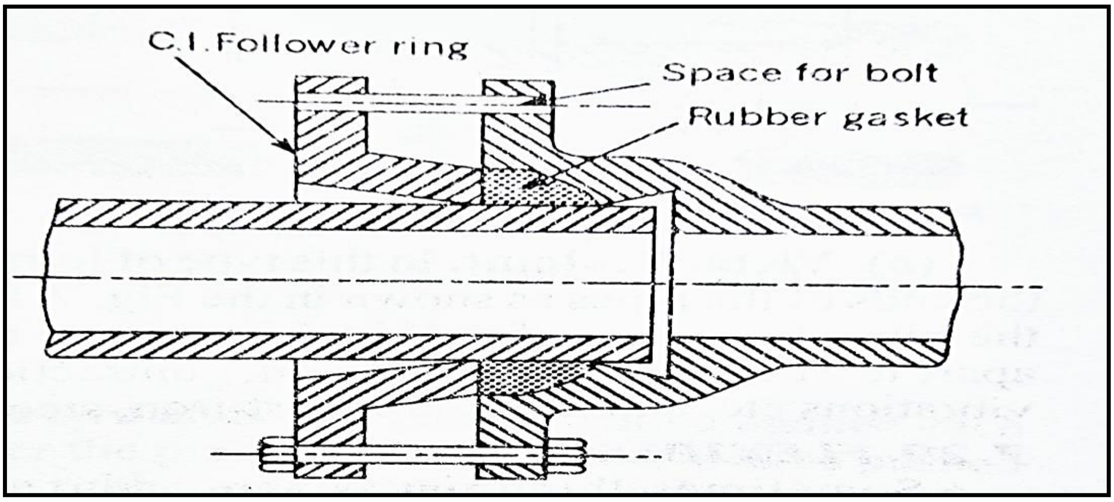


FIGURE 3.3 एक्सपणसंशन जॉइन्ट

(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.7 Collection and Conveyance Page No. 107 Point 7.26)

- **लोकेशन (Location):-**

a) गरम पाणी आणि स्टीम पाइपलाइन
b) लांब पाइपलाइन सिस्टम
c) औद्योगिक वनस्पती आणि रिफायनरीज
d) पूल आणि उन्नत पाइपलाइन

e) एचव्हीएसी सिस्टम (हीटिंग, वेंटिलेशन आणि वातानुकूलन)
f) भूमिगत पाइपलाइन

- **फंगक्शन (Function)**:-

a) थर्मल विस्तार आणि आकुंचन शोषून घेते.
b) कंपन आणि आवाज कमी करते.
c) पाइपिंग सिस्टममध्ये लवचिकता अनुमती देते.
d) टिकाऊपणा आणि सुरक्षितता वाढवते.
e) भूकंप आणि स्ट्रक्चरल हालचाली हाताळते.

4) फ्लेक्सबल जॉइन्ट (Flexible Joint):- पाइपिंग सिस्टममधील लवचिक सांधे हालचाली सामावून घेण्यासाठी, कंपने शोषून घेण्यासाठी आणि थर्मल विस्तार, ग्राउंड सेटलमेंट, दबाव बदल आणि बाह्य शक्तींमुळे होणारे ताण कमी करण्यासाठी डिझाइन केलेले आहेत. हे सांधे विविध अनुप्रयोगांमध्ये टिकाऊपणा, विश्वासार्हता आणि पाइपलाइनची कार्यक्षमता सुधारतात.

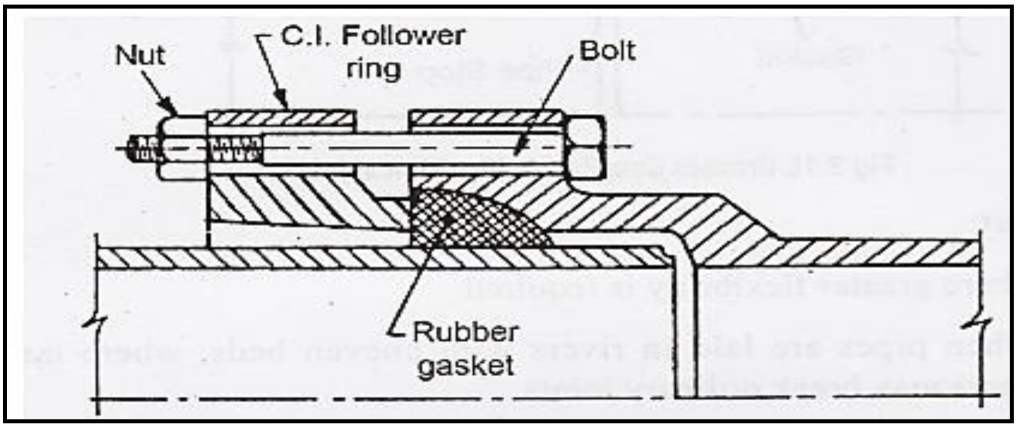


FIGURE 3.4 फ्लेक्सबल जॉइन्ट

(स्रोत:- https:// civil.poriyaan.in/topic/pipe-fittings-40198/)

लोकेशन (Location):-

1. पाणीपुरवठा आणि वितरण प्रणाली.
2. सांडपाणी आणि ड्रेनेज सिस्टम.
3. तेल आणि गॅस पाइपलाइन.
4. औद्योगिक प्रक्रिया वनस्पती.
5. एचव्हीएसी आणि अग्निशामक प्रणाली.
6. पूल, बोगदे आणि भूकंपाचे झोन.

- **फंगक्शन (Function):-**

1. थर्मल विस्तार आणि आकुंचन शोषून घेते.
2. कंपन आणि आवाज कमी करते.
3. पाईप हालचाल आणि लवचिकता अनुमती देते.
4. गळती आणि स्ट्रक्चरल नुकसान प्रतिबंधित करते.
5. सिस्टमची कार्यक्षमता आणि दीर्घायुष्य सुधारते.

5) **कॉलर जॉइन्ट (Collar Joint):** - हा पाईप कनेक्शनचा एक प्रकार आहे जिथे दोन पाईपच्या टोकांमध्ये सामील होण्यासाठी कॉलर (किंवा स्लीव्ह) वापरला जातो. हे संयुक्त लवचिकता, सुलभ विच्छेदन आणि वर्धित सीलिंग प्रदान करते, ज्यामुळे ते पाणी, सांडपाणी आणि औद्योगिक पाइपिंग सिस्टमसाठी योग्य बनते.

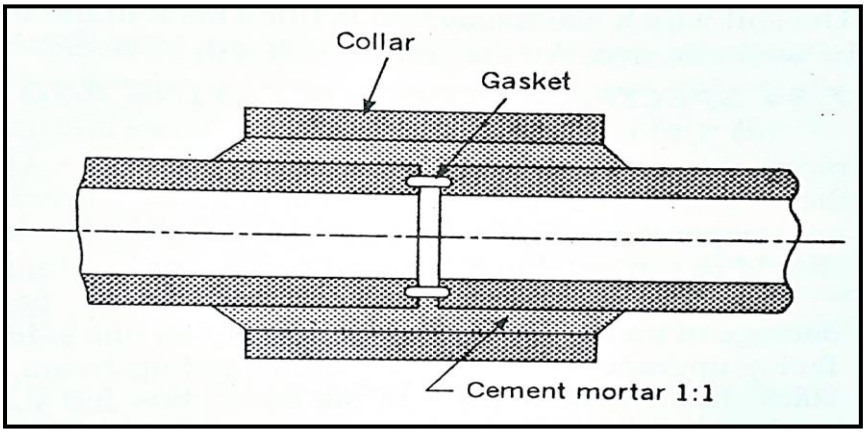


FIGURE 3.5 कॉलर जॉइन्ट

(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.7 Collection and Conveyance Page No. 109 Point 7.31)

- **लोकेशन (Location)**
  1. पाणीपुरवठा आणि वितरण प्रणाली.
  2. सांडपाणी आणि ड्रेनेज सिस्टम.
  3. औद्योगिक पाइपिंग सिस्टम.
  4. तात्पुरती आणि देखभाल स्थापना.
  5. सिंचन आणि कृषी पाइपलाइन.
- **फंगक्शन (Function)**
  1 एक सुरक्षित आणि गळती-पुरावा कनेक्शन प्रदान करते.
  2. सुलभ स्थापना आणि देखभाल करण्यास अनुमती देते.
  3. किरकोळ चुकीच्या पद्धतीने सामावून घेतात.
  4. लहान हालचाली आणि कंपन शोषून घेते.

6) **Screwed and Socket Joints:** - हे लहान -व्यासाच्या पाइपिंग सिस्टममध्ये मोठ्या प्रमाणात वापरले जाते जेथे द्रुत असेंब्ली आणि डिस्सेंबलीज आवश्यक असते. हे सांधे थ्रेडेड पाईप्स आणि फिटिंग्ज वापरुन सुरक्षित कनेक्शन प्रदान करतात, ज्यामुळे ते कमी-दाब आणि मध्यम-तापमान अनुप्रयोगांसाठी योग्य आहेत.

लोकेशन (Location) :-

1. घरगुती पाणीपुरवठा प्रणाली.
2. गॅस आणि इंधन पाइपिंग सिस्टम.
3. औद्योगिक हवा आणि स्टीम पाइपलाइन.
4. सिंचन आणि कृषी पाणीपुरवठा.
5. फायरफाइटिंग आणि एचव्हीएसी सिस्टम.
6. तेल आणि रासायनिक प्रक्रिया वनस्पती.

फंगक्शन (Function):-

a) एक सुरक्षित आणि गळती-पुरावा कनेक्शन प्रदान करते.
b) सुलभ स्थापना आणि विघटनास अनुमती देते.
c) पाईप विस्तार आणि आकुंचन सामावून घेते.
d) खर्च-प्रभावी आणि विश्वासार्ह पाइपिंग सिस्टम सुनिश्चित करते.

3.1.7 वाल्व्ह(Valve): उलट दिशेने पाण्याचा प्रवाह रोखण्यासाठी हवा सोडण्यासाठी किंवा प्रवेश करण्यासाठी दबाव नियंत्रित करण्यासाठी पाण्याच्या प्रवाहावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी सामान्यपणे वाल्व्ह आवश्यक आहेत. वितरणाच्या उद्देशाने वाल्व्ह बसविले जातात.

- **उद्दीष्टे(Objectives): -**

a) पाण्याच्या प्रवाहाचे दर नियंत्रित करणे.
b) पाइपलाइनमध्ये हवा सोडणे किंवा प्रवेश करणे.
c) गळती रोखण्यासाठी किंवा शोधण्यासाठी.
d) आपत्कालीन परिस्थितीत मागणी पूर्ण करण्यासाठी.
e) वितरण प्रणाली अधिक कार्यक्षम बनविणे.

a) स्ल्यूइस वाल्व्ह(Sluice valves): - याला गेट वाल्व्ह म्हणून देखील ओळखले जाते आणि बहुतेक पाण्याच्या कामात वापरले जातात. हे स्वस्त आहे आणि पाण्याच्या प्रवाहास कमी प्रतिकार आहे. गेट वाल्व्ह पाईप्सद्वारे पाण्याचा प्रवाह नियंत्रित करतात आणि मुख्य ओळींमध्ये निश्चित होतात ज्यामुळे स्त्रोतातून पाणी 3 ते 5 किमी अंतरावर आहे.

फंगक्शन(Function): -

या वाल्व्हचा वापर वितरण प्रणालीमध्ये पाण्याचा प्रवाह नियंत्रित करण्यासाठी केला जातो. लोकेशन: - हे वाल्व्ह सुमारे 150 ते 200 मीटर अंतरावर आणि सर्व जंक्शनवर किंवा पाइपलाइनच्या छेदनबिंदूवर किंवा स्ट्रीट कोपर्यात स्थित आहेत.

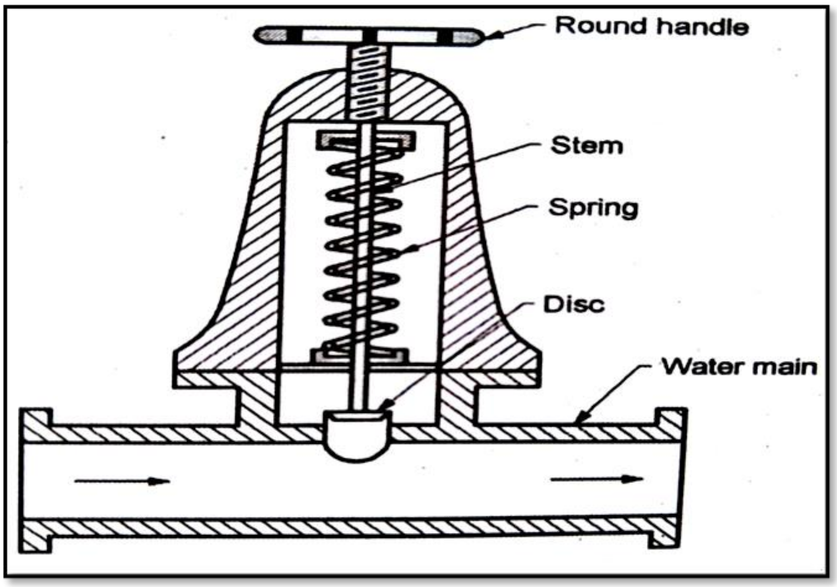


FIGURE 3.7 स्ल्यूइस वाल्व्ह
(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.19 Valves and Fittings **Page No. 241 Point 19.2)**

b. रिफ्लक्स किंवा चेक किंवा नॉन-रिटर्न वाल्व्ह (Reflux or Check or Non-Return Valves): - याला रिटर्न किंवा नॉन-रिटर्न व्हॉल्व्ह म्हणून देखील ओळखले जाते. हे स्वयंचलितपणे पाण्याचे केवळ एका दिशेने वाहू देते आणि त्यास उलट दिशेने वाहू देते. या प्रकारच्या वाल्व्हमध्ये पाण्याच्या एका दिशात्मक प्रवाहामध्ये ठराविक वाढ होते.

फंगक्शन(Function) :- a) अशा वाल्व्ह केवळ प्रवाहाच्या दिशेने उघडतात; म्हणूनच, जर पंप अयशस्वी झाला किंवा थांबला तर पाणी पंपवर परत येणार नाही आणि यामुळे पंपिंग उपकरणे नुकसानातून वाचली.

b) हे उपचारित पाण्यात प्रदूषित पाण्याच्या प्रवेशास प्रतिबंधित करते.

लोकेशन:- इंजिनवरील बॅक दबाव टाळण्यासाठी या प्रकारचे वाल्व लाँग पंपिंग मेन्समध्ये स्थित आहेत.

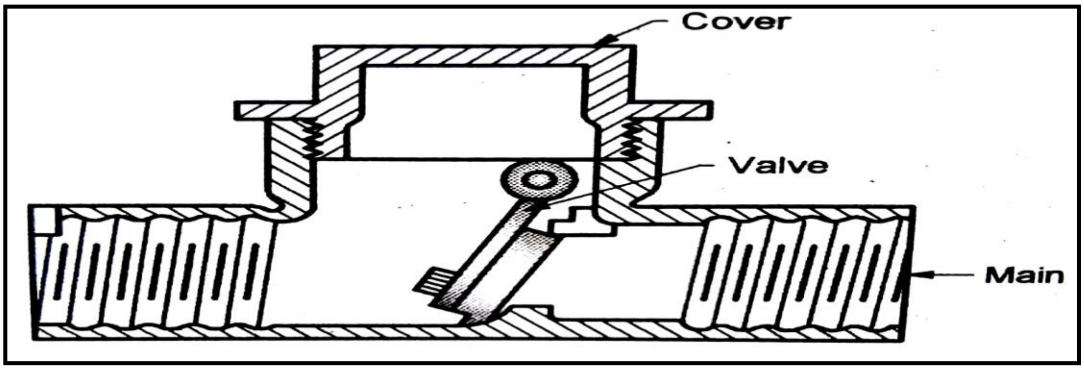
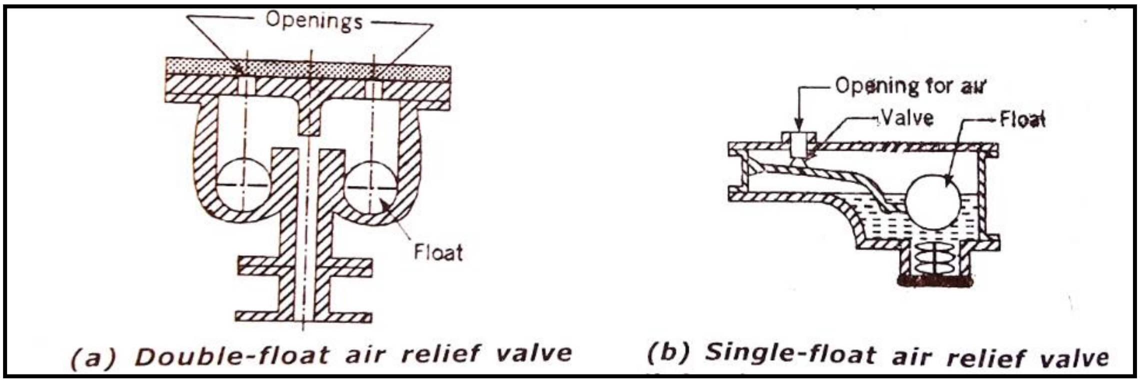


FIGURE 3.8 रिफ्लक्स किंवा चेक किंवा नॉन-रिटर्न वाल्व्ह
(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.19 Valves and Fittings **Page No. 241 Point 19.3)**

c. एअर रिलीफ वाल्व्ह (Air Relief valves): - जेव्हा पाईप लाइनमध्ये पाणी प्रवेश करते तेव्हा काही प्रमाणात त्यात थोडी हवा असते जी पाईपच्या उच्च बिंदूवर जमा होते. जेव्हा हवेचे प्रमाण वाढते तेव्हा ते पाण्याच्या प्रवाहावर सेव्हूर ब्लॉकेजला कारणीभूत ठरते म्हणून पाईप लाइनमधून जमा केलेली हवा काढून टाकणे सर्वात आवश्यक आहे. या उद्देशाने एअर वाल्व्ह वापरले जातात.

फंगक्शन (Function): - पाण्याच्या प्रवाहास अडथळा आणू शकणारी साचलेली हवा सोडणे.
लोकेशन (Location): - ते पाईपच्या संरेखनात शिखर बिंदूवर प्रदान केले जातात.



3.9 एअर रिलीफ वाल्व्ह
(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.19 Valves and Fittings **Page No. 242 Point 19.5)**

d) प्रेशर रिलीफ वाल्व्ह (Pressure Relief valve): - याला सेफ्टी वाल्व देखील म्हणतात, पाइपलाइनच्या बाजूने प्रदान केलेल्या बिंदूवर जेथे दबाव परवानगी मर्यादेपेक्षा जास्त असेल.

फंगक्शन(Function): - जेव्हा दबाव जास्तीत जास्त होतो किंवा परवानगी नसलेल्या मर्यादेपेक्षा जास्त होतो, अशा परिस्थितीत रिलीफ वाल्व स्वयंचलितपणे ऑपरेट होते आणि हातोडीचा प्रभाव किंवा पाईपचा फुटणे प्रतिबंधित करते.
लोकेशन (Location): a) पाईप नेटवर्कला जोडणाऱ्या दोन पाइपलाइन.
b)पाइपलाइनमध्ये दोन भिन्न उन्नतीवर.

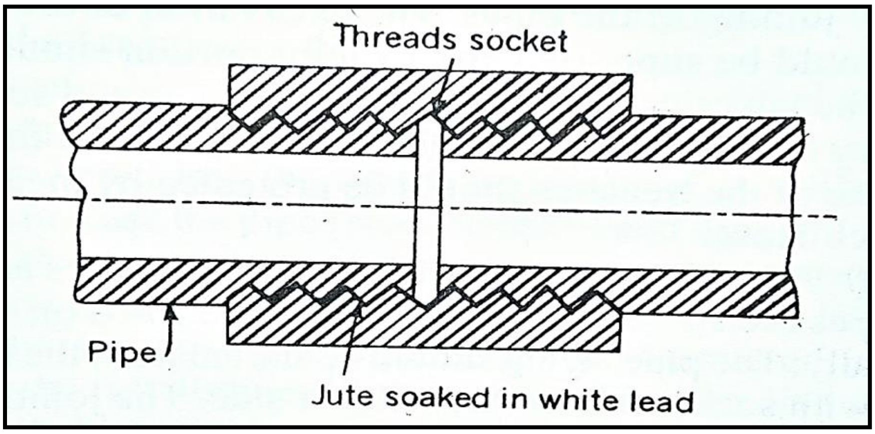


FIGURE 3.10 प्रेशर रिलीफ वाल्व्ह

(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.19 Valves and Fittings **Page No. 241 Point 19.3)**

e) स्कॉर वाल्व्ह(Scour valves): - या वाल्व्हला ब्लो -ऑफ किंवा ड्रेन किंवा वॉश आउट वाल्व देखील म्हणतात. ते सामान्य स्लूइस वाल्व आहेत आणि स्पष्ट पाणी त्यांच्यामधून जात असल्याचे दिसून आल्यावर लगेच हाताने हाताने चालविले जाते.

फंगक्शन(Function): - हे पाइपलाइनमध्ये जमा केलेले वाळू किंवा गाळ काढण्यासाठी वापरले जातात.

लोकेशन(Location): या प्रकारचे वाल्व प्रत्येक औदासिन्य आणि मृत टोकांवर स्थित असतात, जर तेथे पाण्याचे पाईपमध्ये काही स्कॉरिंग किंवा गाळ जमा असेल तर.

3.2 वॉटर डिस्ट्रब्यूशन: - एकदा पाण्याचा उपचार झाल्यावर ते वितरण प्रणालीद्वारे घरे, बाग, औद्योगिक साइट्स आणि सार्वजनिक भागात वितरित केले जाणे आवश्यक आहे. वितरण प्रणालीमध्ये विविध आकार, झडप, फिटिंग्ज, पंप, वितरण विहिरी, फायर हायड्रंट्स, स्तंभ इत्यादी पाईप्सचा समावेश आहे. वाल्व्ह पाईप्सद्वारे पाण्याचा प्रवाह नियंत्रित करतात. व्यक्ती आणि नगरपालिकांद्वारे वापरल्या जाणाऱ्या पाण्याचे मोजमाप करण्यासाठी मीटर स्थापित केले जातात. आग लागल्यास पाण्याचे ओळी अग्निशामक उपकरणाशी जोडण्यासाठी वापरल्या जातात. रस्त्यावर ओलांडणाऱ्या पाण्याच्या ओळीशी इमारत जोडण्यासाठी सेवा कनेक्शन केले जातात. पाईप्सना आवश्यक दबाव निर्माण करण्यासाठी उच्च सेवा टाकीमध्ये किंवा पाण्याच्या मुख्य भागात पाणी पंप करण्यासाठी पंपचा वापर केला जातो.

3.2.1 खाली चांगल्या वितरण प्रणालीच्या आवश्यकता आहेत (Requirements of a good Distribution system):

1. पुरेसा पाणीपुरवठा (Adequate Water Supply) : - घरगुती, औद्योगिक आणि अग्निशमन दलाच्या मागण्या पूर्ण करण्यासाठी पुरेसे पाणी पुरविणे आवश्यक आहे. हे पीक-तास वापर हाताळण्यास सक्षम असावे.

2. उच्च दाब आणि वेग (High Pressure and Velocity): -वढ्या मागणीच्या वेळीही पाण्याचे सर्व क्षेत्रांपर्यंत पोहोचण्यासाठी पुरेसे दबाव असावा. किमान दबाव 7 मीटर (निवासी क्षेत्रे)

आणि 10-15 मीटर (मल्टी-स्टोरी इमारती) असावा. गाळ किंवा पाईपचे नुकसान टाळण्यासाठी पाण्याचा वेग 0.6 ते 3 मीटर/से असावा.

3. गळती-पुरावा आणि टिकाऊ (Leak-Proof and Durable) :-वाया टाळण्यासाठी सिस्टम गंज-प्रतिरोधक, गळती-पुरावा आणि मजबूत सामग्री बनविली पाहिजे. नियमित देखभाल आणि गळती शोधणे आवश्यक आहे.

4. पाण्याची गुणवत्ता देखभाल (Quality of Water Maintained): - पाणी स्वच्छ, दूषित होण्यापासून मुक्त आणि वापरासाठी सुरक्षित राहिले पाहिजे. सांडपाणी ओळींसह बॅकफ्लो किंवा क्रॉस-दूषित प्रतिबंधित करा.

5. विश्वसनीय आणि सतत पुरवठा (Reliable and Continuous Supply) : - सिस्टमने व्यत्यय न घेता 24/7 पाणीपुरवठा केला पाहिजे. आपत्कालीन परिस्थिती हाताळण्यासाठी योग्य स्टोरेज जलाशयांची देखभाल केली पाहिजे.

6. आर्थिक आणि कार्यक्षम डिझाइन (Economic and Efficient Design) : - कमीतकमी उर्जेच्या वापरासह लेआउट खर्च -प्रभावी असावे. योग्य पाईप आकार, पंपिंग स्टेशन आणि जलाशयांचा विचार केला पाहिजे.

7. सुलभ ऑपरेशन आणि देखभाल (Easy Operation and Maintenance) : - सुलभ दुरुस्ती आणि देखरेखीसाठी सिस्टममध्ये वाल्व्ह, मीटर आणि तपासणी चेंबर असणे आवश्यक आहे. संपूर्ण प्रणालीवर परिणाम न करता देखभाल करण्यासाठी विभागांच्या द्रुतगतीने अलगाव करण्यास परवानगी दिली पाहिजे.

8. भविष्यातील विस्तारासाठी लवचिकता (Flexibility for Future Expansion) : - लोकसंख्या आणि मागणीमध्ये भविष्यातील वाढीसाठी नेटवर्क डिझाइन केले पाहिजे. यामुळे शहरी विकासानुसार सुलभ बदल आणि विस्तारांना अनुमती दिली पाहिजे.

9. अग्निशामक व्यवस्था (Firefighting Arrangements) : - सिस्टममध्ये योग्य ठिकाणी हायड्रंट्स असणे आवश्यक आहे. अग्निशमन दलासाठी पुरेसे दबाव आणि प्रमाण उपलब्ध असावे.

10. किमान पाण्याचे नुकसान (Minimum Water Loss) : - नॉन -रेव्हेन्यू वॉटर (एनआरडब्ल्यू) टाळण्यासाठी योग्य मीटरिंग आणि गळती नियंत्रण. पाण्याची चोरी आणि अपव्यय कमी करण्यासाठी नियमित देखरेख.

3.2.2 डिस्ट्रब्यूशन मेथड: (Distribution Method) - देशाच्या स्थलांतरानुसार, पाण्याच्या वितरणासाठी खालील तीन पद्धतींपैकी कोणतीही एक स्वीकारली जाऊ शकते.

1) ग्रैविटी सिस्टम: (Gravity System) - या प्रणालीमध्ये पाईप्सद्वारे केवळ गुरुत्वाकर्षणाद्वारे पाणी दिले जाते. गुरुत्व प्रणाली ही वितरणाच्या सर्वात विश्वासार्ह पद्धती आहेत. परंतु ते फक्त तेव्हाच उपयुक्त ठरेल जेव्हा पाणीपुरवठ्याचे प्रमाण वितरण क्षेत्राच्या तुलनेत उच्च पातळीवर असते. अंजीर. जास्तीत जास्त आणि किमान मागणी दरम्यान हायड्रॉलिक ग्रेडियंट्ससह गुरुत्वाकर्षण प्रणाली दर्शविते. आगीच्या बाबतीत, मोटर पंपांचा वापर अग्निशमनशील उद्देशाने उच्च दाब विकसित करण्यासाठी केला जाऊ शकतो.

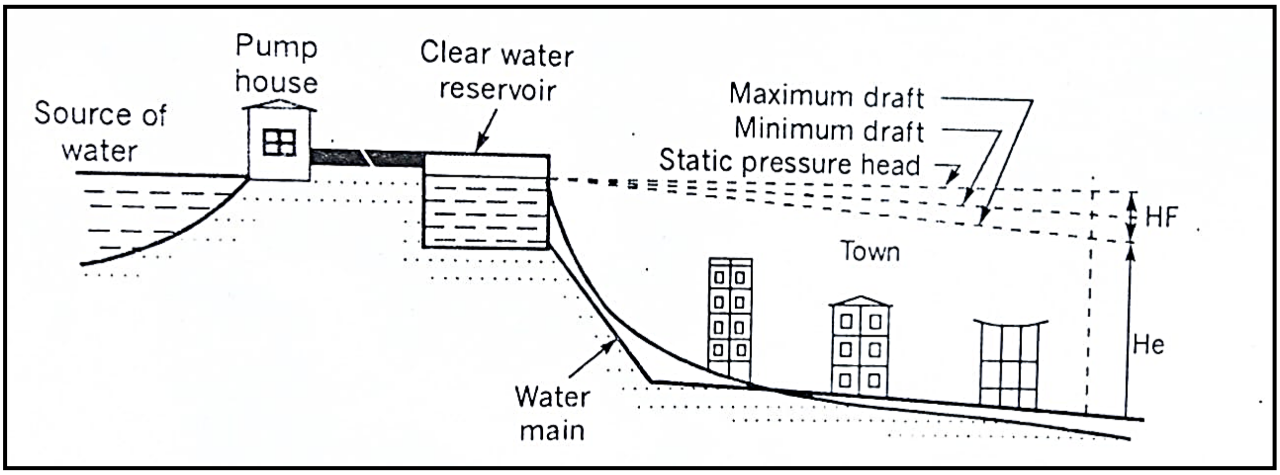


FIGURE 3.11 ग्रैविटी सिस्टम

(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.18 Distribution System **Page No. 225 Point 18.3)**

❖ **योग्यता (Suitability):**

a. डोंगराळ भाग किंवा अशा ठिकाणांसाठी योग्य जेथे उच्च उंचीचे पाण्याचे स्त्रोत उपलब्ध आहेत.
b. मर्यादित वीजपुरवठा असलेल्या छोट्या शहरे आणि ग्रामीण भागात चांगले कार्य करते.

❖ **फायदे (Advantages)** :-

a. पंपिंगसाठी बाह्य शक्ती आवश्यक नाही.
b. कमी यांत्रिक भाग देखभाल कमी करतात.
c. वीज खंडित दरम्यान देखील कार्य करते.
d. इंधन/विजेवरील अवलंबन कमी करणे, नैसर्गिक उंची वापरते.
e. कमीतकमी पायाभूत सुविधांसह व्यवस्थापित करणे सोपे.

❖ **तोटे (Disadvantages):-**

a. उच्च-उंचीचा स्त्रोत किंवा उन्नत स्टोरेज टाक्या आवश्यक आहेत.
b. उच्च उंचीवर जलाशय आणि पाइपलाइन बांधणे महाग असू शकते.
c. कमी उंचीवरील भागात जास्त दबाव प्राप्त होतो, शक्यतो पाईप स्फोट होतो.
d. जर शहर विद्यमान उन्नत डिझाइनच्या पलीकडे वाढत असेल तर ही प्रणाली अकार्यक्षम होऊ शकते.

2) **पंपिंग सिस्टम (Pumping System) :** - या प्रणालीमध्ये पाण्याचे थेट ग्राहकांकडे जाणाऱ्या मुख्य भागात पंप केले जाते. या प्रणालीमध्ये आवश्यक असलेल्या पंपांची संख्या पाण्याच्या मागणीवर अवलंबून असेल. Figure. जास्तीत जास्त आणि किमान मागणी दरम्यान हायड्रॉलिक ग्रेडियंट्ससह पंपिंग सिस्टम दर्शवते.

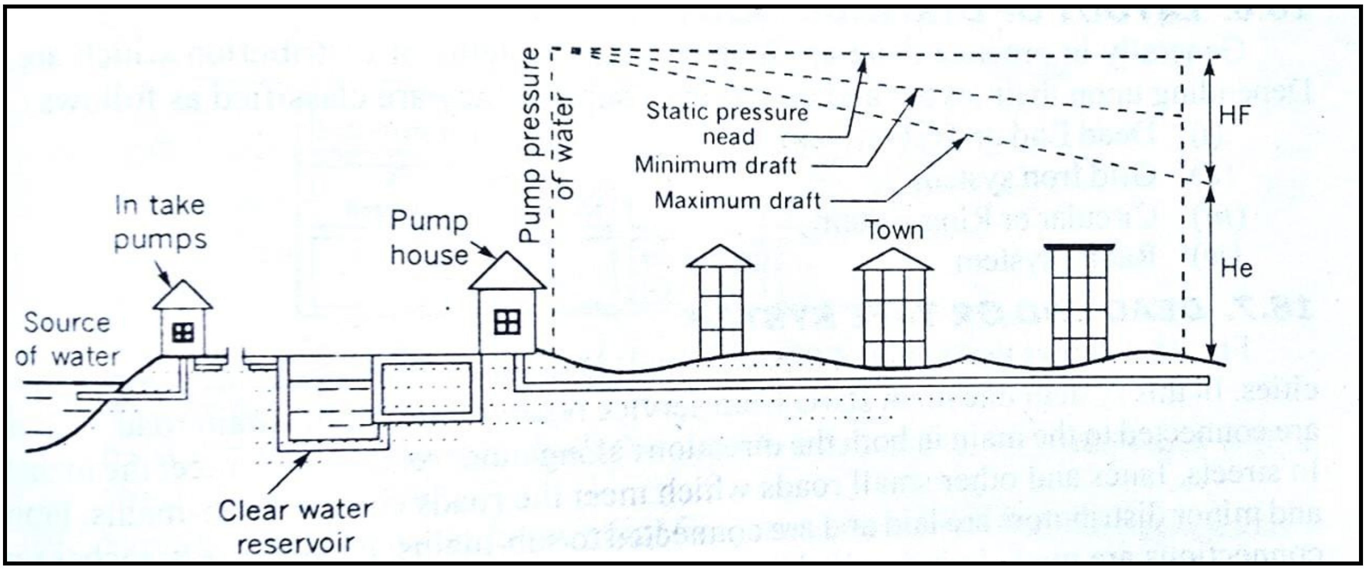


FIGURE 3.12 पंपिंग सिस्टम

(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.18 Distribution System **Page No. 225 Point 18.4)**

❖ **योग्यता(Suitability):**

1. गुरुत्वाकर्षणाचा प्रवाह शक्य नसलेल्या सपाट प्रदेशांसाठी आदर्श.
2. उच्च मागणी असलेल्या मोठ्या शहरे आणि औद्योगिक क्षेत्रात वापरली जाते.

❖ **फायदे**:- **(Advantages)**

1. अशी प्रणाली कोणत्याही प्रकारच्या टोपोग्राफीसाठी योग्य आहे.
2. वितरण प्रणालीमध्ये पुरेसा दबाव उपलब्ध आहे.
3. फायर हायड्रंट्ससाठी, मोठ्या प्रमाणात पाणी उपलब्ध आहे.
4. एलिव्हेटेड सर्व्हिस जलाशय बांधण्याची गरज नाही.

❖ **तोटे**:- **(Disadvantages)**

1. स्त्रोतावर पुरेसे पाण्याची गरज.
2. ते आर्थिकदृष्ट्या नाही.
3. अधिक देखभाल आवश्यक आहे.
4. अधिक नुकसान आणि अपव्यय होण्याची शक्यता.
5. या प्रणालीला सतत वीजपुरवठा आवश्यक आहे.
6. अधिक नुकसान आणि अपव्यय होण्याची शक्यता.

3) कम्बाइन्ड सिस्टम: (Combined System) या प्रणालीमध्ये, उपचारित पाणी पंप केले जाते आणि एलिव्हेटेड वितरण जलाशयात साठवले जाते. कमी वापरादरम्यान जास्तीचे पाणी एलिव्हेटेड जलाशयात राहते आणि ते पीक कालावधीत पुरवले जाते. पंप सामान्यत: स्थिर दराने काम केले जातात आणि पंपिंगचा हा दर इतका समायोजित केला जातो की कमी वापरादरम्यान जलाशयात साठवलेल्या पाण्याचे प्रमाण जास्त प्रमाणात पीक कालावधीत पाण्याच्या अतिरिक्त मागणीच्या बरोबरीचे असते.

FIGURE . जास्तीत जास्त आणि किमान मागणी दरम्यान हायड्रॉलिक ग्रेडियंट्ससह एकत्रित गुरुत्व आणि पंपिंग सिस्टम दर्शविते.

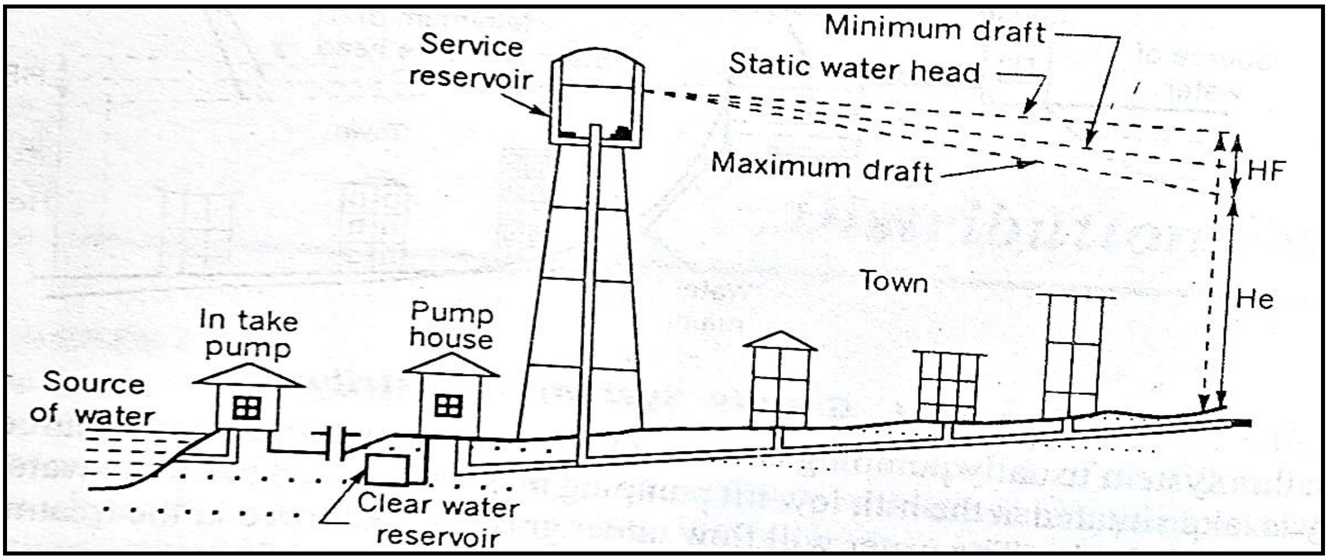


FIGURE 3.13 कम्बाइन्ड सिस्टम

(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.18 Distribution System **Page No. 226 Point 18.5)**

❖ योग्यता: (Suitability):

1. मोठ्या शहरांसाठी सर्वोत्कृष्ट जेथे काही झोनला थेट पंपिंगची आवश्यकता असते तर काही गुरुत्वाकर्षणावर अवलंबून राहू शकतात.
2. जेथे वीज खंडित सामान्य आहेत परंतु जलाशय बॅकअप पुरवठा करू शकतात.

❖ फायदे:- (Advantages)

1. पंप सतत वेगाने कार्य करतात.
2. शक्तीच्या अपयशाचा परिणाम प्रणालीवर होत नाही.
3. ही प्रणाली किफायतशीर, विश्वासार्ह आणि कार्यक्षम आहे.
4. विशेष देखरेखीची आवश्यकता नाही.
5. अग्निशामक मागण्या सहजपणे पूर्ण केल्या जाऊ शकतात.

❖ तोटे: (Disadvantages)

1. उच्च प्रारंभिक किंमत
2. योग्य नियोजन आणि नियंत्रण प्रणाली आवश्यक आहे.
3. दोन्ही पंप आणि स्टोरेज जलाशयांची आवश्यकता आहे.

❖ कम्पैरिसन बिट्वीन ग्रैविटी सिस्टम आणि पंपिंग सिस्टम.

अ.क्र.	ग्रैविटी सिस्टम	पंपिंग सिस्टम
1.	शहरापेक्षा पुरवठ्याचा स्त्रोत पुरेसा उंचीवर असतो तेव्हा योग्य.	कोणत्याही प्रकारच्या टोपोग्राफीसाठी योग्य.
2.	गुरुत्वाकर्षणाखाली पाणी वाहते, म्हणून पंपिंग आवश्यक नाही.	दबाव आणि पंपिंग अंतर्गत पाण्याचा प्रवाह आवश्यक आहे.
3.	ही प्रणाली अग्निशामक मागणीसाठी उच्च दबाव देऊ शकत नाही.	अग्निशमन दबावासाठी पुरेसे पाणी उपलब्ध आहे.
4.	कमी गळती आणि अपव्यय.	तेथे आणखी नुकसान आणि कचरा आहेत.
5.	ही पद्धत सोपी, विश्वासार्ह आणि किफायतशीर आहे.	पंपिंग खर्चामुळे ही प्रणाली किफायतशीर नाही.
6.	कमी देखभाल खर्च.	अधिक देखभाल किंमत.
7.	दूर विभागांसाठी पुरेसा दबाव उपलब्ध नाही.	पंपांमुळे वितरण प्रणालीमध्ये पुरेसा दबाव उपलब्ध आहे.
8.	वीजपुरवठा आवश्यक नाही, म्हणून अधिक विश्वासार्ह.	पॉवर अपयशी ठरल्यास ही प्रणाली विश्वासार्ह नाही कारण पंप काम करणे थांबवतील.

❖ कम्पैरिसन टेबल

मेथड	सर्वोत्कृष्ट	उर्जा वापर	किंमत	विश्वसनीयता	की मर्यादा
ग्रैविटी	डोंगराळ भाग, ग्रामीण शहरे	निम्न	उच्च प्रारंभिक, कमी देखभाल	उच्च (शक्तीशिवाय कार्य करते)	उच्च उंची आवश्यक आहे
पंपिंग	सपाट भाग, शहरे	उच्च	मध्यम ते उच्च	कमी (वीज पुरवठ्यावर अवलंबून आहे)	वीज अपयशामुळे पुरवठा व्यत्यय येतो
कम्बाइन्ड	मोठी शहरे, भिन्न प्रदेश	मध्यम	उच्च प्रारंभिक, कमी धावण्याची किंमत	उच्च (जलाशयांचा बॅकअप)	कॉम्प्लेक्स डिझाइन आणि ऑपरेशन

1.2.3 हडप्पा आणि मोहन्जो-दारो, कटराज लेक-शनीवारवाडा, नहर-ए-अंबरी वॉटर कोर्स

a) हडप्पा आणि मोहन्जो-दारो (Harappa and Mohenjo-daro) हडप्पा आणि मोहन्जो-डारो यांच्यासह सिंधू व्हॅली सभ्यता (आयव्हीसी) वैज्ञानिक शहरी नियोजन, पाणी व्यवस्थापन आणि स्वच्छतेचे सर्वात आधीचे उदाहरण दर्शविते.

i) शहरी नियोजन आणि आर्किटेक्चर:- Urban Planning and Architecture

- प्रगत शहर नियोजन प्रदर्शित करून, एक परिपूर्ण ग्रीड पॅटर्नमध्ये रस्ते घातले गेले.
- शहरांमध्ये स्वतंत्र निवासी, व्यावसायिक आणि प्रशासकीय झोन होते.
- विटांनी एकसारखेपणा आणि टिकाऊपणा सुनिश्चित करून निश्चित प्रमाण (1: 2: 4) अनुसरण केले.
- संरचना भूकंप-प्रतिरोधक आणि दीर्घायुष्यासाठी डिझाइन केलेले होते.
- घरांमध्ये दोन किंवा अधिक मजले होते, नियोजित वेंटिलेशनसह.

ii) जल व्यवस्थापन प्रणाली : Water Management System

- जवळजवळ प्रत्येक घरात पिण्याच्या पाण्यासाठी खासगी विहीर होती.
- सार्वजनिक विहिरी आणि जलाशयांनी सतत पाणीपुरवठा सुनिश्चित केला.
- विट-अस्तर असलेल्या कव्हर्ससह भूमिगत ड्रेनेज चॅनेल तयार केले गेले.
- स्वच्छतेची समज दर्शविणारी नियमित साफसफाईसाठी नाल्यांमध्ये तपासणीचे छिद्र होते.
- एक मोठी, वॉटरटाईट आंघोळीची रचना, शक्यतो विधी किंवा सार्वजनिक स्वच्छतेसाठी वापरली जाते.
- बिटुमेन अस्तर वापरुन वॉटरप्रूफिंग साध्य केले.

iii) कचरा आणि स्वच्छता प्रणाली Waste and Sanitation System

- घरांमध्ये स्वतंत्र बाथरूम आणि शौचालय होते, हे प्राचीन काळात एक दुर्मिळ वैशिष्ट्य आहे.
- कचरा कव्हर केलेल्या नाल्यांमधून वाहून नेला गेला, दूषित होण्यापासून रोखला गेला.
- कचरा संकलन आणि पुनर्वापरासाठी नियुक्त केलेले खड्डे.

iv) कृषी आणि व्यापार नवकल्पना (Agricultural and Trade Innovations)

- शेतीसाठी प्रगत कालवा प्रणाली आणि जलाशय.
- हंगामी पीक फिरविणे आणि मातीच्या प्रजनन व्यवस्थापनाचे ज्ञान.
- मेसोपोटामिया, पर्शिया आणि मध्य आशियासह सुप्रसिद्ध व्यापार.
- प्रमाणित वजन आणि उपायांनी गोरा वाणिज्य सुनिश्चित केले.

v) टिकाव आणि वारसा (Sustainability and Legacy)

- टिकाऊ बांधकाम साहित्यांसह कमीतकमी पर्यावरणीय प्रभाव.
- प्रभावी कचरा पुनर्वापर आणि पावसाच्या पाण्याचे कापणी तंत्र.
- स्वच्छता आणि ड्रेनेजवर जोर देऊन आधुनिक शहरी नियोजन प्रेरित.
- सार्वजनिक आंघोळीची आणि पद्धतशीर कचरा विल्हेवाट लावण्याची संकल्पना आजही सुरू आहे.

b) कटराज लेक-शनीवारवाडा: -(Katraj lake-Shaniwarwada)

1. परिचय (Introduction): - कटराज लेक ते शनीवारवाडा पाणीपुरवठा प्रणाली ही एक प्रगत गुरुत्व -आधारित जल वितरण प्रणाली होती, पुणे, महाराष्ट्रातील पेशवा युगात (18 व्या शतकात) बांधली गेली. या यंत्रणेने कटराज तलावापासून पेशवसचे प्रशासकीय आणि निवासी केंद्र शनीवारवाडा येथे गोड्या पाण्याचे कार्यक्षमतेने नेले.

2. **ऐतिहासिक पार्श्वभूमी (Historical Background)**

a) बालाजी बाजीराव (नानासाहेब पेशवा) च्या नियमांतर्गत बांधले गेले.
b) पेशवा सरकारची जागा असलेल्या शनिवारवादाला स्वच्छ पिण्याचे पाणी पुरवण्यासाठी डिझाइन केलेले.
c) पारंपारिक भारतीय हायड्रॉलिक अभियांत्रिकी प्रदर्शित करणारे भारतातील सर्वात लवकर अभियंता पाणीपुरवठा प्रणालींपैकी एक.

3. अभियांत्रिकी आणि डिझाइन (Engineering and Design)

d) उच्च उंचीवर असलेल्या कात्राज तलावाने नैसर्गिक जलाशय म्हणून काम केले.
e) तलावाने जवळच्या टेकड्यांमधून पावसाचे पाणी आणि धावपळ गोळा केली.
f) यामुळे सतत आणि स्वच्छ पाणीपुरवठा सुनिश्चित केला.
g) 15-20 कि.मी. अंतरावर असलेल्या दगड-अस्तर भूमिगत वाहिन्यांद्वारे पाणी वाहत केले गेले.
h) ही वाहिन्या स्थानिक पातळीवर उपलब्ध दगड आणि चुना मोर्टारपासून बनविल्या गेल्या आहेत, ज्यामुळे ते मजबूत आणि टिकाऊ बनले आहेत.
i) सिस्टमने गुरुत्वाकर्षणाचा प्रवाह वापरला, पंपांची आवश्यकता दूर केली.
j) शनीवारवाडा जवळ जलाशय आणि टाक्यांमध्ये पाणी साठवले गेले.
k) नंतर ते पिणे, आंघोळीसाठी आणि सिंचनासाठी वितरित केले गेले.
l) सिस्टमने किल्ल्या आणि आसपासच्या भागासाठी स्वच्छ आणि आरोग्यदायी पाणीपुरवठा सुनिश्चित केला.

4. भारतीय ज्ञान प्रणालीचे महत्त्व (आयके)

m) पूर्णपणे गुरुत्वाकर्षणावर ऑपरेट केलेले, बाह्य उर्जा स्त्रोतांची आवश्यकता नाही.
n) दीर्घकाळ टिकणाऱ्या सामग्रीसह कमीतकमी पर्यावरणीय प्रभाव.
o) पाण्याचे दबाव आणि धोरणात्मक ग्रेडियंट कंट्रोलद्वारे प्रवाह.
p) भूमिगत चॅनेलने बाष्पीभवन आणि दूषित होण्यास प्रतिबंध केला.
q) प्रशासकीय, निवासी आणि आपत्कालीन गरजा भागविण्यासाठी अखंडित पाणीपुरवठा सुनिश्चित केला.
r) ऐतिहासिक भारतीय शहरांमध्ये कार्यक्षम संसाधन व्यवस्थापनाचे एक मॉडेल.
s) या प्रणालीची तत्त्वे आधुनिक शहरी पाणीपुरवठा नेटवर्कमध्ये वापरली जातात.
t) हायड्रॉलिक अभियांत्रिकी आणि टिकाऊ पायाभूत सुविधांमधील भारताचे कौशल्य हायलाइट करते.

5. वारसा आणि संरक्षण

u) मूळ दगडांच्या पाण्याच्या वाहिन्यांचे भाग आजही अस्तित्त्वात आहेत.
v) पेशवा युगातील आर्किटेक्चरल आणि अभियांत्रिकी चमत्कार म्हणून ओळखले.
w) संवर्धनाच्या प्रयत्नांचे उद्दीष्ट ऐतिहासिक जल प्रणालीचा अभ्यास आणि पुनर्संचयित करण्याचे उद्दीष्ट आहे.

c) नहर-ए-अंबरी वॉटर कोर्स:-

1. परिचय:-नहर-ए-अंबरी वॉटर कोर्स ही मध्ययुगीन काळात भारतातील एक प्रगत पाणी वितरण प्रणाली होती. हे पारंपारिक हायड्रॉलिक अभियांत्रिकी आणि टिकाऊ पाणी व्यवस्थापनाचे एक उत्कृष्ट उदाहरण आहे, जे गुरुत्वाकर्षण-आधारित पाणीपुरवठ्याचे देशी ज्ञान दर्शविते.

2. ऐतिहासिक पार्श्वभूमी (Historical Background)

a) "नहर-ए-अंबरी" हे नाव पर्शियन प्रभाव सूचित करते, कारण "नाहर" म्हणजे कालवा किंवा वॉटरकोर्स.
b) ही प्रणाली दूरच्या स्त्रोतांपासून शहरी वसाहतींमध्ये पाणी वाहतूक करण्यासाठी डिझाइन केली गेली होती.
c) पुणे आणि हैदराबादसह डेक्कन प्रदेशात मोठ्या प्रमाणात वापरले
d) सल्तनत आणि मोगल पीरियड्स.
e) शाश्वत जल व्यवस्थापनात भारताचे दीर्घकालीन कौशल्य प्रदर्शित करते.

3. **अभियांत्रिकी आणि डिझाइन (Engineering and Design)**

a) लेक्स, स्टेपवेल किंवा एलिव्हेटेड जलाशयांमधून पाणी होते.
b) अनेकदा पावसाच्या पाणलोट क्षेत्रातून गोळा केले जाते.
c) भूमिगत दगडी वाहिन्यांच्या नेटवर्कद्वारे नैसर्गिकरित्या पाणी वाहते.
d) झुकलेल्या मार्गांनी पंपशिवाय गुळगुळीत हालचाल सुनिश्चित केली.
e) सीपेज किंवा बाष्पीभवनमुळे पाण्याचे नुकसान कमी करण्यासाठी डिझाइन केलेले.
f) सार्वजनिक कारंजे, आंघोळीसाठी, बाग आणि वाड्यांना पुरवलेले पाणी.
g) बऱ्याचदा स्टेपवेल, टाक्या आणि जलचरांशी जोडलेले.
h) टिकाऊपणा सुनिश्चित करण्यासाठी वापरलेले दगड किंवा वीट-अस्तर चॅनेल.

4. भारतीय ज्ञान प्रणालीचे महत्त्व (IKS)

a) बाह्य उर्जा स्त्रोतांची आवश्यकता नसल्यास गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रवाहावर ऑपरेट केले जाते.
b) स्थानिक पातळीवर उपलब्ध, पर्यावरणास अनुकूल सामग्रीसह तयार केलेले.
c) भूमिगत वाहिन्यांद्वारे पाण्याचे नुकसान रोखले.
d) शहरे आणि किल्ल्यांना सतत आणि स्वच्छ पाणीपुरवठा सुनिश्चित केला.
e) स्थिर पाणीपुरवठा सुनिश्चित करून शहर विस्तारात मदत केली.
f) सार्वजनिक वापर, शेती आणि आपत्कालीन परिस्थितीसाठी पाणी दिले.

g) प्रेरित आधुनिक काळातील सिंचन आणि पाणीपुरवठा नेटवर्क.
h) नागरी अभियांत्रिकी आणि हायड्रॉलिक्समधील भारताचे ऐतिहासिक कौशल्य दर्शवते.

5. वारसा आणि संरक्षण (Legacy and Preservation)

a) नहर-ए-अंबरी प्रणालीचे काही अवशेष अजूनही जुन्या शहरांमध्ये आढळू शकतात.
b) इतिहासकार आणि संरक्षक या प्राचीन जल प्रणालींचा अभ्यास आणि पुनर्संचयित करण्याचे काम करीत आहेत.
c) शाश्वत पाणी व्यवस्थापनात एक मौल्यवान केस स्टडी आहे.

1.2.4 सर्व्हिस रेज़र्व्हार (Service Reservoirs): - आपत्कालीन परिस्थितीत पुरवठा पाण्यासाठी उपचारित पाण्याची साठवण करणाऱ्या रेज़र्व्हारला सर्व्हिस रेज़र्व्हार म्हणून संबोधले जाते.

नेसेस्सीटी (Necessity):-

a) त्यात पाण्याचे उपचार केले.
b) हे वितरण प्रणालीमध्ये अर्थव्यवस्था आणते.
c) हे आपत्कालीन परिस्थितीत पाणी पुरवते.
d) हे पंपांचे सतत ऑपरेशन टाळते.

इम्पॉर्टन्स (Importance) :-

a) ते दुर्गम भागासह वितरण प्रणालीमध्ये वासना सतत दबाव प्रदान करतात आणि राखतात.
b) ते दबाव चढ -उतार कमी करतात.
c) ते आगीसाठी आपत्कालीन स्टोरेज, पॉवरच्या पंपांचे अपयश आणि मुख्य असल्यास फुटणे प्रदान करतात.
d) ते मागणीत दर तासाचे भिन्नता शोषून घेतात.
e) ते डिझाइन पंपिंग तासांदरम्यान पंपांना एकसमान वेगाने चालविण्यास सक्षम करतात.

टाईप्स (Types) :-

1) सर्फिस रेज़र्व्हार (Surface Reservoir) : - जेव्हा जलाशय एकतर भू -स्तरावर किंवा भू -स्तराच्या खाली बांधले जातात, तेव्हा त्यास पृष्ठभाग जलाशय असे म्हणतात. अशा प्रकारचे जलाशय सहसा आयताकृती किंवा गोलाकार आकारात असतात आणि एकतर आर.सी.सी. मध्ये बांधले जातात. किंवा चिनाई. हे सामान्यत: दोन आणि तीन चेंबर किंवा कंपार्टमेंट्समध्ये तयार केले जाते आणि दुरुस्ती आणि साफसफाई दरम्यान उपयुक्त आहे. एक चेंबर पूर्णपणे रिक्त केला जाऊ शकतो आणि दुरुस्ती आणि साफसफाई करताना इतर चेंबर कार्यरत ठेवला जातो. दोन कंपार्टमेंट्स आंतर-कनेक्ट केलेले आणि शफ ऑफ व्हॅल्यूद्वारे नियंत्रित केले जातात. साफसफाईच्या उद्देशाने तळाशी स्कॉर वाल्व्हसह ड्रेन पाईप प्रदान केली जाते. अंजीर. पृष्ठभागाच्या जलाशयाचा तपशील दर्शविते. स्वच्छता आणि तपासणीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रत्येक कंपार्टमेंटमध्ये मॅनहोल प्रदान केले जातात. टँकच्या एकूण साठवण क्षमतेमध्ये दोन भागांचा समावेश आहे:

(i) उपयुक्त संचयन (Useful storage)

(ii) सहाय्यक संचयन (Supporting storage)

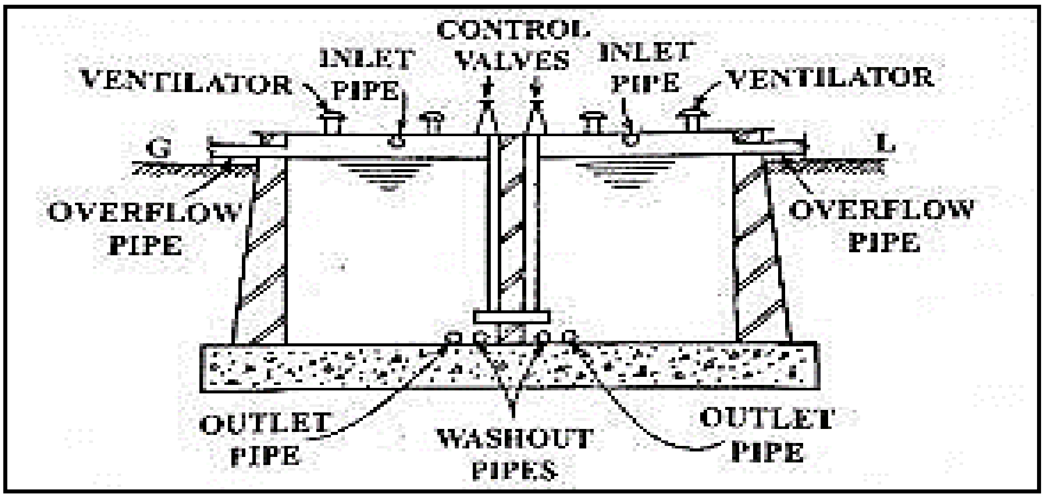


FIGURE 3.14 सर्फिस रेज़र्व्वार

(स्रोत: -https: // abhashacharya.com.np/wp-content/uploads/2017/01/Reservoirs-and-Distribution-System.pdf)

- **अर्थ रेज़र्व्वार (Earth Reservoir):** - हा सर्वात स्वस्त जलाशय आहे. जेव्हा मोठ्या प्रमाणात पाणी साठवायचे असेल तेव्हा सहसा पृथ्वी जलाशय प्रदान केला जातो. हे आवश्यक खोलीसाठी पृथ्वीवरील सामग्रीचे उत्खनन करून आणि नंतर या उत्खनन केलेल्या सामग्रीतून तटबंदीची इमारत केली जाते. अंजीर. पृथ्वी जलाशयांद्वारे एक विशिष्ट विभाग दर्शवितो. पृथ्वीवरील जलाशयांना अभेद्य कोर भिंती पुरविल्या जातात. तटबंदी किमान 1.3 मीटर असावी. बाजूचा उतार 1.5 मीटर क्षैतिज ते 1 मीटर उभ्या स्टीपर असू नये. तळाशी गळती आणि पाण्याचे नुकसान टाळण्यासाठी, विटा, दगड, काँक्रीट इत्यादी.

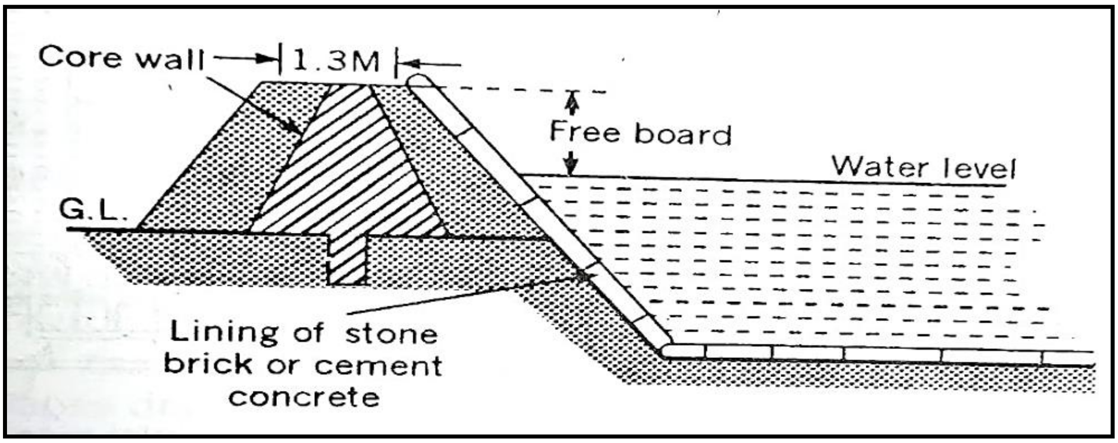


FIGURE 3.15 अर्थ रेज़र्व्वार

(स्रोत: -Water Supply & Sanitary Engineering by G.S.Birdie & J.S.Birdie (Dhanpat Rai Publishing Company Ch.18 Distribution System **Page No. 237 Point 18.17)**

2) एलवेटिड रेज़र्व्वार (Earth Reservoir) : - जेव्हा वितरण क्षेत्राच्या वरील भागाच्या वरील भाग उपलब्ध नसतात जमीनी जलाशयांच्या बांधकामासाठी जिथे वितरण प्रणालीमध्ये गुरुत्वाकर्षण शक्तीखाली पाणी वाहू शकते, तेव्हा उन्नत जलाशय बांधले जावे.

FIGURE 3.16 एलवेटिड रेज़र्व्वार

(स्रोत: -https:// www.indiamart.com/proddetail/over-head-water-tank-13572642712.html)

- **उद्दीष्टे (Purposes) :-**
  a. संतुलन आणि रिझर्व्ह, ब्रेकडाउन रिझर्व्हसाठी समान क्षमता प्रदान करणे.
  b. आवश्यक डोके किंवा उंची प्रदान करण्यासाठी जेणेकरून वितरण प्रणालीच्या नेटवर्कद्वारे गुरुत्वाकर्षणाखाली पाणी वाहू शकेल आणि पाणी पुरेसे दबाव असलेल्या सर्वात दूरच्या ग्राहकांपर्यंत पोहोचेल.
- **लोकेशन(Location) -** हे वितरण झोनच्या डोक्यावर आहे. रेडियल वितरणाच्या बाबतीत हे त्याच्या नियंत्रणाखाली असलेल्या क्षेत्राच्या मध्यभागी आहे.

3.3 पाईप नेटवर्क सिस्टम (Pipe Network System) :-

पाईप वितरण च्या चार मुख्य पद्धती खालीलप्रमाणे आहेत:

1) डेड एंड सिस्टम (Dead end method): - याला लेआउटची मुक्त प्रणाली म्हणून देखील ओळखले जाते आणि त्यात एक पुरवठा मुख्य असतो ज्यामधून उप -मेन घेतले जातात. उप-मेन पुन्हा अनेक शाखा ओळींमध्ये विभागले गेले ज्यामधून ग्राहकांना सेवा कनेक्शन दिले जातात.

योग्यता (Suitability): - ही प्रणाली शहरांसाठी स्वीकारली गेली आहे, जी हफझार्ड पद्धतीने विकसित केली गेली आहे.

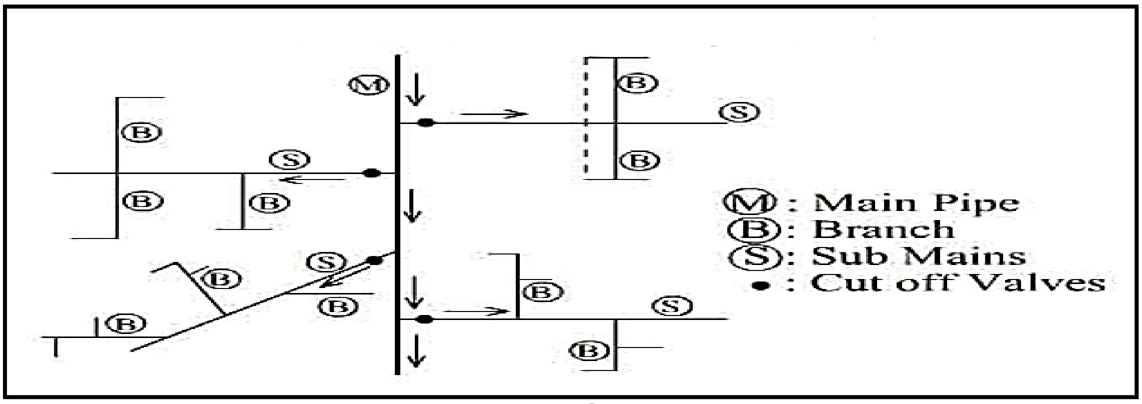


FIGURE . 3.17 डेड एंड सिस्टम

(स्रोत: - https://dailycivil.com/types-of-water-distribution-system/)

फायदे(Advantages)

a) ही प्रणाली सोपी आणि किफायतशीर आहे.
b) पाण्याचा प्रवाह नियंत्रित करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या स्लूइस वाल्व्हची संख्या कमी आहे.
c) क्षेत्राच्या वाढीनुसार प्रणाली वाढविली जाऊ शकते आणि वाढविली जाऊ शकते.
d) पाईप घालण्याची पद्धत सोपी आहे.
e) विविध बिंदूंवर डिस्चार्ज आणि प्रेशर हेडवर काम करणे खूप सोपे आहे.

तोटे:- (Disadvantages)

a) दुरुस्ती दरम्यान, वितरण क्षेत्राच्या मोठ्या भागावर परिणाम होतो.
b) मेन्समध्ये मर्यादित स्त्राव झाल्यामुळे, अग्निशामकतेसाठी उपलब्ध पाणी प्रमाणित प्रमाणात मर्यादित असेल.
c) पाणी गंध आणि लाल रंग प्राप्त करते.

2) ग्रिड - आइअर्न सिस्टम: (Grid-iron method) हे इंटरलेस्ड सिस्टम किंवा रेटिक्युलेशन सिस्टम म्हणून देखील ओळखले जाते. FIGURE मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे मुख्य, उप-मेन आणि शाखा एकमेकांशी एकमेकांशी जोडलेले आहेत

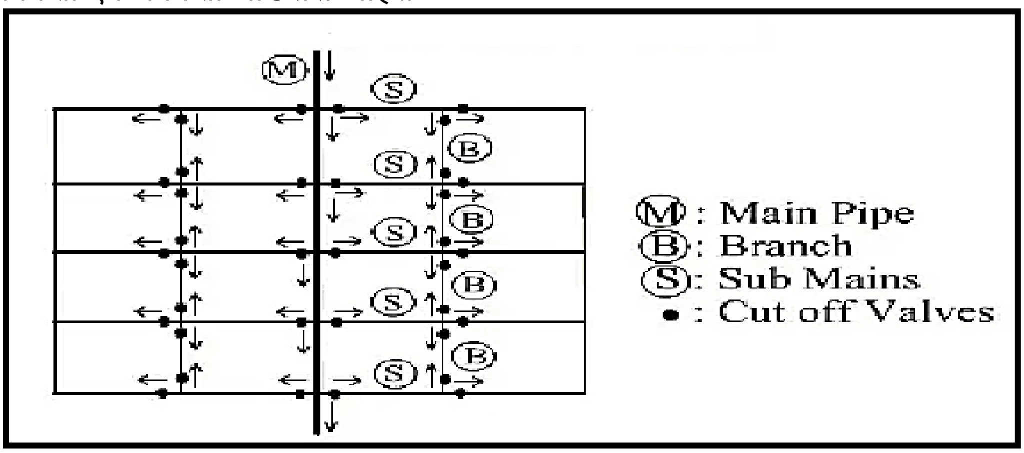


FIGURE 3.18 ग्रिड - आइअर्न सिस्टम

(स्रोत: - https://dailycivil.com/types-of-water-distribution-system/)

फायदे (Advantages)

a. दुरुस्तीच्या बाबतीत वितरण क्षेत्राच्या अगदी लहान भागावर परिणाम होईल.
b. पाण्याचे विनामूल्य अभिसरण आहे आणि म्हणूनच, स्थिरतेमुळे ते प्रदूषणास जबाबदार नाही.

तोटे (Disadvantages)

a. पाण्याचे पाईप घालण्याची किंमत अधिक आहे.
b. लेआउटच्या ग्रीड-लोह प्रणालीसाठी पाईप्सची लांब लांबी आवश्यक आहे.

3) रेडियल सिस्टम (Radial System) :-रेडियल सिस्टम ही पाण्याची वितरण करण्याची एक पद्धत आहे जिथे संपूर्ण शहर किंवा सेवा क्षेत्र एकाधिक झोनमध्ये विभागले गेले आहे, मध्यवर्ती जलाशय किंवा पंपिंग स्टेशन प्रत्येक झोनला रेडियल ठेवलेल्या मुख्यद्वारे पाणी पुरविते.

योग्यता (Suitability):-

a) परिपत्रक शहरे किंवा केंद्रीय पाणीपुरवठा बिंदू असलेल्या भागांसाठी आदर्श.
b) नियोजित शहरी लेआउटमध्ये वापरली जाते जिथे झोनिंग शक्य आहे.
c) सर्व झोनमध्ये सुसंगत पाण्याचे दाब आवश्यक असताना प्रभावी.

फायदे (Advantages):-

a) थेट वितरण सर्व झोनमध्ये समान दबाव सुनिश्चित करते.
b) लहान पाइपलाइन ट्रान्समिशनची वेळ कमी करतात.
c) प्रत्येक रेडियल शाखा स्वतंत्रपणे व्यवस्थापित केली जाऊ शकते.
d) लहान पाइपलाइनमुळे कमी गळती.

तोटे (Disadvantages):-

a) नियोजित झोनिंग आणि पायाभूत सुविधांची आवश्यकता आहे.
b) जर केंद्रीय जलाशय अपयशी ठरला तर संपूर्ण प्रणालीवर परिणाम होतो.
c) एकदा नियोजित रेडियल झोनच्या पलीकडे शहराचा विस्तार झाल्यावर सुधारणे कठीण.

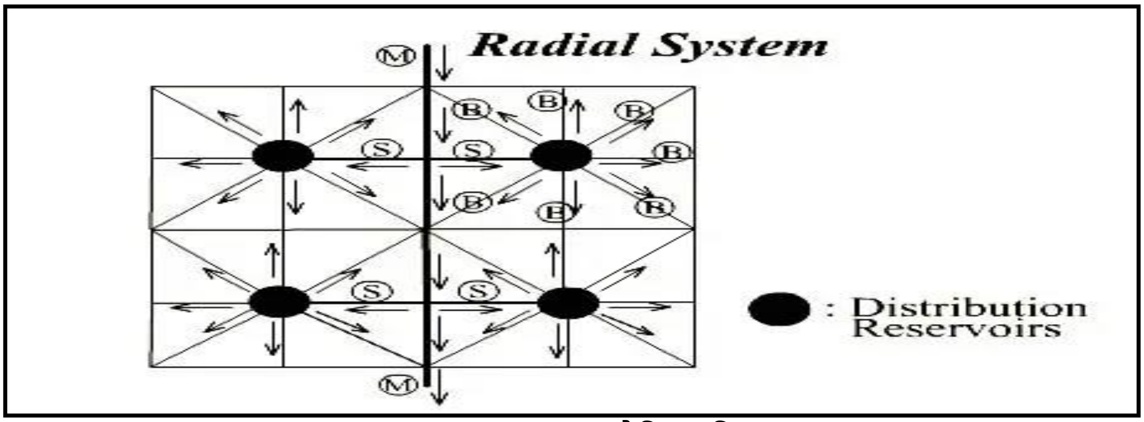


FIGURE 3.19 रेडियल सिस्टम

(स्रोत: - https://dailycivil.com/types-of-water-distribution-system/)

4) रिंग सिस्टम (Ring System) : - रिंग वितरण प्रणाली (ज्याला परिपत्रक प्रणाली देखील म्हणतात) एक प्रकारचे पाणी वितरण नेटवर्क आहे जिथे पाण्याचे मुख्य भाग सेवा क्षेत्राच्या आसपास सतत लूप (रिंग) तयार करतात. हे एकाधिक मार्गांमधून पाणी फिरविण्यास परवानगी देऊन स्थिर आणि संतुलित पाणीपुरवठा सुनिश्चित करते.

योग्यता (Suitability):-

a) मोठ्या शहरे, व्यावसायिक क्षेत्रे आणि औद्योगिक झोनसाठी आदर्श.
b) नियोजित शहर लेआउटमध्ये सामान्य जेथे रस्ते ग्रीडसारखे नमुना बनवतात.
c) जेथे सुसंगत दबाव आणि विश्वासार्हता आवश्यक आहे तेथे वापरली.

फायदे (Advantages):-

a) जर एखादा विभाग अपयशी ठरला तर पाणी दुसऱ्या दिशेने वाहू शकते.
b) मागणी समान रीतीने वितरित करून दबाव थेंब प्रतिबंधित करते.
c) सतत अभिसरण दूषित होण्याचे जोखीम कमी करते.
d) व्यवसाय जिल्हा आणि उद्योग यासारख्या उच्च-मागणीच्या क्षेत्रासाठी योग्य.

तोटे(Disadvantages):-

a) सोप्या सिस्टमच्या तुलनेत अधिक पाइपलाइन आवश्यक आहेत.
b) अधिक वाल्व्ह आणि नियंत्रण यंत्रणा आवश्यक आहेत.
c) मोठ्या, नियोजित शहरी भागात उत्कृष्ट कार्य करते.

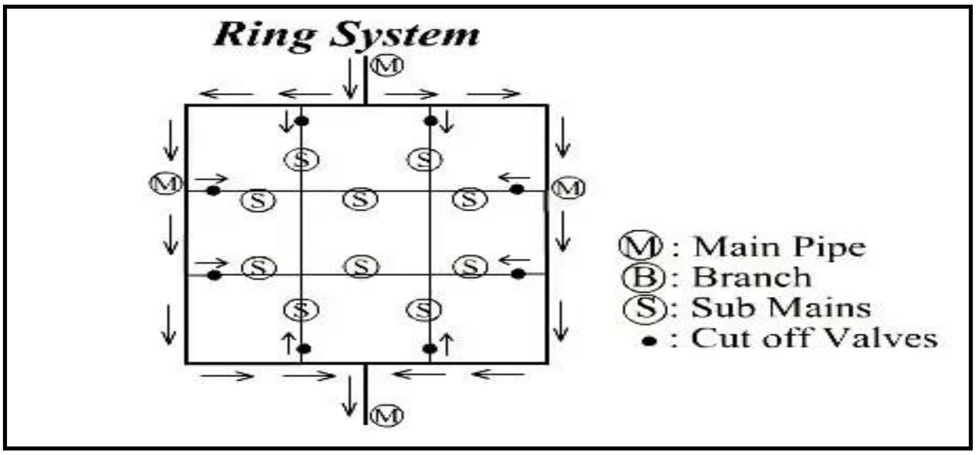


FIGURE 3.20 रिंग सिस्टम
(स्रोत: - https://dailycivil.com/types-of-water-distribution-system/)

अ.क्र.	डेड एंड सिस्टम	ग्रिड - आइअर्न सिस्टम
1.	कमी प्रारंभिक किंमत.	ही प्रणाली महाग आहे.
2.	सिस्टममुळे पाणी दूषित किंवा प्रदूषित होते.	सिस्टममुळे पाणी दूषित किंवा प्रदूषित होत नाही.
3.	स्लूइस किंवा कट-ऑफ वाल्वांची कमी संख्या आवश्यक आहे.	या प्रणालीला अधिक वाल्व्ह आवश्यक आहेत.
4.	पाईपच्या व्यासाची गणना करणे आणि एका बिंदूवर दबाव.	सोपे नाही.
5.	यासाठी लहान लांबीच्या पाईप्सची आवश्यकता आहे.	यासाठी लांब लांबीच्या पाईप्सची आवश्यकता आहे.
6.	अग्निशमन दलासाठी, केवळ एका पाईप पुरवठ्यामुळे पुरेसे पाणी उपलब्ध होऊ शकत नाही.	अग्निशमन दलासाठी, सर्व दिशेने पाणी उपलब्ध आहे.

अ.क्र.	डेड एंड सिस्टम	रिंग सिस्टम
1.	या सिस्टममध्ये आवश्यक असलेल्या कट-ऑफ वाल्व्ह कमी आहेत.	या सिस्टममध्ये आवश्यक असलेल्या कट-ऑफ वाल्व्ह अधिक आहेत.
2.	कोणत्याही वेळी डिस्चार्ज आणि प्रेशर हेडची गणना सहजपणे केली जाऊ शकते.	शक्य नाही.
3.	स्वस्त आणि आर्थिक प्रणाली.	महागड्या प्रणाली.
4.	अनियमितपणे विस्तृत करणाऱ्या परिसरांसाठी योग्य.	नियोजित क्षेत्रासाठी किंवा नियोजित रस्त्यासाठी योग्य.

अ.क्र.	डेड एंड सिस्टम	रेडियल सिस्टम
1.	हे उच्च दाब सुनिश्चित करत नाही.	हे उच्च दाब सुनिश्चित करते.
2.	सिस्टम सोपी आणि स्वस्त आहे.	गुंतागुंतीचे आणि महाग.
3.	आणीबाणीच्या बाबतीत विश्वसनीय नाही.	आणीबाणीच्या बाबतीत विश्वासार्ह.
4.	मृत टोकांच्या संख्येमुळे पाण्याच्या गुणवत्तेवर परिणाम होतो.	पुरवठा रोटेशनमध्ये असल्याने तेथे कोणतेही मृत टोक होणार नाहीत.

Suggestive Questions

1. List out different types of pipes with their advantages and disadvantages.
2. Differentiate between gravity and pumping system.
3. Explain Spigot & Socket joint with a neat sketch.
4. Explain Gravity System with a neat sketch.
5. Differentiate between Dead end system and Grid Iron system.

युनिट 4: इमारत स्वच्छता प्रणाली
(Building Sanitation System)

विषय निष्पत्ति (CO): प्लंबिंग सिस्टम आणि सीव्हर अपर्टनन्सेसचा अर्थ लावा.

सिद्धांत शिक्षणाचे परिणाम (TLO) : -

TLO 4.1- स्वच्छता व्यवस्थेच्या दिलेल्या ठिकाणी वापरण्यासाठी संबंधित स्वच्छताविषयक फिटिंग प्रस्तावित करा.

TLO 4.2- दिलेल्या परिस्थितीसाठी संबंधित प्रकारच्या प्लंबिंग सिस्टिमचे उदाहरण द्या.

TLO 4.3- दिलेल्या परिस्थितीसाठी संबंधित प्रकारच्या सांडपाणी व्यवस्थेची समर्थन करा.

TLO 4.4 -दिलेल्या परिस्थितीत गटार उपकरणे स्पष्ट करा.

4.0 परिचय (Introduction)

प्रभावी स्वच्छता ही बांधकाम आणि इमारतीच्या डिझाइनचा एक आवश्यक भाग आहे, कारण ती इमारतीच्या वापरकर्त्यांच्या जीवनमानावर थेट परिणाम करते. अपुरी स्वच्छता कचरा साचण्यास, दुर्गंधी निर्माण करण्यास आणि पाण्याच्या खराब गुणवत्तेमुळे किंवा अस्वच्छ परिस्थितीमुळे उद्भवू शकणारे संसर्गासारखे आरोग्य धोके देखील निर्माण करू शकते.

4.1 इमारतींची स्वच्छता (Building Sanitation):

"स्वच्छता म्हणजे सामान्यतः मानवी मूत्र आणि चेहऱ्याची सुरक्षित विल्हेवाट लावण्यासाठी सुविधा आणि सेवांची तरतूद. 'स्वच्छता' हा शब्द कचरा संकलन आणि सांडपाणी विल्हेवाट यासारख्या सेवांद्वारे स्वच्छताविषयक परिस्थिती राखण्याला देखील सूचित करतो."

इमारतींच्या स्वच्छता म्हणजे इमारतींमधील आरोग्य आणि स्वच्छता राखण्यासाठी आणि सुधारण्यासाठी राबविल्या जाणाऱ्या उपाययोजना आणि प्रणाली. यामध्ये स्वच्छ पाणीपुरवठा, कचरा व्यवस्थापन, ड्रेनेज सिस्टम, वायुवीजन, कीटक नियंत्रण आणि सामान्य स्वच्छता यासह विविध घटकांचा समावेश आहे . योग्य इमारतीच्या स्वच्छतामुळे रहिवासी सुरक्षित, निरोगी वातावरणात राहतात आणि काम करतात, रोगांचा प्रसार राहतात आणि एकूणच कल्याणाला प्रोत्साहन देतात.

4.1.1 स्वच्छतेची आवश्यकता(Necessity of sanitation)

1. **रोगांचे प्रतिबंध (Prevention of Diseases) :** योग्य स्वच्छता सुरक्षित पाणी आणि कचऱ्याची विल्हेवाट सुनिश्चित करून कॉलरा, टायफॉइड, आमांश आणि इतर जलजन्य आजारांचा प्रसार रोखण्यास मदत करते.
2. **सुधारित सार्वजनिक आरोग्य (Improved Public Health):** स्वच्छता प्रणाली धोकादायक कचऱ्याच्या संपर्कात येण्याचे प्रमाण कमी करते, ज्यामुळे संसर्ग, श्वसन रोग आणि खराब पर्यावरणीय परिस्थितीमुळे होणाऱ्या इतर आरोग्य समस्यांचे धोके कमी होतात **.**

3. **स्वच्छ पाणीपुरवठा (Clean Water Supply):** स्वच्छता स्वच्छ आणि सुरक्षित पाण्याचा सतत पुरवठा सुनिश्चित करते, जे पिण्यासाठी, स्वयं) पाक करण्यासाठी आणि दैनंदिन स्वच्छतेसाठी आवश्यक आहे.
4. **पर्यावरणीय प्रदूषण कमी करणे (Reduction of Environmental Pollution):** प्रभावी कचरा व्यवस्थापन आणि सांडपाणी व्यवस्था हवा, माती आणि पाणी यात पर्यावरणाचे दूषितीकरण राहते, ज्यामुळे स्वच्छ आणि निरोगी परिसंस्था सुनिश्चित होते.
5. **राहणीमानाची चांगली परिस्थिती (Better Living Conditions) :** योग्य स्वच्छता अधिक आरामदायी आणि स्वच्छ राहणीमान किंवा कामाचे वातावरण निर्माण करण्यास हातभार लावते, ज्यामुळे जीवनाची एकूण गुणवत्ता वाढते.
6. **शाश्वतता (Sustainability) :** योग्य स्वच्छता पद्धती कार्यक्षम वापराला प्रोत्साहन देऊन आणि कचरा कमी करून पाणी आणि जमीन यासारख्या नैसर्गिक संसाधनांच्या शाश्वतता योगदान देतात.
7. **आर्थिक विकास (Economic Development) :** स्वच्छ आणि निरोगी वातावरण आर्थिक वाढ, पर्यटन आणि सामुदायिक विकासासाठी अनुकूल परिस्थिती निर्माण करते, ज्यामुळे अधिक समृद्ध समाज निर्माण होतो.

4.1.2 घरगुती सांडपाण्यावर प्रक्रिया करण्याची आवश्यकता (Necessity to treat domestic sewage)

1. घरगुती सांडपाण्यामध्ये मानवी विष्ठा तसेच सार्वजनिक आणि खाजगी इमारतींमधून स्वयंपाकघर, बाथरूम, शौचालय इत्यादींमधून बाहेर पडणारे सांडपाणी असते. म्हणून जर या घरगुती सांडपाण्यावर प्रक्रिया केली नाही तर त्याचे दुष्परिणाम आणि दुष्परिणाम होऊ शकतात. त्यात मानवी विष्ठा आणि मूत्र असल्याने, ते अत्यंत दुर्गंधीयुक्त असते किंवा त्याला खूप दुर्गंधी येते.
2. म्हणूनच प्रदूषण टाळण्यासाठी आणि वाळू, दगड, दगड इत्यादी अजैविक पदार्थ , जलचरांवर दुष्परिणाम करणारे विषारी पदार्थ, विविध रोगांना कारणीभूत असलेले रोगजनक जीव काढून टाकण्यासाठी घरगुती सांडपाण्यावर प्रक्रिया करणे आवश्यक आहे .
3. आरोग्य आणि आल्हाददायक वातावरण राखण्यासाठी; घरगुती सांडपाण्यावर विशिष्ट प्रक्रिया केली पाहिजे.

4.1.3 व्याख्या (Defination):

1) सांडपाणी (Sewage) : - समुदायातून उद्भवणाऱ्या आणि सामान्यतः सांडपाण्याद्वारे वाहून नेल्या जाणाऱ्या द्रव कचऱ्याचे सांडपाणी म्हणतात.

त्यात सांडपाणी, मानवी कचरा, औद्योगिक आणि व्यावसायिक उपक्रमांमधील सांडपाणी , वादळी पाणी यांचा समावेश आहे.

2) सलेज(Sullage) :- सलेज म्हणजे बाथरूम आणि स्वयंपाकघरातील धुण्यासारख्या घरगुती कामांमधून निर्माण होणारे सांडपाणी, ज्यामध्ये अन्न तयार करणे आणि भांडी धुण्याचे पाणी यांचा समावेश आहे.

3) सांडपाण्याचे प्रकार (Types of sewage):- घरगुती सांडपाणी (स्वच्छताविषयक सांडपाणी), औद्योगिक सांडपाणी, वादळी पाणी (पावसाच्या पाण्यातील सांडपाणी) हे विविध प्रकारचे सांडपाणी आहे.

4) पाण्याचा पाईप (Water pipe) : - दाबाखाली पाणी वाहून नेण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या पाईपला पाण्याचा पाईप म्हणतात.

5) पावसाच्या पाण्याचा पाईप (Rain water pipe): - छतावरून पावसाचे पाणी गोळा करणाऱ्या पाईपला पावसाच्या पाण्याचा पाईप म्हणतात.

6) मातीचा पाईप (Soil Pipe) : - पाण्याच्या कपाटातून सांडपाणी वाहून नेणाऱ्या पाईपला मातीचा पाईप म्हणतात.

7) सलेज पाईप (Sullage pipe): - सिंक आणि बाथरूममधील सांडपाणी वाहून नेणाऱ्या पाईपला सलेज पाईप म्हणतात .

8) व्हेंट पाईप (Vent pipe) : - वायुवीजनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या पाईपला व्हेंट पाईप म्हणतात.

4.1.4 स्वच्छताविषयक फिटिंग्ज बांधणे (Building sanitary fittings) :-

❖ **वॉटर क्लोजेट (भारतीय आणि युरोपियन प्रकार):- Water closet (Indian and European type):-**

पाण्याचे कपाट: पाण्याचे कपाट म्हणजे एक स्वच्छताविषयक फिटिंग आहे जे वापरणाऱ्या व्यक्तीकडून थेट मानवी मलमूत्र स्वीकारण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे. ज्या खोलीत ते बसवले जाते त्या खोलीला कधीकधी वॉटर कपाट असेही म्हटले जाते.

वॉटर क्लोजेट खालील दोन प्रकारचे असतात:

(I) भारतीय प्रकारचे वॉटर क्लोजेट

(II) युरोपियन प्रकारचे वॉटर क्लोजेट

(I) भारतीय प्रकारचे वॉटर क्लोजेट (Indian type water closet):

1. एक सामान्य भारतीय प्रकारचे वॉटर क्लोजेट. ते सहसा पोर्सिलेनपासून बनलेले असते आणि पॅन आणि ट्रॅप दोन वेगवेगळ्या तुकड्यांमध्ये असतात. ट्रॅपमध्ये अँटी- सायफनेज पाईप साठी एक छिद्र असते. फ्लश पाणी पसरवण्यासाठी पॅनमध्ये फ्लशिंग रिम असते. मल थेट ट्रॅपमध्ये

पडत नाही आणि योग्यरित्या फ्लश न केल्यास मल दूषित होण्याची शक्यता असते. ते जमिनीच्या पातळीवर बसून किंवा बसून बसून बसलेले असते.

2. भारतीय प्रकारच्या वॉटर क्लोसेटची एकूण लांबी 450 मिमी ते 675 मिमी पर्यंत असते. एका टोकाजवळची रुंदी सुमारे 150 मिमी असते आणि दुसऱ्या टोकाजवळ ती सुमारे 225 मिमी ते 280 मिमी पर्यंत वाढवली जाते. ट्रॅपसह एकूण उंची सुमारे 400 मिमी ते 500 मिमी असते. योग्य फ्लशिंगसाठी त्याला किमान 10 लिटर पाणी लागते. सोयीसाठी कधीकधी फूट-रेस्टची जोडी दिली जाते.

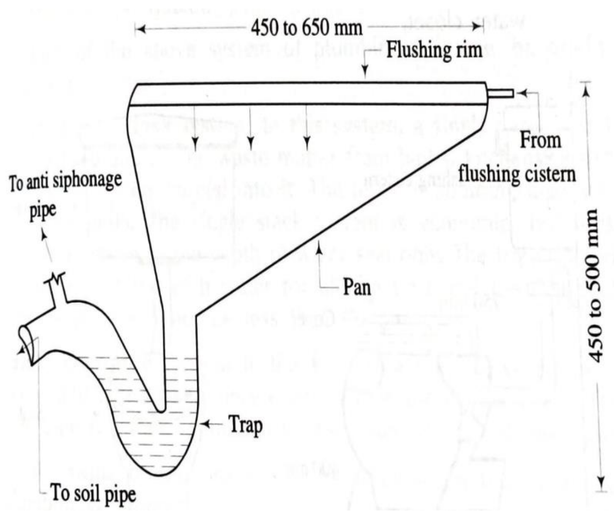


FIGURE क्र. 4.1 (स्रोतः -रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्र. 515)

(II) युरोपियन प्रकारचे वॉटर क्लोजेट(European type water)

1. हे सहसा पोर्सिलेन पासून बनवले जाते. फ्लशिंग वॉटर पसरवण्यासाठी पॅनमध्ये फ्लशिंग रिम असते. त्याच्या वरच्या बाजूला एक कव्हर दिलेले असते. मल थेट ट्रॅपमध्ये पडतो आणि पाण्याचा चांगला फ्लश झाल्यास पॅन स्वच्छ स्थितीत राहतो.
2. एकूण लांबी 500 मिमी ते 600 मिमी आणि उंची 350 मिमी ते 400 मिमी पर्यंत असते. पेडस्टल प्रकारचे युरोपियन वॉटर क्लोसेट सामान्यतः वापरले जाते. याला कधीकधी कमोड प्रकारचे वॉटर क्लोसेट असेही म्हणतात.
3. वरच्या मजल्यांवर भारतीय प्रकारचे वॉटर क्लोजेट उपलब्ध करून देण्यासाठी, वॉटर क्लोजेट बसवण्यासाठी मजल्याची पातळी खाली करणे आवश्यक असेल. पॅन एसओची उंची जमिनीशी जुळवून घेण्यासाठी हे आवश्यक आहे जेणेकरून ते जमिनीच्या समतल राहील. अन्यथा पायऱ्या द्याव्या लागतील आणि वॉटर क्लोजेट पाण्याच्या कपाटाच्या उंची इतकेच जमिनीच्या पातळीपेक्षा जास्त असेल. कमोड प्रकारच्या वॉटर क्लोजेट अशी कोणतीही खबरदारी आवश्यक नाही.

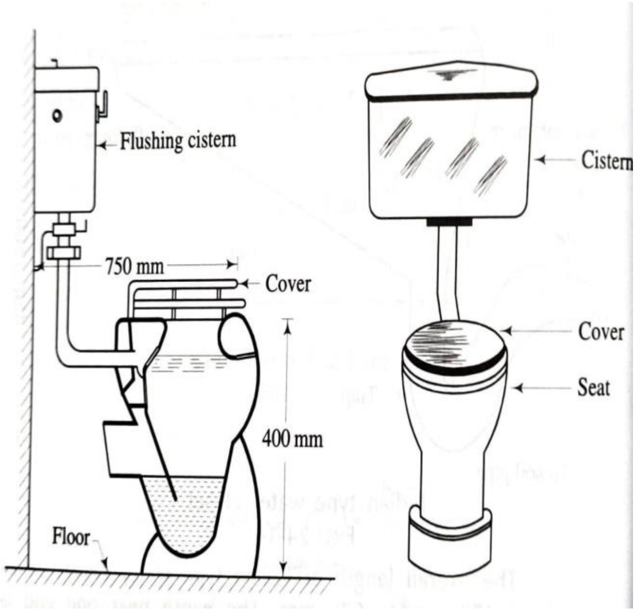


FIGURE क्र. 4.2 (स्रोत: -रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 516)

❖ **फ्लशिंग सिस्टर्न (Flushing cistern)**

1. पाण्याच्या कपाटांना आणि मूत्रालयांना फ्लश करण्यासाठी, फ्लशिंग सिस्टर्न बसवणे आवश्यक आहे, हे कास्ट-लोखंडापासून बनलेले आहेत आणि उत्कृष्ट कामासाठी, पोर्सिलेन फ्लशिंग सिस्टर्न वापरता येतात. ते जमिनीच्या पातळीपासून सुमारे 2 मीटर उंचीवर दिले जातात आणि पाश्चात्य शैलीतील पाण्याच्या कपाटांसाठी, ते जमिनीच्या पातळीपासून सुमारे 600 मिमी किंवा त्यापेक्षा जास्त उंचीवर दिले जाऊ शकतात. असे फ्लशिंग सिस्टर्न दिसायला चांगले असतात आणि फक्त हँडल फिरवून चालवले जातात.
2. फ्लशिंग सिस्टर्नची क्षमता 5 ते 15 लिटर पर्यंत असते. ते हाताने चालवता येतात किंवा स्वयंचलित असू शकतात. पहिला प्रकार खाजगी इमारतींमध्ये वापरला जातो आणि दुसरा प्रकार सार्वजनिक इमारतींसाठी वापरला जातो. ते अशा प्रकारे व्यवस्थित केले आहे की स्वयंचलित फ्लशिंग सिस्टर्न दर 10 ते 15 मिनिटांनी एकदा चालू होतात.
3. फ्लशिंग सिस्टर्नचे काम सोपे आहे. फ्लशिंग चेन हाताने ओढली जाते आणि लीव्हर ॲक्शनने, सिस्टर्नमधील घंटा वर उचलली जाते.

❖ **वॉश बेसिन (Wash basin)**

1. वॉश बेसिन हे सिंकसारखेच असते आणि ते सामान्यतः पांढऱ्या काचेच्या मातीच्या भांड्यां पासून बनलेले असते. ते वेगवेगळ्या आकारात आणि छटांमध्ये उपलब्ध आहे. ते कास्ट-लोखंडी ब्रॅकेटने भिंतीवर चिकटवले जाऊ शकते किंवा थेट भिंतीवर ठेवले जाऊ शकते. पेडस्टल प्रकारचे वॉश बेसिन भिंतीवर बनवलेल्या वॉश बेसिन च्या जमिनीवर स्वतंत्रपणे टेकते.
2. वॉश बेसिनमध्ये दोन नळ असतात - एक गरम पाण्यासाठी आणि दुसरा थंड पाण्यासाठी. त्यात फक्त एकच नळ असू शकतो. आउटलेट पाईपचे तोंड पितळ किंवा निकेल जाळीने सुसज्ज असते. आउटलेट पाईप एका सापळ्याद्वारे कचरा पाईपमध्ये सोडला जातो.
3. बाजारात उपलब्ध असलेले विविध प्रकारचे वॉश बेसिन

1. **पेडस्टल वॉश बेसिन (Pedestal Wash Basin) -** कॉम्पॅक्ट बाथरूमसाठी आदर्श, पेडस्टल बेसिन जमिनीवर कमीत कमी जागा व्यापते, तर त्याच्या गुळगुळीत पृष्ठभागांमुळे सहज स्वच्छता आणि देखभाल सुनिश्चित होते, जे आधुनिक जीवनशैलीच्या मागण्या पूर्ण करते.
2. **वॉल हँग वॉश बेसिन (Wall Hung Wash Basin)-** वॉल-हँग वॉश बेसिन थेट भिंतीवर सुंदरपणे बसवलेले असतात, त्यांची उंच स्थिती वेगवेगळ्या उंचीच्या वापरकर्त्यांसाठी प्रवेशयोग्यता सुनिश्चित करते, ज्यामुळे ते कोणत्याही आधुनिक बाथरूमसाठी एक बहुमुखी आणि स्टायलिश पर्याय बनतात.
3. **कॉर्नर वॉश बेसिन(Corner Wash Basin) -** कॉर्नर वॉश बेसिनच्या अखंड एकत्रीकरणासह मर्यादित बाथरूम जागेच्या आव्हानाला स्टायलिश कार्यक्षमतेच्या संधी मध्ये रूपांतरित करा.
4. **टेबल टॉप वॉश बेसिन (Table Top Wash Basin)-** टेबल टॉप वॉश बेसिन बाथरूमच्या वर सुंदरपणे बसवले जातात. हे बेसिन एक स्टायलिश डिझाइन घटक म्हणून वेगळे दिसतात, जे वैयक्तिक आवडी आणि आवडीनुसार विविध प्रकारच्या साहित्य, आकार आणि रंगछटांमध्ये उपलब्ध आहेत.

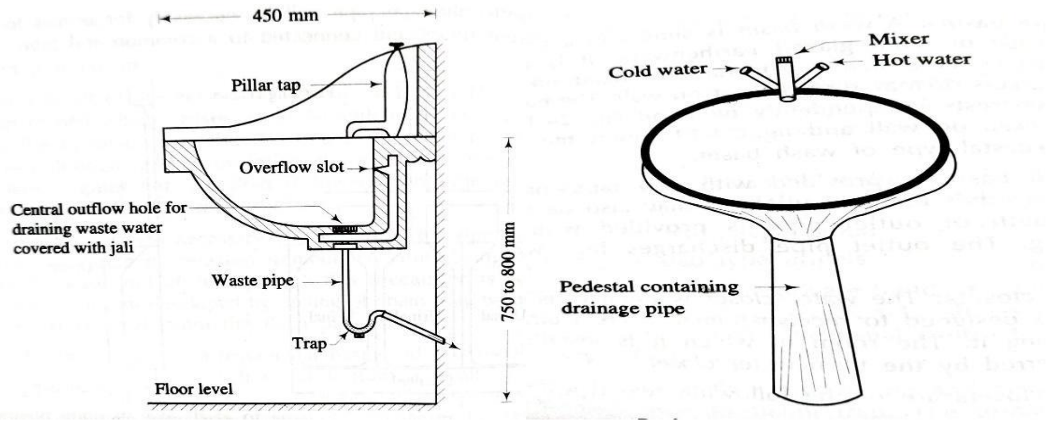


FIGURE क्र. 4.3 (स्रोत: - रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्र. 514)

4. सिंक (Sink)

1. सिंक हा आयताकृती बेसिन असतो आणि तो सहसा काचेच्या मातीच्या भांड्यांपासून बनवला जातो. त्याचा तळ सपाट असतो आणि त्याचे सर्व अंतर्गत कोन सोपे स्वच्छतेसाठी गोल केले जातात. सिंकचा आकार त्याच्या वापरावर अवलंबून असेल. निवासी इमारतींसाठी ते लहान आकाराचे असते आणि हॉटेल, रेस्टॉरंट्स इत्यादींसाठी मोठे आकाराचे असते.
2. सिंक कास्ट-इन-सीटू कॉक्रिटपासून देखील तयार केला जाऊ शकतो ज्यावर टेराझो, संगमरवरी, मोज़ेक टाइल्स इत्यादी योग्य फिनिशिंग पृष्ठभाग असू शकतो.
3. सिंकमध्ये साधारणपणे 40 मिमी व्यासाचा एक आउटलेट असतो. आउटलेट पाईप फ्लोअर ट्रॅप किंवा नहनी ट्रॅपवरून बाहेर पडतो. आउटलेट पाईपच्या तोंडाला पितळ किंवा निकेलची जाळी असते जेणेकरून जाळीच्या छिद्रांपेक्षा मोठ्या आकाराच्या पदार्थांचा प्रवेश प्रतिबंधित असतो.

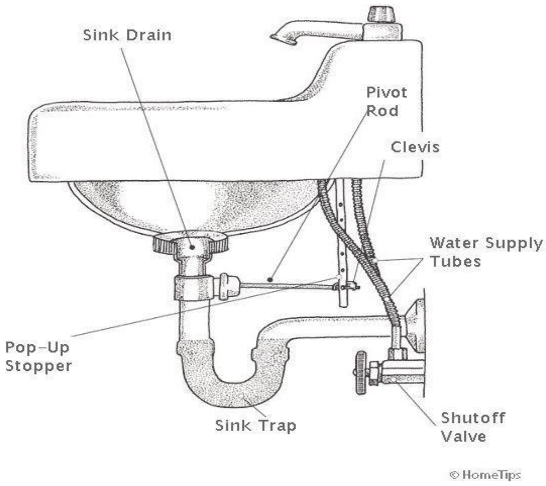


FIGURE क्रमांक 4.4
(स्रोत:https://i.pinimg.com/564x/4f/af/aa/4fafaacc4a0e6687eeb811fba5022ad1.jpg)

5. युरिनल (Urinal)

युरीनल हे बाथरूममध्ये लघवी करण्यासाठी वापरले जाणारे फिक्स्चर आहेत, जे प्रामुख्याने पुरुषांसाठी डिझाइन केलेले आहेत, जरी काही महिलांसाठी देखील डिझाइन केलेले आहेत. ते सामान्यतः भिंतीवर बसवलेले असतात आणि मूत्र गोळा करण्यासाठी एक कुंड किंवा वाटी असते. युरीनलबद्दल काही महत्त्वाची माहिती येथे आहे.विविध प्रकारचे युरिनल खाली दिले आहेत.

1. **पारंपारिक भिंतीवर बसलेले युरिनल (Traditional Wall-Mounted Urinals)** : हे सर्वात सामान्य प्रकारचे युरिनल आहे, जिथे वापरकर्ते उभे राहून लघवी करतात. वापरकर्त्यांच्या गरजेनुसार (उदा., मुलांचे युरिनल) ते वेगवेगळ्या उंचीवर स्थापित केले जाऊ शकतात.
2. **पाणी नसलेले युरिनल (Waterless Urinals):** यामध्ये एक विशेष ट्रॅप सिस्टम वापरली जाते जी पाण्याचा वापर न करता दुर्गंधी रोखते . ते अधिक पर्यावरणपूरक आहेत आणि बहुतेकदा पाण्याचा वापर कमी करण्याच्या उद्देशाने अशा ठिकाणी वापरले जातात.
3. **ट्रफ युरिनल्स (Trough Urinals):** हे सामान्यतः लांब, सामायिक युरिनल्स असतात जे स्टेडियम सारख्या सार्वजनिक ठिकाणी आढळतात. ते कमी खाजगी असतात परंतु एकाच वेळी अनेक लोकांना सामावून घेऊ शकतात.
4. **स्त्रीलिंगी मूत्रमार्ग (Feminine Urinals):** जरी कमी सामान्य असले तरी, काही डिझाइन महिलांसाठी उपयुक्त आहेत, ज्यामुळे त्यांना उभे राहून लघवी करण्याची परवानगी मिळते , बहुतेकदा विशेष फनेल किंवा उपकरण वापरून.

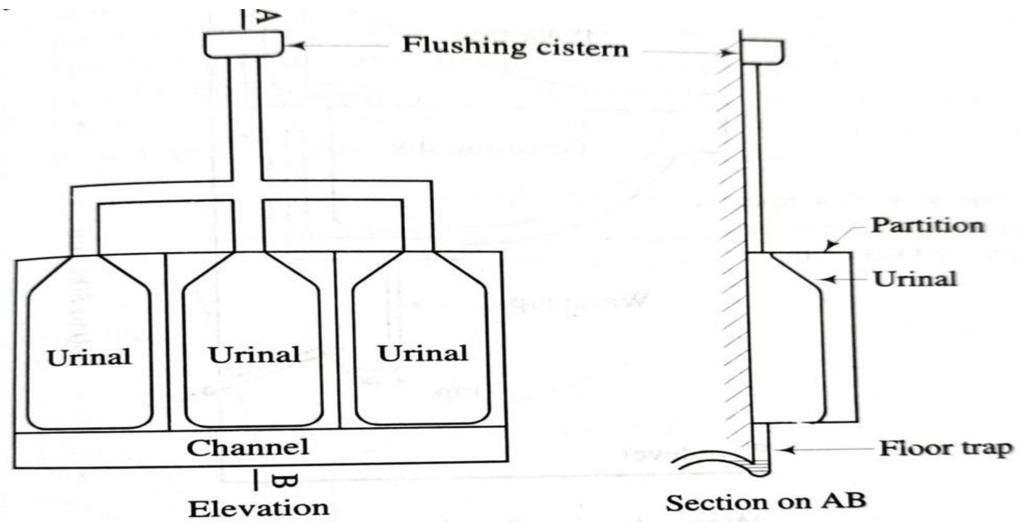


FIGURE क्र. 4.5(स्रोत: -रंगवाला लिखित पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्र. 513)

4.1.5 सापळे (Traps): सापळा म्हणजे एक उदासीन किंवा वाकलेला सॅनिटरी फिटिंग जो नेहमीच पाण्याने भरलेला असतो. तांत्रिकदृष्ट्या त्याला पाण्याचा सील असतो असे म्हणतात जो सापळ्याच्या क्राउन आणि डिपमधील उभ्या अंतर म्हणून मोजला जातो.

4.1.5.1 चांगल्या दर्जाच्या सापळ्याच्या आवश्यकता (Requirements of a good Quality Trap):

चांगल्या सापळ्याच्या आवश्यकता खालीलप्रमाणे आहेत:

1. ते सहज स्वच्छ करता येईल असे असावे.
2. ते ड्रेनने सहजपणे दुरुस्त केले पाहिजे.
3. ते सांडपाण्याच्या प्रवाहात अडथळा आणू शकतील अशा कोणत्याही आतील प्रोटेक्शन पासून मुक्त असले पाहिजे.
4. ते साधे बांधकाम असले पाहिजे.
5. त्याच्या स्थापनेचे उद्दिष्ट पूर्ण करण्यासाठी त्यात पुरेसा वॉटर सील असावा.
6. त्यात स्वयं-स्वच्छता गुणधर्म असावा.
7. आतील आणि बाहेरील पृष्ठभाग गुळगुळीत असावेत.

कार्य(Functions):

1. ड्रेनेज सिस्टीममधील ट्रॅपचे काम त्यातून दूषित हवा किंवा वायू जाण्यापासून रोखणे आहे. परंतु त्याच वेळी, ते सांडपाणी त्यातून वाहू देते.
2. सापळा बसवल्याने घरात दुर्गंधीयुक्त वायूंच्या प्रवेशामुळे होणारा त्रास टाळता येतो.
3. सापळ्याची प्रभावीता नैसर्गिकरित्या वॉटर सीलच्या खोलीवर अवलंबून असते. वॉटर सीलची खोली जितकी जास्त असेल तितका सापळा अधिक प्रभावी असतो. प्रत्यक्षात वॉटर सीलची खोली 25 मिमी ते 75 मिमी पर्यंत असते.

4. सापळ्यात नेहमीच पाण्याचा सील असावा. पाण्याचा सील काढून टाकण्याची कारणे म्हणजे हवेचे दाब, सायफनेज , संवेग आणि बाष्पीभवन.

4.1.5.3 प्रकार (types): सापळे खालील दोन प्रकारे वर्गीकृत केले आहेत:

1) आकारानुसार
2) वापरानुसार.

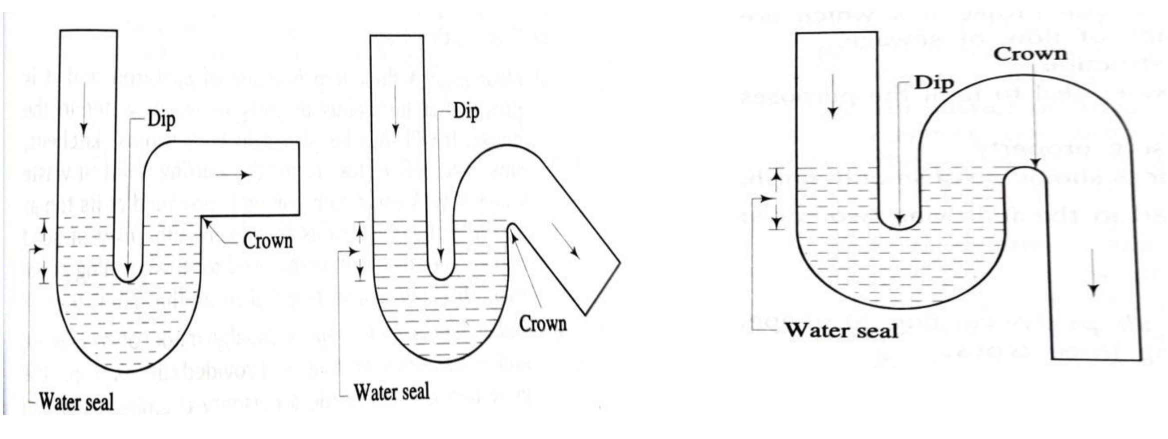
आकारानुसार वर्गीकरण (According to shape) आकारानुसार, सापळे खालील तीन प्रकारचे असतात:

1) पी-ट्रॅप(P-Trap)
2) क्यू-ट्रॅप(Q-Trap)
3) एस-ट्रॅप(S-Trap)

(अ) पी-ट्रॅप (P-Trap): FIGURE 4.15.3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे या ट्रॅपचा आकार पी अक्षरासारखा आहे. ट्रॅपचे पाय एकमेकांना काटकोनात आहेत.

ब) क्यू-ट्रॅप (Q-Trap): FIGURE 4.1.5.3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे या ट्रॅपचा आकार क्यू अक्षरासारखा आहे. ट्रॅप पाय काटकोना पेक्षा दुसऱ्या कोनात मिळतात.

(c) S-सापळा (S-Trap): FIGURE 4.15.3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे या सापळ्याचा आकार S अक्षराचा आहे. सापळ्याचे पाय समांतर आहेत. अशा प्रकारे, सापळ्याचे दोन्ही पाय काटकोनावर, काटकोनापेक्षा वेगळ्या कोनात आहेत आणि सापळ्यांमध्ये अनुक्रमे P, Q आणि S एकमेकांना समांतर आहेत.



पी - ट्रॅप क्यू - ट्रॅप एस - ट्रॅप

FIGURE क्र. 4.6 (स्रोत: -रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्र. 503 आणि 504)

I. वापरानुसार वर्गीकरण (Classification according to use) : वापरानुसार, सापळे खालील तीन प्रकारचे असतात:

1) फ्लोअर ट्रॅप (Floor trap)
2) गली ट्रॅप (Gully trap)
3) इंटरसेप्टिंग ट्रॅप.(Intercepting trap.)

(a) फ्लोअर ट्रॅप (Floor Trap): फ्लोअर ट्रॅप हा कास्ट-लोखंडापासून बनवला जातो आणि तो घरात सांडपाण्याच्या प्रवेशाच्या ठिकाणी बसवला जातो. अशा प्रकारे तो बाथरूम, स्वयंपाकघर, सिंक इत्यादी ठिकाणी ठेवला जाईल. फ्लोअर ट्रॅप सांडपाण्याच्या प्रवाहाचा प्रारंभ बिंदू बनवतो. FIGURE 4.1.5.3(अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे त्याच्या वरच्या बाजूला जाळी असलेले एक आवरण दिले आहे जेणेकरून घन पदार्थ आत जाऊ नयेत. ट्रॅप स्वच्छ करण्यासाठी हे आवरण काढून टाकता येते. या सापळ्याला न्हानी ट्रॅप असेही म्हणतात.

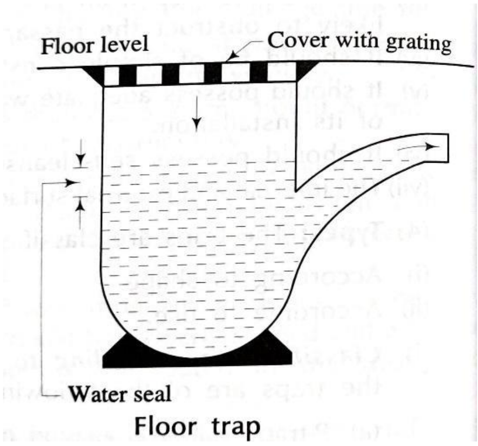


FIGURE 4.7 (स्रोत: -रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 504)

(ब) गली ट्रॅप(Gully Trap) : गली ट्रॅप सहसा दगडी भांड्यांपासून बनवला जातो आणि त्याच्या वरच्या बाजूला कास्ट-लोखंडी जाळी दिली जाते. FIGURE 4.15.3 (B) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे गली ट्रॅप एका दगडी खोलीत बसवलेला असतो. गली ट्रॅपमध्ये सुमारे 60 मिमी ते 70 मिमीचा वॉटर सील दिला जातो.

गली ट्रॅप हा सांडपाण्याच्या क्षैतिज प्रवाहाचा प्रारंभ बिंदू बनवतो. तो सहसा भिंतीच्या बाह्य लेसजवळ असतो जो फुटपाथ किंवा जमिनीच्या पातळीशी किंचित उंच किंवा अगदी बरोबर ठेवला जातो. गली ट्रॅप सांडपाण्याला गटारात किंवा तपासणी कक्षात किंवा मॅनहोलमध्ये घेऊन जातो.

चांगल्या प्रकारे डिझाइन केलेले गली ट्रॅप न्हानी ट्रॅप्सपासून दोन किंवा तीन कनेक्शन देऊ शकते. परंतु गाळ आणि मातीच्या कचऱ्यासाठी वेगळे गली ट्रॅप्स देणे उचित आहे . गली ट्रॅप चेंबरच्या वरच्या बाजूला एक कव्हर दिलेले असते, जे सहसा कास्ट-लोखंडाचे असते, जे सापळा साफ करण्यासाठी सहजपणे बाहेर काढले जाऊ शकते.

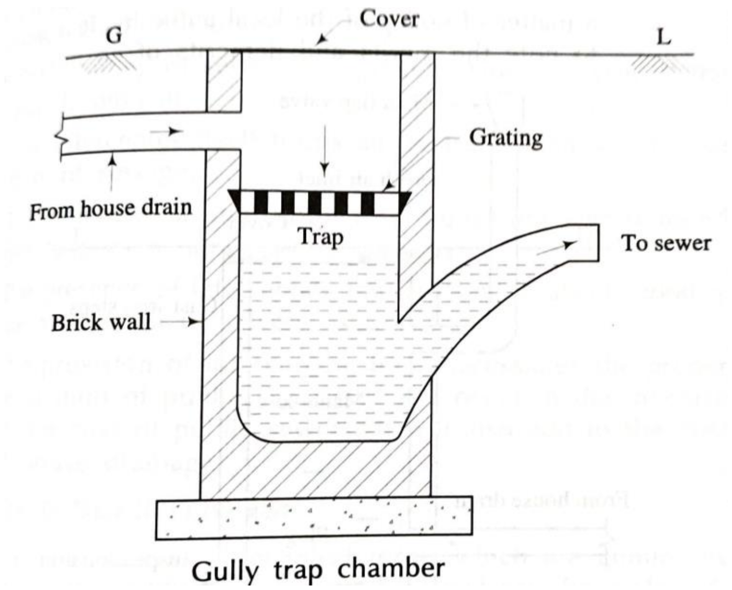


FIGURE 4.8 (स्रोत: रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 505)

(क) इंटरसेप्टिंग ट्रॅप (Intercepting Trap): या ट्रॅपमध्ये सुमारे 100 मिमी पाण्याचा सील असतो आणि तो घराच्या ड्रेनेज सिस्टिम च्या शेवटच्या मॅनहोलमध्ये असतो. अशा प्रकारे ते घरातून सांडपाणी सार्वजनिक गटारात वाहून नेते. FIGURE 4.15.3 (क) मध्ये इंटरसेप्टिंग सीवर ट्रॅप असलेले मॅनहोल दाखवले आहे.

सार्वजनिक गटार लाईन मधून गटार वायू घरातील गटारांमध्ये प्रवेश करण्यापासून रोखणे हा या इंटरसेप्टिंग सीवर ट्रॅप चा मुख्य उद्देश आहे.

इंटरसेप्टिंग ट्रॅपला इंटरसेप्टर किंवा डिस्कनेक्टिंग ट्रॅप असेही म्हणतात आणि त्यात साफसफाई किंवा तपासणीसाठी एक तपासणी हात असतो. तपासणी हात झाकण किंवा प्लगने बंद ठेवला जातो. इंटरसेप्टिंग ट्रॅप असलेल्या मॅनहोलमध्ये ताजी हवा प्रवेश प्रदान केला जातो.

स्थानिक प्राधिकरणाकडून कधीकधी सीवर ट्रॅप्सना अडथळा आणण्याची तरतूद अनिवार्य केली जाते आणि म्हणूनच ती स्थानिक प्राधिकरणाच्या धोरणाची बाब आहे. इंटरसेप्टरचे फायदे आणि तोटे लक्षात घेणे मनोरंजक आहे.

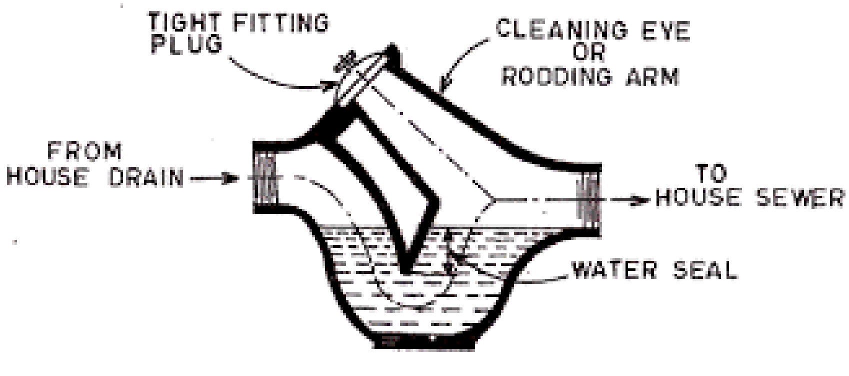


FIGURE क्रमांक 4.9 (स्रोत: - https://imgur.com/RwyWsLO)

4.2 प्लंबिंगच्या प्रणाली (Systems of Plumbing):

इमारतीमध्ये ड्रेनेजच्या कामाच्या प्लंबिंग मध्ये वापरल्या जाणाऱ्या चार प्रमुख प्रणाली खालीलप्रमाणे आहेत:

(1) सिंगल स्टॅक सिस्टम(Single stack system)

(2) एक-पाईप प्रणाली(One-pipe system)

(3) दोन-पाईप प्रणाली.(Two-pipe system)

वरील प्रत्येक प्लंबिंग सिस्टीमचे आता थोडक्यात वर्णन केले जाईल.

(1) सिंगल स्टॅक सिस्टीम (Single Stack System): या सिस्टीममध्ये, एकच उभ्या मातीचा पाईप बसवला जातो आणि बाथरूम, स्वयंपाकघर, पाण्याच्या कपाट इत्यादींमधील सर्व कचरा त्यात सोडला जातो. याव्यतिरिक्त, पाईप व्हेंट पाईप म्हणून देखील काम करते. सिंगल स्टॅक सिस्टीम किफायतशीर आहे. परंतु ती फक्त वॉटर सीलच्या खोलीत पूर्णपणे प्रभावी आहे. म्हणून ट्रॅप्स नेहमीच पाण्याने भरलेले असावेत आणि वॉटर सीलची खोली 75 मिमी पेक्षा कमी नसावी.

फायदे (Advantages)

1. गली ट्रॅप आणि इतर कचरा पाईप्स नसल्याने प्लंबिंग सिस्टीम अधिक कॉम्पॅक्ट आणि किफायतशीर आहे.
2. सॅनिटरी फिक्स्चर मांडणी, डिझाइन आणि प्लंबिंग सोपे आणि सोपे आहे.
3. उभ्या पाईप्सची संख्या कमी असल्याने इमारतीचे बाह्य स्वरूप सुधारले आहे.

तोटे (Disadvantages)

1. ड्रेनेज पाईप मधील दुर्गंधीयुक्त वायू किंवा सांडपाणी अडथळ्यामुळे मागील दाबाने सापळ्यांमध्ये वर येऊ शकते. पाण्याच्या सीलची खोली जितकी जास्त असेल तितकी समस्या अधिक निर्माण होते.
2. जर सॅनिटरी फिटिंग्ज दीर्घकाळ आणि कोरड्या हवामानात फ्लश केल्या नाहीत तर वॉटर सील बाष्पीभवन होऊ शकते आणि वॉटर सीलची खोली पुरेशी नसल्यामुळे दुर्गंधीयुक्त वायू घरात प्रवेश करू शकतात.
3. उपकरणाच्या फ्लशिंग क्रियेमुळे; स्वतःचे ट्रॅप-सील शोषून घेणे शक्य आहे.

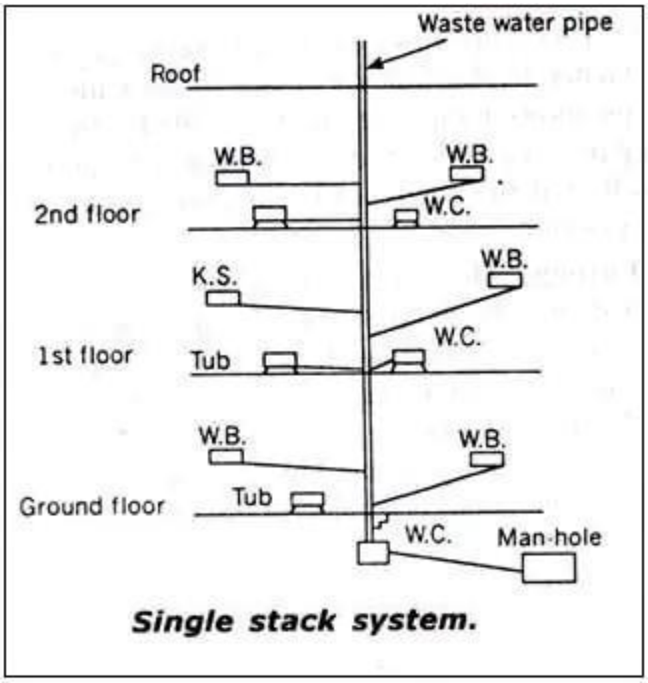


FIGURE 4.10 (स्रोत:-https://dailycivil.com/system-of-plumbing-one-pipe-two-pipe-system/)

(2) एक-पाइप प्रणाली (One Pipe System): या प्रणालीमध्ये, एक वेगळा व्हेंट पाईप जोडला जातो आणि म्हणूनच, तो मागील पेक्षा अधिक प्रभावी आहे. व्हेंट पाईप सर्व सापळ्यांच्या पाण्याच्या सीलला वायुवीजन प्रदान करते.

ही प्लंबिंग प्रणाली स्वीकारताना खालील खबरदारी घ्यावी:

1. कचरा पाईपचे सर्व सांधे हवाबंद असले पाहिजेत.
2. सर्व सापळ्यांमध्ये 75 मिमी खोलीचा खोल पाण्याचा सील असावा.
3. प्रत्येक कचरा पाईप थेट सामान्य स्टॅकशी जोडलेला असावा.
4. वेगळ्या व्हेंट पाईपचा व्यास 50 मिमी पेक्षा कमी नसावा.
5. कचरा पाईप प्रत्येक मजल्यावरील मातीच्या फांदीच्या वरच्या ढिगाऱ्याला जोडला पाहिजे.

एक-पाईप प्रणालीचे फायदे (Advantages of One Pipe system)

1. कमी संख्येने उभ्या स्टॅक वापरल्यामुळे प्रणाली किफायतशीर आहे.
2. गंजाचे पाणी मातीच्या पाईप्स धुवून स्वच्छ ठेवते .
3. त्यांच्या अडथळ्यांमुळे डासांची उत्पत्ती, अतिप्रवाह इत्यादी समस्या निर्माण होणे टाळता येऊ शकते .
4. हे प्लंबिंगची सोपी व्यवस्था प्रदान करते.

एक-पाईप प्रणालीचे तोटे

1. गटारातील वायू घरांमध्ये सहज प्रवेश करू शकतात.
2. आडव्या फांद्या तुलनेने लांब असतात.
3. वैयक्तिक स्वच्छता उपकरणांसाठी खोल पाण्याच्या सीलची आवश्यकता.

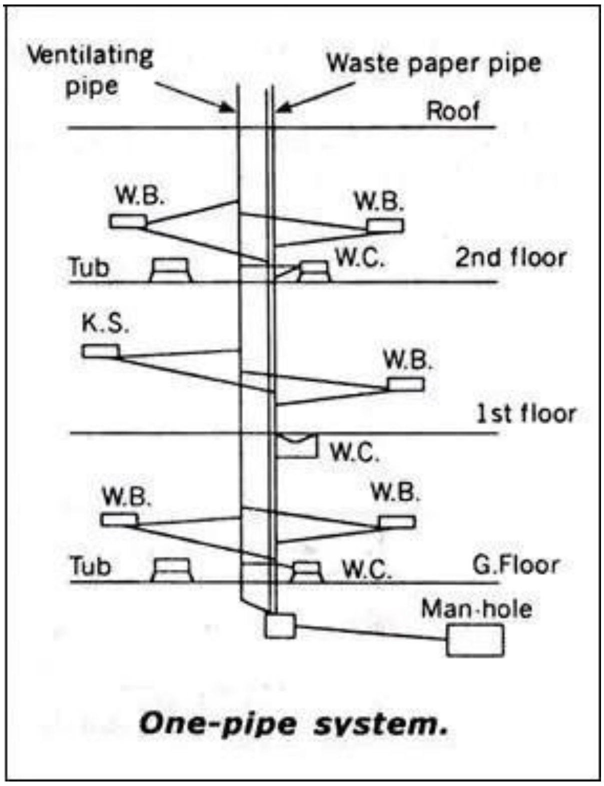


FIGURE 4.11 (स्रोत:-https://dailycivil.com/system-of-plumbing-one-pipe-two-pipe-system/)

(3) दोन-पाईप प्रणाली(Two pipe System)

1. या प्रणालीमध्ये, पाईपचे दोन संच टाकले जातात. मुत्रगृहे आणि पाण्याचे कपाट यांसारखे मातीचे सामान उभ्या मातीच्या पाईपशी जोडलेले असते. बाथटब, स्वयंपाकघर इत्यादींमधील कचरा दुसऱ्या उभ्या कचरा पाईपशी जोडला जातो. मातीचा पाईप आणि कचरा पाईपमध्ये वेगळे व्हेंट पाईप असतात, त्यामुळे त्यासाठी चार पाईप लागतील आणि त्यामुळे ते महागडे ठरते. भिंतीच्या पृष्ठभागावर पाईपची संख्या देखील जास्त असते आणि जर योग्य देखभाल केली नाही तर हे पाईप त्रासदायक ठरतात.
2. प्लंबिंग सिस्टीमची निवड इमारतीचा वापर, इमारतीचे स्थान, उपलब्ध निधी इत्यादी विविध घटकांवर अवलंबून असते. परंतु प्लंबिंग नियमांबाबत परिसरातील प्रचलित उपनियम प्लंबिंग सिस्टीमच्या निवडीमध्ये महत्त्वाची भूमिका बजावतात.

दोन-पाईप सिस्टमचे फायदे(Advantages of Two Pipe system)

1. या प्रणालीमध्ये, वैयक्तिक स्वच्छता उपकरणाला कमी पाण्याच्या सीलची आवश्यकता असते.
2. घरात सांडपाण्याच्या वायूंचा प्रवेश फारच दुर्मिळ आहे.

3. ती अधिक कार्यक्षम प्रणाली आहे.
4. अशा प्रणालीची इच्छित वैशिष्ट्ये म्हणजे योग्य वायुवीजन, पुरेसे आणि पुनरावृत्ती होणारे पाणी सील, स्वच्छता उपकरणे आणि मातीच्या पाईप्समधील थेट कनेक्शन.

दोन-पाईप सिस्टमचे तोटे (Disadvantages of Two Pipe system)

1. ही अधिक महागडी प्रणाली आहे.
2. त्याची रचना आणि अंमलबजावणी कठीण आणि गुंतागुंतीची आहे.
3. कमी फ्लशिंगमुळे मातीचे पाईप लवकर बंद होतात.
4. उभ्या स्टॅकच्या संख्येचा वापर प्रणालीला किफायतशीर बनवतो.

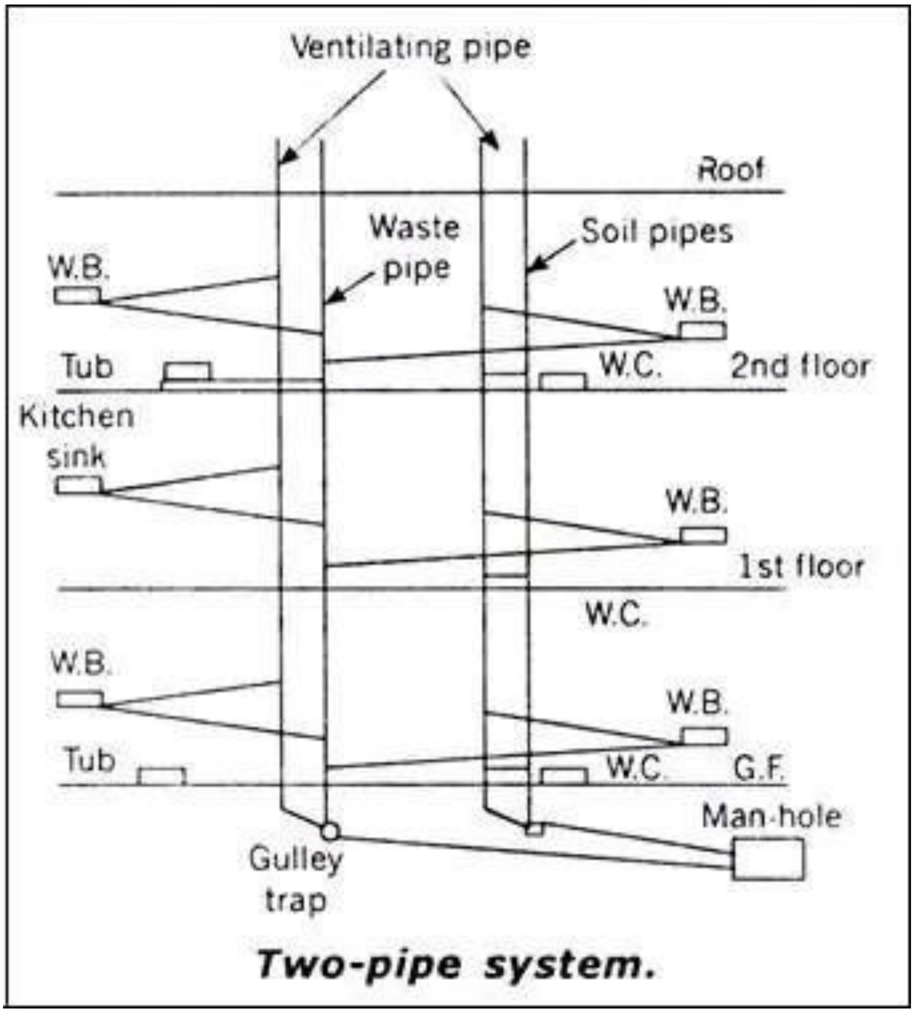


FIGURE 4.12(स्रोत:-https://dailycivil.com/system-of-plumbing-one-pipe-two-pipe-system/)

4.2.1 एक पाईप प्रणाली आणि दोन पाईप प्रणालीमधील फरक

अ. क्र	एक पाईप प्रणाली	दोन पाईप सिस्टम
1.	कमी संख्येने उभ्या टी स्टॅक वापरल्यामुळे ही प्रणाली किफायतशीर बनते. (म्हणजे फक्त दोन पाईप वापरले जात आहेत)	जास्त उभ्या स्टॅक वापरल्यामुळे (म्हणजे चार पाईप्स वापरल्या जात आहेत) ही प्रणाली किफायतशीर किंवा महाग होते.
2.	या प्रणालीमध्ये, गंजाचे पाणी मातीच्या पाईप्स धुवून स्वच्छ ठेवते .	कमी फ्लशिंगमुळे मातीचा पाईप लवकर अडकण्याची शक्यता असते.
3.	या प्रणालीमध्ये, आडव्या फांद्या तुलनेने लांब असतात.	या प्रणालीमध्ये, आडव्या फांद्या लहान असतात.
4.	घरात सांडपाणी वायू सहज प्रवेश करतात किंवा आत येतात.	घरात गटाराचे वायू फार क्वचितच येतात.
5.	त्यांच्या साठ्यामुळे होणारे डासांचे प्रजनन, ओव्हरफ्लो इत्यादी घटना रोखता येतात.	या प्रणालीमध्ये खोल नाल्यातील सापळे बांधणे आणि त्यांच्या अडथळ्यांमुळे समस्या उद्भवू शकतात.
6.	त्यासाठी दोन पाईप्स लागतात; त्यामुळे किफायतशीर	त्यासाठी चार पाईप लागतात; त्यामुळे ते महागडे आहे.
7.	बांधकाम आणि देखभालीचा खर्च कमी.	बांधकाम आणि देखभालीचा खर्च जास्त.
8.	या प्रणालीमध्ये फक्त एकच व्हेंट पाईप दिलेला आहे.	या प्रणालीमध्ये दोन व्हेंट पाईप्स दिले आहेत.
9.	या प्रणालीमध्ये एक व्हेंट पाईप आणि सांडपाणी पाईप बसवले आहेत.	या प्रणालीमध्ये दोन व्हेंट पाईप, माती पाईप आणि कचरा पाईप बसवले आहेत.

4.2.2 सिस्टम निवडीची निवड (Choice of system Selection)

इमारतीच्या ड्रेनेजच्या डिझाइनबाबत सिस्टम तत्त्वांची निवड करताना खालील विविध घटकांचा विचार केला पाहिजे.

1. गटारातून इमारतीत जाण्याची शक्यता असलेल्या वायूंचे, दुर्गंधीचे उत्सर्जन रोखले पाहिजे.
2. स्वच्छता उपकरणांमधून सर्व घाण आणि टाकाऊ पदार्थ त्वरित आणि सहजपणे काढून टाकले पाहिजेत.
3. पाईप-जॉइंट मजबूत असावा आणि त्यामुळे कोणत्याही संभाव्य गळतीला प्रतिबंध व्हावा.
4. ड्रेनेज पाईप द्रव कचऱ्याच्या संक्षारक कृतीला प्रतिरोधक असावा.
5. ड्रेनेज पाईप्स हवाबंद आणि गॅस-लाइट असावेत.
6. सायफनेज किंवा प्रेरित सायफनेज , अडथळा आणि अनावश्यक साठ्याची कोणतीही शक्यता पूर्णपणे तपासली पाहिजे आणि प्रतिबंधित केले पाहिजे.
7. पाईपच्या संपूर्ण नेटवर्कमध्ये साफसफाई आणि अडथळा दूर करण्याची क्षमता असावी.
8. एक-पाईप प्रणाली किंवा दोन-पाईप प्रणाली किंवा अंशतः हवेशीर एक-पाईप प्रणाली किंवा एकल स्टॅक प्रणालीची निवड अशा प्रकारे करावी की ती कमीत कमी जोखीम, अधिक कार्यक्षम, किफायतशीर, सुरक्षित, योग्यरित्या हवेशीर; सोपे प्लंबिंग, कमी देखभाल इत्यादी असेल. लक्षात ठेवा की; एकल स्टॅक प्रणालीमध्ये स्टॅक व्यास 100 मिमी आणि चार मजली इमारतीपर्यंत मर्यादित आहे.

4.2.3 इमारतीच्या ड्रेनेजच्या डिझाइनबाबतची तत्त्वे (Principles regarding design of building drainage)

ड्रेनेज बांधताना विचारात घ्यावयाची विविध सामान्य तत्त्वे खालीलप्रमाणे आहेत.

1. इमारतीतील सांडपाणी लवकर काढून टाकता येईल अशा प्रकारे गटार टाकावे. गटार अशा उतारावर टाकावे की त्यामध्ये स्वयं-स्वच्छता वेग विकसित होईल.
2. घराच्या बाजूने सर्व ड्रेनेज सिस्टीम योग्यरित्या हवेशीर असाव्यात. सर्व तपासणी कक्षांमध्ये ताजी हवेचे प्रवेशद्वार उपलब्ध करून दिले पाहिजेत.
3. सर्व गटार अशा प्रकारे टाकावेत की भविष्यात त्यांची सुरक्षितता सुनिश्चित होईल.

4.2.4 इमारतीच्या सॅनिटरी फिटिंग्जसाठी लेआउट प्लॅन (ड्रेनेज प्लॅन)(Drainage Plans)

इमारतींचे ड्रेनेज प्लॅन: प्रस्तावित घरातील ड्रेनेज सिस्टीम दर्शविणारे तपशीलवार प्लॅन तयार करणे आणि सक्षम अधिकाऱ्यांकडून ते मंजूर करून घेणे आवश्यक आहे. खालील मुद्दे लक्षात ठेवावेत:

(1) इमारतीचा साइट प्लॅन सोयीस्कर प्रमाणात काढावा आणि FIGURE 4.2.4 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे त्यावर गली ट्रॅप्सची जागा चिन्हांकित करावी.

(2) प्रस्तावित सांडपाणी वाहिनीचा रेखांशाचा भाग सोयीस्कर प्रमाणात काढावा. साधारणपणे 150 मिमी पेक्षा जास्त व्यासाच्या नाल्यांचे रेखांशाचे भाग काढले जातात.

4.2.4 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे अंतर, जमिनीची पातळी, उलट पातळी, कटिंगची खोली, चेंबर आणि मॅनहोल्सचे आकार, पाईप्सचा आकार आणि ग्रेडियंट इत्यादी दर्शविल्या पाहिजे.

(4) सार्वजनिक गटाराची स्थिती साइट प्लॅन आणि ड्रेनच्या रेखांशाचा विभागात स्पष्टपणे दर्शविली पाहिजे. घरातील गटार सार्वजनिक गटार लाइन वरील मॅनहोलशी जोडणे उचित आहे.

5) इमारतीच्या वेगवेगळ्या मजल्यांच्या तपशीलवार आराखड्यांमध्ये फ्लोअर ट्रॅप्स, सॅनिटरी फिटिंग्ज इत्यादींची स्थिती दर्शविली आहे. घरातील ड्रेनेजच्या सामान्य तत्त्वांना लक्षात घेऊन ते जोडले पाहिजेत.

(6) इमारतीच्या मंजूर ड्रेनेज प्लॅनमधील तपशीलांनुसार घरातील ड्रेनेज टाकले जातात.

(7) घरातील गटारांची पाण्याच्या घट्टपणाची चाचणी केली जाते आणि नंतर खंदक भरले जातात.

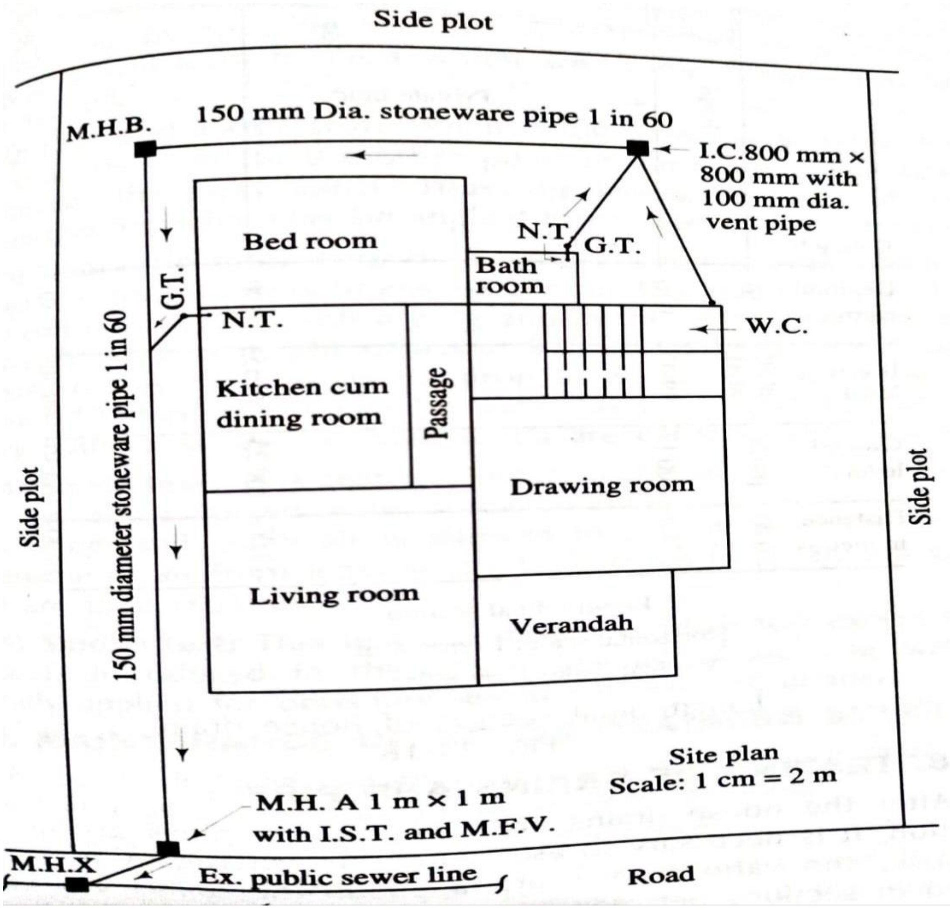


FIGURE 4.13 (स्रोत: रंगवाला लिखित पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 519)

4.2.5 तपासणी कक्ष-(Inspection chambers)

1. सुमारे 2 मीटर किंवा 3 मीटर अंतरावर असलेल्या गली ट्रॅप (GT) जवळील स्वच्छता प्रणालीमध्ये प्रदान केलेल्या आयताकृती चेंबरला तपासणी कक्ष म्हणतात.
2. तपासणी कक्ष पुढे दगडी पाईपद्वारे मॅनहोलशी जोडलेला आहे.
3. जर घन पदार्थ जमा होण्यासारख्या काही कारणांमुळे स्वच्छता प्रणाली ब्लॉक झाली असेल तर तपासणी कक्ष खूप महत्वाची भूमिका बजावतो. तपासणी कक्षच्या मदतीने हा अडथळा सहजपणे तपासता येतो किंवा ओळखता येतो.

4. तपासणी कक्ष साधारणपणे लहान आकाराचा आयताकृती कक्ष असतो. तो घरातील गटारांची तपासणी आणि देखभाल करण्याची सुविधा प्रदान करतो.
5. FIGURE 4.2.5 मध्ये तपासणी कक्षाचे तपशील दाखवले आहेत.

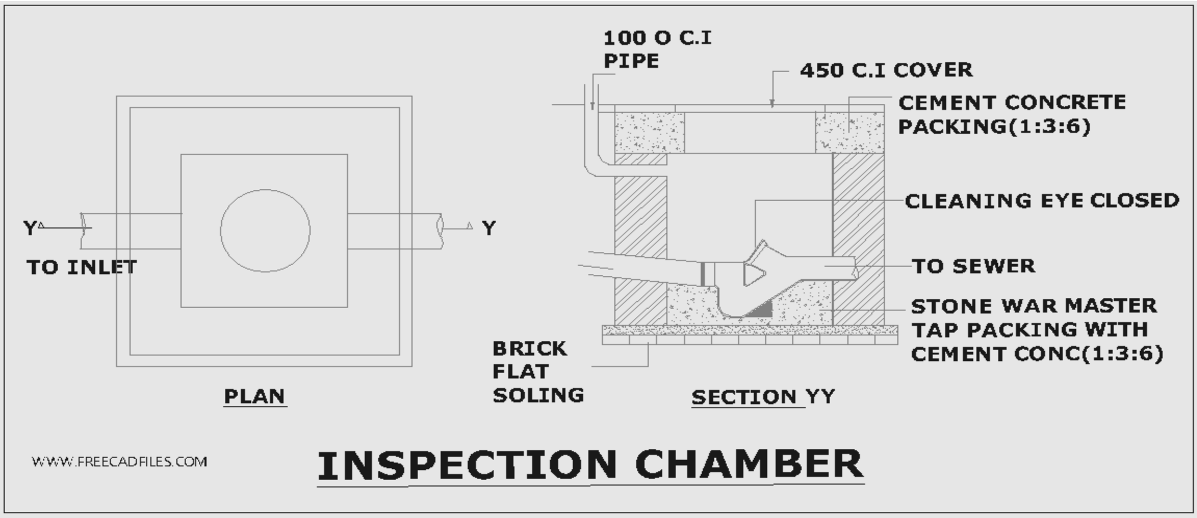


FIGURE 4.14 (स्रोत:https://www.freecadfiles.com/2020/07/inspection-chamber-plumbing-cad-dwg-drawing-free-download.html)

4.2.6 जंक्शन चेंबर(Junction Chambers)

1. दोन किंवा अधिक गटारांना जोडण्यासाठी बांधलेल्या चेंबरला जंक्शन चेंबर म्हणतात.
2. जंक्शन चेंबरचा आकार पुरेसा मोठा आहे की माणूस आत जाऊ शकतो. लहान गटारांच्या जंक्शनसाठी मॅनहोलचा वापर केला जातो.
3. हे सहसा अशा ठिकाणी असते जिथे गटार एकमेकांना छेदतात आणि त्यांच्या अक्षांमधील आडवे कोन 30° पेक्षा कमी असतात.
4. जंक्शन चेंबर्सचे दोन प्रकार आहेत, म्हणजे
   a. बेल माउंटेड जंक्शन
   b. फ्लॅट टॉप जंक्शन
5. अधिक कौशल्य आणि खर्चामुळे बेल माउंटेड जंक्शनचा वापर आता पूर्णपणे झाला आहे.
6. फ्लॅट-टॉप जंक्शन सामान्यतः वापरले जाते. FIGURE 4.2.6 मध्ये फ्लॅट-टॉप जंक्शन चेंबर दाखवले आहे.

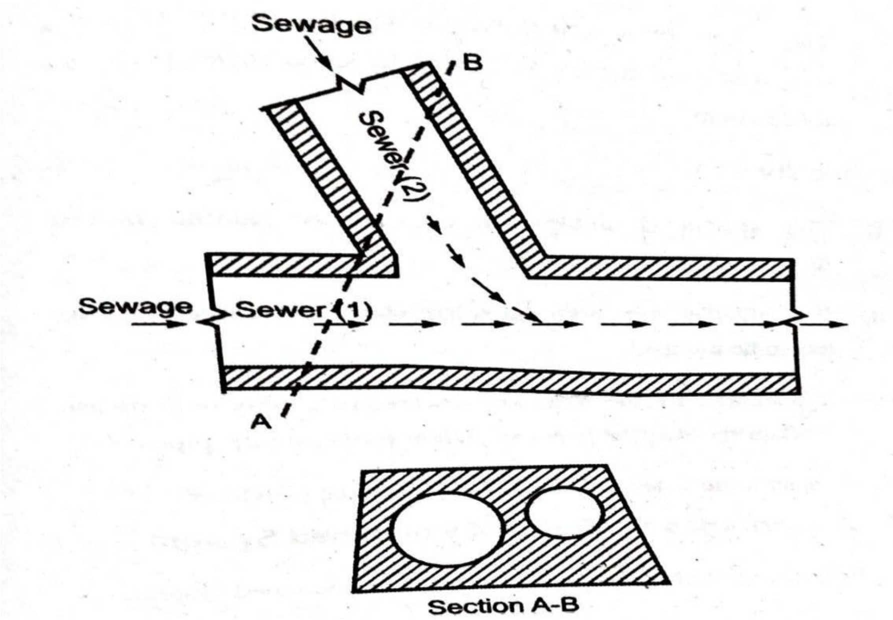


FIGURE 4.15 (स्रोत: - https://images.app.goo.gl/hqLYvBCLxFGrXdzJ6)

4.2.7 स्वच्छतागृहांची देखभाल (Maintenance of sanitary units)

1. विविध स्वच्छता युनिट्सची देखभाल करणे हे एक महत्त्वाचे काम आहे आणि ते काटेकोरपणे पार पाडले पाहिजे जेणेकरून ते कार्यक्षमतेने काम करेल .
2. घरातील ड्रेनेज सिस्टीमची योग्य देखभाल करावी. कार्यक्षमतेने काम करण्यासाठी ती नियमित अंतराने स्वच्छ करावी.

ड्रेनेज सिस्टीमच्या प्रत्यक्ष वापरकर्त्यांनी खालील मुद्दे पाळले पाहिजेत:

(Points should be followed by the actual users of the drainage system)

वापरकर्त्यांनी पाळावे आणि काळजीपूर्वक लक्षात ठेवावे असे महत्त्वाचे मुद्दे

1. नाल्यात अवांछित पदार्थ जाऊ देऊ नका.
2. पाण्याच्या कपाटांची (शौचालय) धुणे
3. नियमित तपासणी
4. दर्जेदार साहित्याचा वापर
5. जंतुनाशकांचा वापर
6. कारागिरी

1. नाल्यात अवांछित पदार्थ टाकणे टाळा (Avoid the entry undesired material into the drain) - घरातील सांडपाणी व्यवस्थेचा प्रत्यक्ष वापर करणाऱ्यांनी अधिक सतर्क आणि सावध असले पाहिजे आणि वाळू, वाळूची वाळू, पाने, कुजलेली फळे, प्लास्टिक पिशव्या, सॅनिटरी नॅपकिन्स, कापडाचे तुकडे, कुजलेले पदार्थ इत्यादी अवांछित पदार्थ टाकू नयेत यासाठी जास्तीत जास्त खबरदारी घेतली पाहिजे.

2. पाण्याच्या कपाटांमध्ये (ट्युक्लॉज) धुणे (Flushing the water closets (W.C.) - स्वच्छता उपकरणे स्वच्छ आणि योग्य स्थितीत ठेवण्यासाठी दिवसातून किमान दोनदा धुणे अधिक आवश्यक आणि आवश्यक आहे.

- वेस्टर्न (ट्युक्लिंग) च्या बाबतीत, वापरात नसताना पॅन झाकणाने झाकून ठेवा.

3. नियमित तपासणी (Regular inspection)- घराच्या ड्रेनेज सिस्टीमशी जोडलेल्या विविध युनिट्सची नियमित अंतराने नियमित तपासणी करावी आणि जर काही अवांछित पदार्थ आढळले तर ते त्वरित काढून टाकावे.

- खराब झालेले पाईप आणि उपकरणे नवीन पाईपने बदलावीत.

4. दर्जेदार साहित्याचा वापर (Use of quality material) - चांगले परिणाम आणि कार्यक्षमता मिळविण्यासाठी आणि सॅनिटरी पाईप्स आणि उपकरणांची वारंवार दुरुस्ती किंवा भाग बदलणे टाळण्यासाठी, भारतीय मानकांनुसार पाईप्स, पॅन, जॉइंट्स, नळ, फ्लशिंग सिस्टर्न, फ्लशिंग व्हॉल्व्ह इत्यादी मानक दर्जाच्या साहित्याचा वापर करणे अत्यंत आवश्यक आहे.

5. जंतुनाशकांचा वापर (Use of disinfectants) - इमारतींमध्ये सुरक्षित, चांगली आणि निरोगी स्वच्छताविषयक परिस्थिती राखण्यासाठी, बाथरूम, शौचालये, मूत्रालये इत्यादींमध्ये नियमितपणे जंतुनाशकांचा वापर करणे आवश्यक आहे.

6. कारागिरी(Workmanship) - स्वच्छताविषयक प्लंबिंगचे काम ड्रेनेज टाकणे ; पाईप बसवणे, स्वच्छताविषयक फिक्स्चर बसवणे हे काम परवानाधारक किंवा अधिकृत प्लंबर किंवा कुशल प्लंबरने करावे जेणेकरून योग्य कारागिरी होईल.

4.3 सांडपाणी व्यवस्था (Systems of Sewerage): -

प्रस्तावना (Introduction): - सांडपाणी व्यवस्था म्हणजे निवासी, औद्योगिक आणि व्यावसायिक क्षेत्रातील सांडपाणी किंवा सांडपाणी संकलन, वाहतूक, प्रक्रिया आणि विल्हेवाट लावण्यात गुंतलेल्या पायाभूत सुविधा आणि प्रक्रिया. सार्वजनिक आरोग्य राखण्यासाठी, स्वच्छता सुनिश्चित करण्यासाठी आणि प्रदूषण रोखण्यासाठी या व्यवस्था आवश्यक आहेत. सांडपाणी व्यवस्था जलजन्य रोग आणि पर्यावरणीय दूषिततेचा धोका कमी करण्यासाठी सांडपाण्याचे व्यवस्थापन करण्यास मदत करते.

सांडपाणी व्यवस्था (Systems of Sewerage):

1. वेगळी प्रणाली (Separate System)

2. एकत्रित प्रणाली (Combined System)

3. अंशतः विभक्त प्रणाली (Partially Separated System)

1) वेगळी व्यवस्था(Separate System) : या प्रणालीमध्ये, गटारांचे दोन संच टाकले जातात - एक सांडपाणी वाहून नेण्यासाठी आणि दुसरा वादळी पाणी वाहून नेण्यासाठी. सांडपाणी प्रक्रिया केंद्रात नेले जाते आणि वादळी पाणी थेट नदी किंवा ओढ्याच्या स्वरूपात नैसर्गिक आउटलेटमध्ये सोडले जाते.

फायदे (Advantages): या प्रणालीचे फायदे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. उपचार युनिट्सवरील भार कमी होतो.
2. नैसर्गिक पाणी अनावश्यकपणे प्रदूषित होत नाही.
3. गटारांचा आकार लहान आहे.
4. कोणत्याही प्रक्रियेशिवाय वादळाचे पाणी नैसर्गिक प्रवाहात सोडले जाऊ शकते.
5. सांडपाणी उचलण्यासाठी पंपिंगची आवश्यकता असताना ही प्रणाली किफायतशीर असल्याचे सिद्ध होते.

तोटे (Disadvantages) : या प्रणालीचे तोटे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. गटारांची साफसफाई करणे कठीण आहे कारण ते आकाराने लहान आहेत.
2. देखभालीचा खर्च जास्त आहे.
3. स्व-स्वच्छता वेग सहजासहजी साध्य होत नाही.
4. या प्रणालीसाठी दोन गटारांचे संच आवश्यक आहेत आणि म्हणूनच, ते महाग असू शकते.
5. पावसाळ्यात हे गटार सुरू होतील त्यामुळे उन्हाळ्यात आणि हिवाळ्यात ते कचरा टाकण्याचे ठिकाण बनू शकतात आणि त्यामुळे कचरा साचू शकतो.

2) एकत्रित प्रणाली (Combine System): या प्रणालीमध्ये, फक्त एकच गटारांचा संच टाकला जातो आणि तो सांडपाणी आणि वादळी पाणी दोन्ही वाहून नेतो. सांडपाणी आणि वादळी पाणी सांडपाणी प्रक्रिया केंद्रात वाहून नेले जाते.

फायदे (Advantages): या प्रणालीचे फायदे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. एकत्रित गटार मोठ्या आकाराचे असल्याने ते स्वच्छ करणे सोपे आहे.
2. देखभालीचा खर्च वाजवी आहे.
3. वादळाचे पाणी विरघळवून सांडपाण्याची ताकद कमी करते.
4. या प्रणालीसाठी फक्त एकच गटारांचा संच आवश्यक आहे आणि त्यामुळे ते किफायतशीर ठरू शकते.

तोटे (Disadvantages): या प्रणालीचे तोटे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. एकत्रित गटार, जर योग्यरित्या डिझाइन केलेले नसेल, तर ते सहजपणे गाळले जाते आणि कोरड्या हवामानात ते घाण देखील होऊ शकते.
2. ट्रीटमेंट प्लांटवरील भार वाढतो.
3. गटारीचा व्यास मोठा आहे.
4. वादळाचे पाणी अनावश्यकपणे प्रदूषित आहे.
5. सांडपाणी उचलण्यासाठी पंपिंग ची आवश्यकता असताना ही प्रणाली किफायतशीर ठरते.

(3) अंशतः वेगळी प्रणाली (Partially separate system): या प्रणालीमध्ये, पावसामुळे लवकर वाहून जाणारे सांडपाणी वाहून नेण्याची व्यवस्था केली जाते. परंतु जेव्हा वादळी पाण्याचे प्रमाण एका

विशिष्ट मर्यादेपेक्षा जास्त होते, तेव्हा ते गोळा केले जाते आणि उघड्या नाल्यांमध्ये नैसर्गिक नदी किंवा ओढ्यात वाहून नेले जाते.

फायदे (Advantages): या प्रणालीचे फायदे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. हे वरील दोन्ही प्रणालींचे फायदे एकत्र करते.
2. वादळी पाण्याच्या प्रवेशामुळे गटारांमध्ये गाळ साचणे टाळले जाते.
3. घरांमधून वादळाचे पाणी काढून टाकण्याची समस्या सोपी झाली आहे.
4. गटारांचे आकार योग्य आहेत.

तोटे (Disadvantages): या प्रणालीचे तोटे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. गटारात टाकल्या जाणाऱ्या वादळी पाण्याच्या प्रमाणामुळे पंपिंग आणि प्रक्रिया युनिट्सवरील भार वाढू शकतो.
2. कोरड्या हवामानात प्रवाहाचा वेग कमी असतो.

4.4 गटार उपकरणे (Sewer Appurtenances):

बांधकाम प्रक्रिया सोपी करण्यासाठी आणि कार्यक्षमतेने काम करण्यासाठी आणि देखभाल करण्यासाठी, सांडपाणी व्यवस्थेला इतर विविध अतिरिक्त संरचनांची आवश्यकता असते. या संरचनांना सांडपाणी उपकरणे म्हणून ओळखले जाते.

सांडपाणी व्यवस्था करण्यासाठी आवश्यक असलेले महत्त्वाचे घटक खालीलप्रमाणे आहेत:

1. कॅच बेसिन किंवा कॅच पिट्स (Catch Basins or Pits)
2. स्वच्छता (Clean-outs)
3. मॅनहोल टाका(Drop Manholes)
4. फ्लशिंग टाक्या (Flushing tanks)
5. तेल आणि तेल सापळे (grease and oil traps)
6. इनलेट्स (inlets)
7. उलटे सायफन्स (Inverted siphons)
8. दिव्याचे छिद्र (lamp holes)
9. मॅनहोल(Manholes)
10. वादळाच्या पाण्याचे नियामक (Storm water regulators)

4.4.1 गटारांचे प्रकार (Types of Sewers)

गटारांचे आकार आणि वापरलेल्या साहित्याच्या प्रकारानुसार विविध प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाते.

(A) वापरलेल्या साहित्यावर आधारित गटाराचे प्रकार

1. स्टील गटार
2. कास्ट-लोखंडी गटार (CI गटार)
3. काँक्रीट गटार

4. विटांचे गटार
5. दगडी भांडी गटार किंवा विट्रीफाइड माती गटार किंवा मीठ-चकचकीत गटार
6. प्लास्टिक गटार
7. एस्बेस्टोस सिमेंट गटार

(B) आकारानुसार गटाराचे प्रकार (Sewers according to shape)

1. वर्तुळाकार गटार
2. आयताकृती गटार
3. अर्ध-लंबवर्तुळाकार गटार
4. अंड्याच्या आकाराचे गटार
5. घोड्याच्या नालाने बनवलेले गटार
6. बास्केट हँडल प्रकार सीवर
7. U-आकाराचे गटार
8. पॅराबॉलिक आकाराचे गटार

(A) वापरलेल्या साहित्यावर आधारित गटाराचे प्रकार

1. स्टील गटार (Steel Sewers): स्टील गटारांचा वापर प्रामुख्याने अशा ठिकाणी केला जातो जिथे अभेद्यता, हलकेपणा लवचिक असतो आणि उच्च दाबाची आवश्यकता असते. स्टील गटार लवचिक असतात आणि ते कंपन आणि धक्के चांगल्या प्रकारे शोषू शकतात. ते सामान्यतः 750 मिमी पेक्षा जास्त व्यासाच्या मुख्य, आउटफॉल आणि ट्रंक गटारांसाठी वापरले जातात. गटार रिव्हेटेड किंवा वेल्डेड असतात. रिव्हेटिंग दोन कारणांमुळे आक्षेपार्ह आहे:

1. रिव्हेटिंगचा खर्च जास्त आहे.
2. रिव्हेटिंगमुळे गटारांच्या आतील पृष्ठभागावर उघडे रिव्हेट हेड्स तयार होतात आणि त्यामुळे गटारांचा आतील पृष्ठभाग खडबडीत होतो.
3. गॅल्वनायझेशनद्वारे किंवा बिटुमिनस कोटिंग्जची तरतूद करून किंवा उत्पादन प्रक्रियेत विशेष गंज-प्रतिरोधक स्टील वापरून स्टील गटारांना गंजण्यापासून संरक्षित केले जाऊ शकते.

2. कास्ट-लोखंडी गटार (Cast Iron Sewers) : कास्ट-लोखंडी गटारांमध्ये उच्च शक्ती असते आणि ते टिकाऊ असतात. तथापि, सांडपाण्यात असलेल्या आम्लांचा त्यांच्यावर परिणाम होण्याची शक्यता असते. परंतु जर कास्ट-लोखंडी गटारांच्या पृष्ठभागावर रंग किंवा सिमेंट काँक्रीटचा लेप लावला असेल तर ते सांडपाण्यातील आम्लांच्या कृतीला प्रतिकार करू शकतात. ते 150 मिमी व्यासापासून 750 मिमी व्यासापर्यंतच्या आकारात उपलब्ध आहेत.

3. काँक्रीट गटार (Concrete Sewers): सिमेंट काँक्रीट गटार साधे किंवा मजबूत असू शकतात. साध्या सिमेंट काँक्रीट गटारांचा व्यास 600 मिमी पर्यंत वापरला जातो आणि जेव्हा आकार वाढतो तेव्हा गटारांचा व्यास 600 मिमी असतो आणि जेव्हा आकार वाढतो तेव्हा या क्रॉस-सेक्शनमध्ये रीइन्फोर्सिंग बार प्रदान करणे आवश्यक होते.

एकच वर्तुळाकार पिंजरा मजबूतीकरण असलेला सिमेंट कॉंक्रीट गटार. मुख्य परिघीय मजबूतीकरण आतील पृष्ठभागापासून सुमारे 25 मिमी अंतरावर ठेवलेले असते. जेव्हा गटाराचा व्यास 800 मिमी पेक्षा कमी असतो आणि जेव्हा तो फक्त अंतर्गत दाबाच्या अधीन असतो तेव्हा अशी व्यवस्था स्वीकारली जाते.

दुहेरी वर्तुळाकार पिंजरा मजबुतीकरणासह सिमेंट कॉंक्रीट गटार. मुख्य परिघीय मजबुतीकरण दोन संचांमध्ये ठेवलेले असते - एक संच आतील पृष्ठभागापासून सुमारे 25 मिमी अंतरावर आणि दुसरा संच बाह्य पृष्ठभागापासून सुमारे 25 मिमी अंतरावर. जेव्हा गटाराचा व्यास 800 मिमी पेक्षा जास्त असतो आणि जेव्हा तो अंतर्गत तसेच बाह्य दाबांच्या अधीन असतो तेव्हा अशी व्यवस्था स्वीकारली जाते.

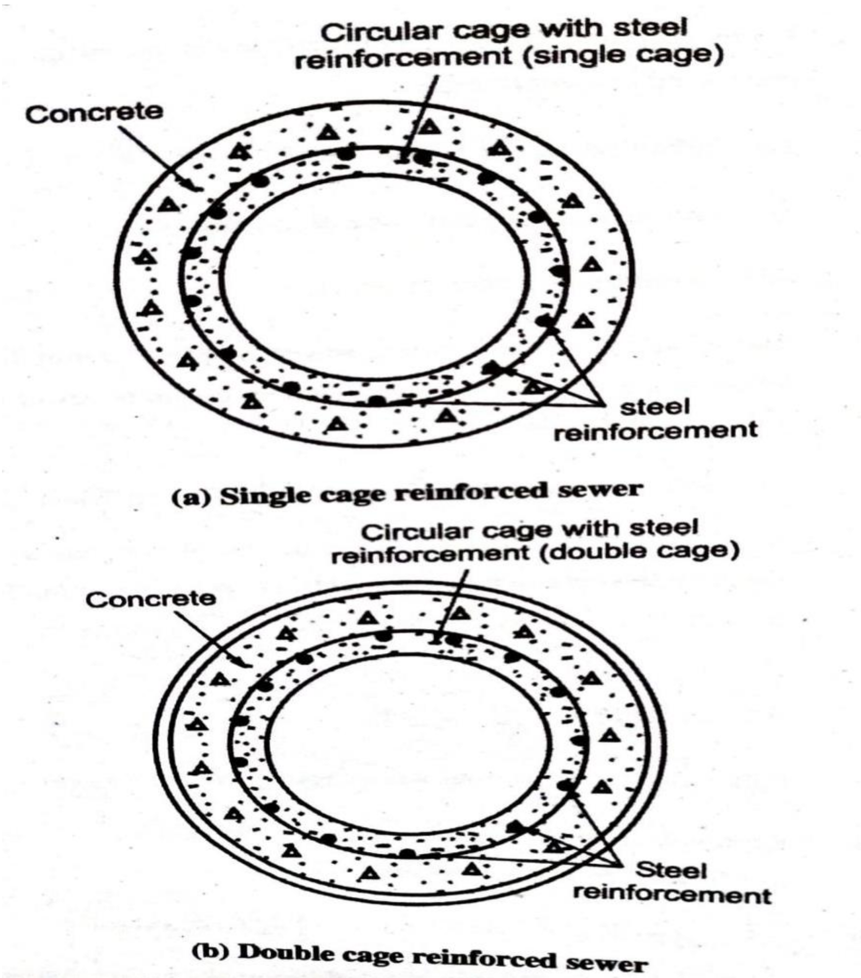


FIGURE 4.16 (स्रोत: https://images.app.goo.gl/KSSBMYMwzUkAjXL18)

4. विटांचे गटार (Bricks Sewers): सर्वात जुने गटार विटांपासून बनवले जात होते. सध्या, अशा गटारांच्या बांधकामात जास्त कामगार लागत असल्याने त्यांना पसंती दिली जात नाही. परंतु खालील खबरदारी घेऊन ते समाधानकारकपणे काम करण्यासाठी बांधता येतात: -

1. सामान्य विटांऐवजी वापरण्यासाठी बनवलेल्या विटा वापरल्या पाहिजेत. वापरण्यासाठी बनवलेल्या किंवा पाचरच्या आकाराच्या विटा मोर्टार सांध्यांना एकसमान रुंदी देतील.
2. सीवरसाठीचा इन्व्हर्ट ब्लॉक विशेषतः कठीण विटांपासून किंवा फरसबंदीच्या विटांपासून बनवावा.

3. आवश्यक असल्यास, विटांच्या गटाराला काँक्रीटच्या थराने वेढले पाहिजे.
4. जर विटांच्या गटारात एकापेक्षा जास्त रिंग असतील, तर लागोपाठच्या रिंगांमध्ये आवश्यक बंध प्रदान केला पाहिजे.
5. जिथे विटा सहज उपलब्ध असतात, तिथे मोठ्या आकाराचे विटांचे गटार स्वस्तात बांधता येतात. तथापि, अशा गटारांना बाहेरील पृष्ठभागावर प्लास्टर केले पाहिजे आणि झाडांची मुळे, भूजल इत्यादी आत प्रवेश करू नये म्हणून दगडी भांडी किंवा सिरेमिक ब्लॉक्सने आत जोडले पाहिजे.
6. जर विटांचे गटार काळजीपूर्वक बांधले नाहीत तर ते खराब होऊ शकतात आणि गळती होऊ शकते.

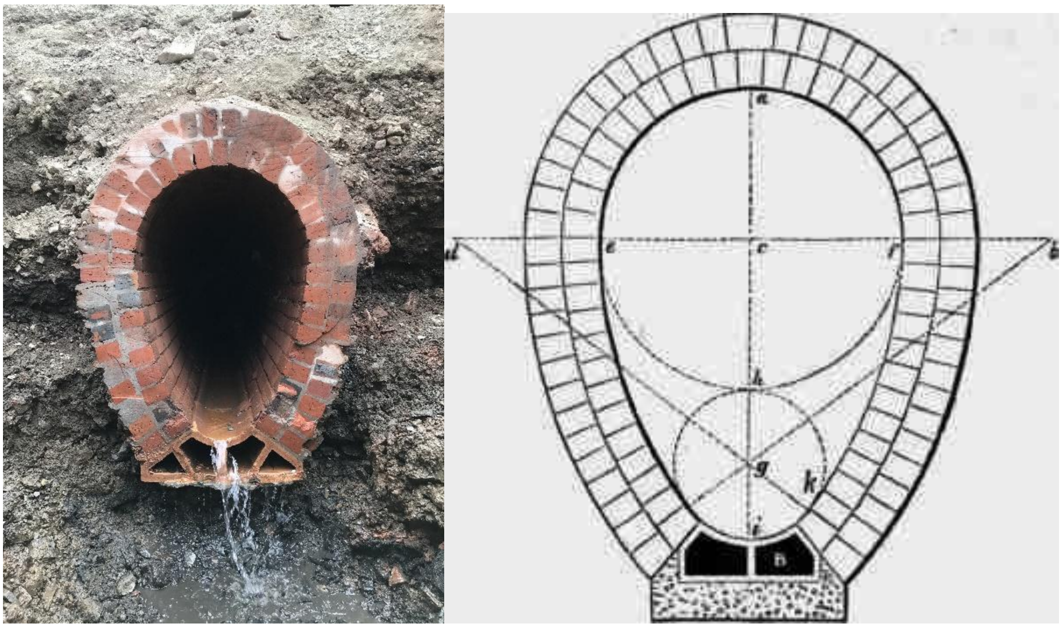


FIGURE 4.17 (स्रोत:https://chestofbooks.com/architecture/Building-Construction-3-2/Brick-Drains-And-Sewers.html)

5. दगडी गटार(Stone sewers): - दगडी गटार म्हणजे दगडी भांड्यांपासून बनवलेल्या एका प्रकारच्या गटार पाईपचा संदर्भ देते; मातीपासून बनलेला एक टिकाऊ सिरेमिक मटेरियल जो उच्च तापमानात वापरला जातो. 19 व्या शतकाच्या उत्तरार्धात आणि 20 व्या शतकाच्या सुरुवातीला, त्यांची ताकद, गंज प्रतिकार आणि दीर्घायुष्य यामुळे, दगडी पाईप्सचा वापर मोठ्या प्रमाणात सीवर सिस्टमच्या बांधकामात केला जात असे. ते सॅनिटरी आणि स्टॉर्म वॉटर सीवर सिस्टम दोन्हीसाठी लोकप्रिय पर्याय होते.

दगडी सांडपाण्याच्या पाईप्सचे फायदे:

1. दगडी भांडी पाईप्स अत्यंत टिकाऊ आणि झीज होण्यास प्रतिरोधक असतात .
2. हे पाईप्स सांडपाण्याच्या संक्षारक प्रभावांना प्रतिरोधक आहेत, जे सांडपाणी प्रणालीचे दीर्घायुष्य सुनिश्चित करतात.
3. दगडी भांडी देखभाल करणे सोपे आहे आणि ते लवकर खराब न होता विविध प्रकारचे सांडपाणी हाताळू शकते.

4. नैसर्गिक मातीच्या साहित्यापासून बनलेले असल्याने, काही आधुनिक प्लास्टिक पर्यायांच्या तुलनेत दगडी पाईप्स अधिक पर्यावरणपूरक आहेत.

स्टोनवेअर सीवर पाईप्सचे तोटे:

1. दगडी भांड्यांचे पाईप्स खूप जड असतात, ज्यामुळे वाहतूक आणि बसवणे अधिक आव्हानात्मक बनते.
2. दगडी भांड्यांचे पाईप टिकाऊ असले तरी ते ठिसूळ असू शकतात आणि अचानक आघात झाल्यास किंवा जमिनीची हालचाल झाल्यास ते तुटू शकतात.
3. पीव्हीसी किंवा काँक्रीट पाईप्स सारख्या काही नवीन, हलक्या पर्यायांच्या तुलनेत उत्पादन आणि स्थापनेचा खर्च जास्त असू शकतो.

6. प्लास्टिक गटार (Plastic sewers): - प्लास्टिकचा सांडपाणी म्हणून वापर अजूनही प्राथमिक अवस्थेत आहे. या सामग्रीचे अनेक फायदे आहेत आणि ते सांडपाणी वाहून नेण्याऐवजी पाणी वाहून नेण्यासाठी अधिक लोकप्रिय होत आहे.

तथापि, विशेष प्रकरणांमध्ये, जिथे गंज समस्या असलेल्या औद्योगिक कचऱ्याचा सामना करायचा असेल, तिथे प्लास्टिक गटार उपयुक्त ठरू शकतात.

7. ॲस्बेस्टोस सिमेंट गटार (Asbestos Cement Sewers): - हे गटार ॲस्बेस्टोस तंतू आणि सिमेंटच्या मिश्रणापासून बनवले जातात. ते 900 मिमी व्यासापर्यंतच्या आकारात उपलब्ध आहेत.

फायदे: या गटारांचे फायदे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. एस्बेस्टोस सिमेंट गटार कापून जोडणे सोपे आहे.
2. एस्बेस्टॉस सिमेंट गटार मातीच्या गंजापासून टिकाऊ असतात आणि ते क्षार, आम्ल आणि इतर गंजणाऱ्या पदार्थांना चांगला प्रतिकार देतात.
3. आतील पृष्ठभाग अपवादात्मकपणे गुळगुळीत आहे आणि म्हणूनच, घर्षणाला सर्वात कमी प्रतिकार दिला जातो.
4. या मटेरियलपासून बनवलेले गटार वजनाने हलके असतात आणि त्यामुळे ते हाताळण्यास सोपे असतात.

तोटे: या गटारांचे तोटे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. हे गटार नाजूक आहेत आणि हाताळणीच्या कामात आघात सहन करू शकत नाहीत.
2. एस्बेस्टोस सिमेंट गटारांची संरचनात्मक ताकद कमी असते आणि ती जड बाह्य भारांना तोंड देण्यासाठी टाकता येत नाहीत.

B) आकारानुसार गटाराचे प्रकार (Sewer based on its shape)

1. वर्तुळाकार गटार
2. आयताकृती गटार
3. अर्ध-लंबवर्तुळाकार गटार

4. अंड्याच्या आकाराचे गटार
5. घोड्याच्या नालाने बनवलेले गटार
6. बास्केट हँडल प्रकार सीवर
7. U-आकाराचे गटार
8. पॅराबॉलिक आकाराचे गटार

1. वर्तुळाकार गटार (Circular Sewer): - या प्रकारच्या गटारांचा वापर सामान्यतः ड्रेनेज सिस्टीममध्ये केला जातो आणि त्यांचे आकार वर्तुळाकार असतात . FIGURE 4.4.1 B (1) हे वर्तुळाकार गटार आहेत.

- अलिकडे, सांडपाणी वाहून नेण्यासाठी स्टीलने मजबूत केलेले कॉंक्रीट गटार, प्रीकास्ट एस्बेस्टोस सिमेंट कॉंक्रीट पाईप्स, प्रीस्ट्रेस्ड कॉंक्रीट पाईप्सचा वापर सामान्यतः केला जातो.

- काही प्रकरणांमध्ये, आतील बाजूस गॅल्वनाइज्ड स्टील पाईप्स किंवा आतील बाजूस सिमेंट कॉंक्रीटचे अस्तर वापरले जातात.

- वर्तुळाकार गटार सर्व प्रकारच्या गटारांसाठी योग्य आहेत .

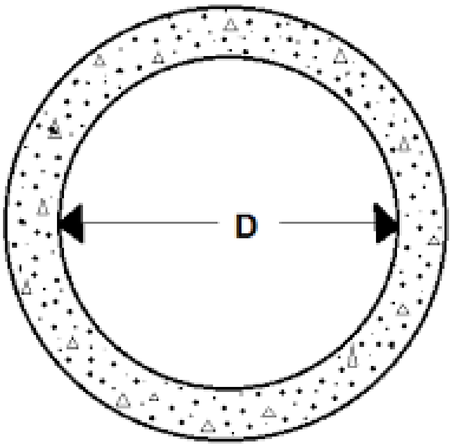


FIGURE 4.18 (स्रोत https://images.app.goo.gl/HJW8kZVPsHJ1xWD2A)

2. आयताकृती गटार (Rectangular Sewers): - आयताकृती किंवा बॉक्स प्रकारचा विभाग: FIGURE 4.4.1 ब मध्ये दाखवल्याप्रमाणे गटाराचा आयताकृती किंवा बॉक्स प्रकारचा विभाग (2), स्थिर आहे आणि ते बांधणे सोपे आहे. कधीकधी ते साठवण टाकी म्हणून काम करते. उदाहरणार्थ, समुद्रातून बाहेर पडणाऱ्या गटारातील सांडपाणी भरतीच्या वेळी समुद्रात सोडले जाऊ शकत नाही आणि म्हणूनच, काही काळासाठी सांडपाणी साठवणे आवश्यक होते.

FIGURE 4.19 (स्रोत: - http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=127750)

3. अर्धवर्तुळाकार विभाग(Semi Circular Sewer): - FIGURE 4.4.1 B (3) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे अर्धवर्तुळाकार विभाग तळाशी एक रुंद पाया देतो आणि म्हणूनच, कमी उपलब्ध असलेल्या मोठ्या गटारांच्या बांधणीसाठी तो योग्य बनतो. तथापि, सध्या त्याची जागा आयताकृती विभागाने घेतली आहे ज्यामध्ये चांगले हायड्रॉलिक गुणधर्म आहेत.

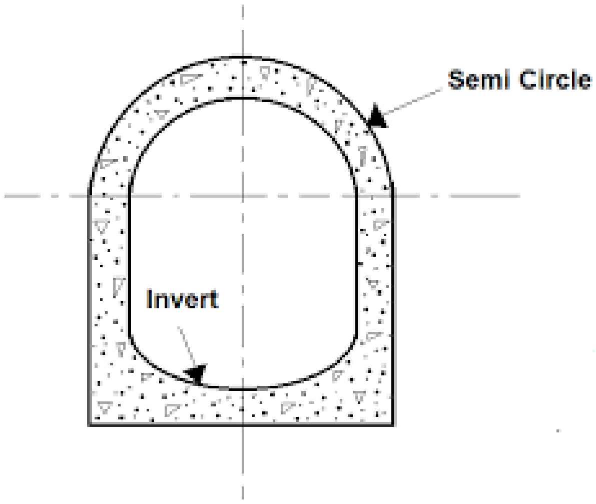


FIGURE 4.20 (स्रोत: https://images.app.goo.gl/cm5vVKJc3Y7aaJ6f9)

4. अंडाकृती गटार (Egg-Shaped Sewer): - अशा गटारांचे मुख्य फायदे म्हणजे कोरड्या हवामानातही स्वयं-स्वच्छता वेग मिळवता येतो, म्हणून हे गटार एकत्रित प्रणालीसाठी खूपच योग्य आहेत.

- कमी डिस्चार्ज असलेल्या वर्तुळाकार भागापेक्षाही चांगले हायड्रॉलिक गुणधर्म प्रदान करते .

- अशा प्रकारचे गटार नेहमीच जागेवर बांधले जातात . या गटारांची खोली त्यांच्या रुंदीच्या 1.5 पट असते.

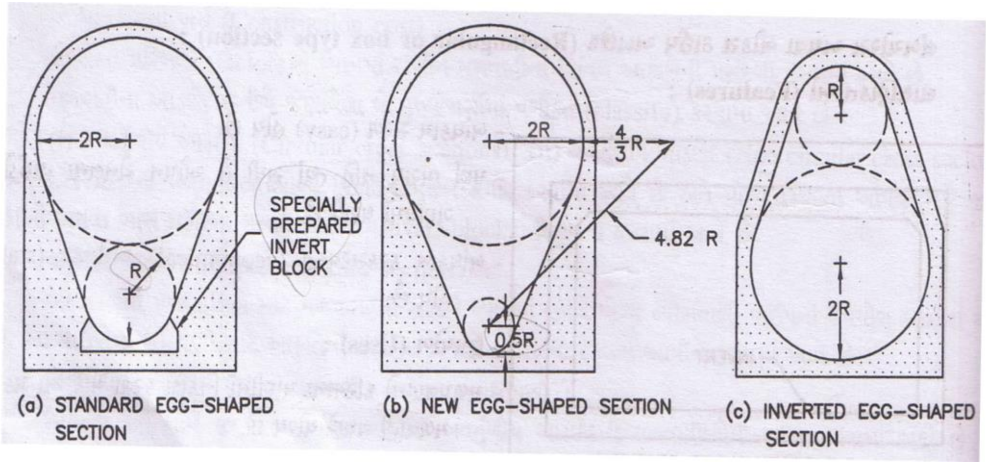


FIGURE क्रमांक 4.21 (स्रोत: https://images.app.goo.gl/fHZ8P81axQroujZbA)

5. घोड्याच्या नाल्यातील गटार (Horeseshoe Sewer): - FIGURE 4.4.1 B (5) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, गटाराचा घोड्याच्या नाल्यातील विभाग, ट्रंक आणि आउटफॉल गटारांसारख्या मोठ्या गटारांच्या बांधकामासाठी वापरला जातो. गटार बांधण्यासाठी उपलब्ध असलेले हेड-रूम मर्यादित असल्यास देखील असा विभाग योग्य आहे. गटाराचा उलटा भाग सपाट, गोलाकार किंवा पॅराबोलिक असू शकतो. त्याचा वरचा भाग अर्धवर्तुळाकार आहे ज्याच्या बाजू झुकलेल्या किंवा उभ्या आहेत. त्याची उंची त्याच्या रुंदीपेक्षा जास्त आहे. हे बहुतेक बोगद्यांमध्ये गटार बांधण्यासाठी वापरले जाते .

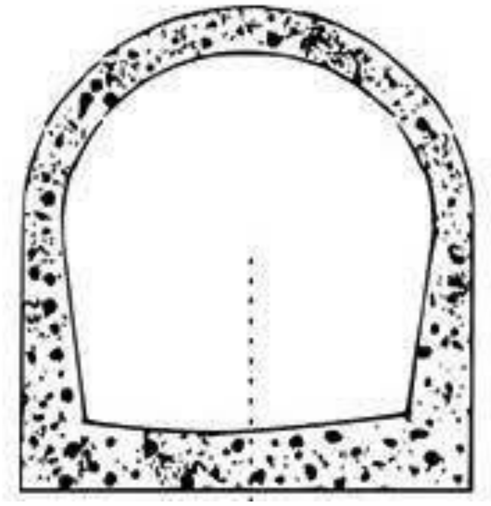


FIGURE 4.22 (स्रोत: http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=127750)

6. बास्केट हँडल प्रकारचा गटार (Basket handle tyepe Sewer): - या प्रकारच्या गटारात, गटाराच्या वरच्या भागाला FIGURE 4.4.1 B (6) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे बास्केट-हँडलचा आकार मिळाला आहे. खालचा भाग वरच्या भागापेक्षा रुंदीने अरुंद आहे. तो खालच्या अरुंद भागातून आणि पावसाळ्यात लहान स्त्राव वाहून नेतो; एकत्रित सांडपाणी संपूर्ण भागातून वाहून नेले जाते. सध्या या प्रकारच्या गटाराचा वापर सामान्यतः केला जात नाही.

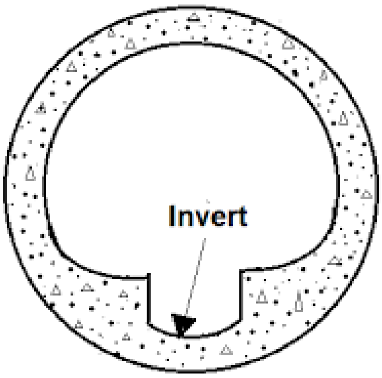
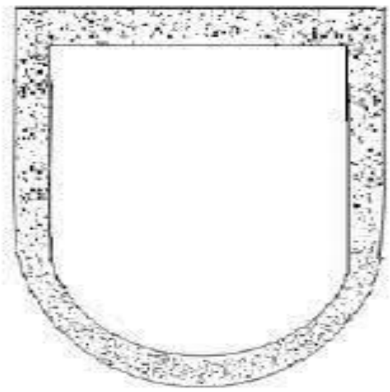


FIGURE 4.23 (स्रोत: https://images.app.goo.gl/ijKzTr7mT7T9X2rMA)

7. U-आकाराचे गटार (U-Shaped Sewer): - U-आकाराच्या विभागात U अक्षराचा खरा आकार असू शकतो किंवा FIGURE क्रमांक 4.4.1 B मध्ये दाखवल्याप्रमाणे गटाराच्या मोठ्या विभागात U आकाराचा एक लहान खंदक तयार केला जाऊ शकतो. (7). खंदकाला क्युवेट म्हणतात आणि वादळी पाण्याचा प्रामुख्याने प्रवाह असलेल्या एकत्रित गटारासाठी अशी व्यवस्था स्वीकारली जाते.

-खऱ्या U-आकाराच्या गटारांची बांधणी करणे सोपे असते, विशेषतः खुल्या कटमध्ये. उलटा भाग अर्धवर्तुळाकार कमानीच्या स्वरूपात किंवा अगदी सपाट देखील असू शकतो. बाजू उभ्या आहेत आणि वरचा भाग सपाट आहे.



U-shaped section

FIGURE क्रमांक 4.24

(स्रोत: https://hrms.secab.org/resource/648_18CV55_Chethan_Kumar_Marol.pdf)

8. पॅराबोलिक आकाराचे गटार (Parabolic sewer): - FIGURE 4.4.1.ब (8) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे गटाराचा वरचा कमान पॅराबोलाचे स्वरूप धारण करतो. पॅराबोलिक विभाग असलेली गटार तुलनेने कमी प्रमाणात सांडपाणी वाहून नेण्यासाठी योग्य आहे आणि ती बांधकामात किफायतशीर असल्याचे आढळून आले आहे. गटाराचा उलटा भाग सपाट, लंबवर्तुळाकार किंवा पॅराबोलिक असू शकतो.

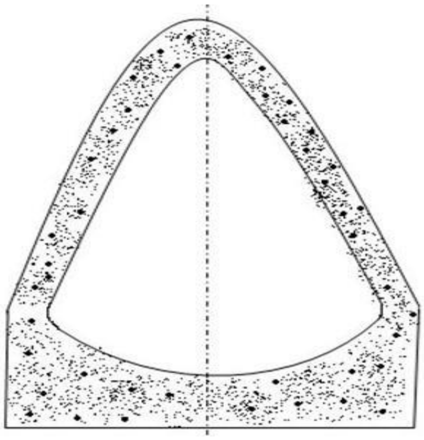


FIGURE क्र. 4.25 (स्रोत: https://slideplayer.com/slide/4495118/)

4.4.2 गटारांची रचना (Design of Sewers)

(1) झोनची रचना (formation of zones): ड्रेनेज सिस्टीमद्वारे सेवा देणारा क्षेत्र वेगवेगळ्या झोनमध्ये विभागलेला आहे. गटारांच्या स्थानासाठी रस्त्यांच्या सामान्य लेआउटचा योग्यरित्या अभ्यास केला पाहिजे. झोन नकाशावर चिन्हांकित केले आहेत आणि नकाशावर आकृतिबंध देखील काढले आहेत.

(2) गटारांची व्यवस्था (Arrangement of Sewers): वेगवेगळ्या झोनसाठी गटारांची प्रस्तावित व्यवस्था नंतर तयार केली जाते. कमी उंचीचे आयव्हिंग क्षेत्र वेगळे केले जातात आणि त्यांच्यासाठी पंपिंग स्टेशन स्थापित केले जातात. गटारांचा प्रवाह उच्च पातळीच्या झोनमधून सुरू होतो. शाखा गटार, मुख्य गटार, ट्रंक गटार, आउटफॉल गटार इत्यादी विविध गटार नकाशावर चिन्हांकित केले आहेत.

(3) सांडपाण्याचे प्रमाण (Quantity of Sewage): सांडपाण्याच्या प्रकारावर अवलंबून, म्हणजे स्वतंत्र किंवा एकत्रित सांडपाण्याद्वारे वाहून नेल्या जाणाऱ्या सांडपाण्याचे प्रमाण निश्चित केले जाते. सांडपाण्याच्या दरातील फरकांचा योग्य अभ्यास केल्यानंतर, सांडपाण्याचे प्रमाण निश्चित करण्यासाठी योग्य गुणाकार घटक वापरला जातो ज्यासाठी सांडपाण्याची रचना करायची आहे.

(4) प्रवाहाचा वेग (Velocity of Flow): त्यानंतर प्रवाहाच्या वेगासाठी योग्य मूल्य निश्चित केले जाते. हे मूल्य किमान आणि कमाल मर्यादेच्या दरम्यान म्हणजेच स्वयं-साफसफाई आणि नॉन-स्कॉरिंग वेगांच्या दरम्यान असले पाहिजे.

(5) गटाराचा भाग (Section of Sewers): नंतर खालील संबंधांद्वारे गटाराचा भाग सहजपणे काढला जातो:

सांडपाण्याचे प्रमाण = सांडपाण्याचे विभागीय क्षेत्रफळ X प्रवाहाचा वेग.

$$Q = A \times V$$

(6) ग्रेडियंट (gradient): सांडपाण्याच्या मार्गाचा उतार तयार केला जातो आणि प्रत्येक सांडपाण्याचे रेखांशिक भाग योग्य प्रमाणात काढले जातात. हे विभाग उलटे स्तर आणि सर्व सांडपाण्याचे उपकरणे

दर्शवितात. वेगवेगळ्या सांडपाण्याच्या रेखांशिक भागांची माहिती अशी असावी की अशा सांडपाण्याचे काम कोणत्याही विलंबाशिवाय सुरू करता येईल.

4.4.2.1 गटार डिझाइनवर परिणाम करणारे घटक (Factors Affecting the Sewer Design)

1. ताकद आणि टिकाऊपणा(Strength & Durability): - सीवर पाईप्स जमिनीच्या पातळीच्या खाली टाकणे ही एक सामान्य पद्धत आहे आणि इष्ट आहे. जेव्हा सीवर पाईप्स जमिनीच्या खाली टाकले जातात तेव्हा या सीवर पाईप्सवर बाह्य भार पडतो **.**

2. हलके वजन (light Weight): - गटाराचे वजन पुरेसे हलके असावे जेणेकरून गटारांची हाताळणी आणि वाहतूक सुलभ होईल.

3. अभेद्यता (Imperviousness): - गटार हे अभेद्य असले पाहिजे म्हणून गटार बनवण्यासाठी वापरले जाणारे साहित्य अभेद्य असले पाहिजे ज्यामुळे गटाराचे पाणी हलके होते.

4. गंज प्रतिकार (Resistance to corrosion): - सीवर पाईप्समध्ये आम्ल आणि इतर अशुद्धी असलेले सांडपाणी वाहून नेले जाते ज्यामुळे सीवरच्या आतील भागात गंज निर्माण होतो.

5. घर्षणास प्रतिकार (Resistance to abrasion): - सांडपाणी वाहून नेणाऱ्या गटार पाईपमध्ये खडे, काजळी, वाळू आणि इतर अपघर्षक पदार्थ असतात जे गटार उलट्यावर उच्च वेगाने फिरतात. या घाणयुक्त पदार्थ जसे की काजळी, वाळू इत्यादींमुळे सांडपाण्याच्या साहित्याची झीज होते.

6. साहित्य (Materials): - सीवर पाईप बनवण्यासाठी वापरले जाणारे साहित्य वजनाने हलके, गंज प्रतिरोधक, गंज आणि घर्षण प्रतिरोधक आणि भार सहन करण्याची क्षमता असलेले असावे.

4.4.2.2 गटारांचा आकार (Shape of Sewers)

1. सार्वजनिक गटाराचा किमान आकार 0.15 मीटरपेक्षा कमी नसावा, परंतु प्रत्यक्षात तो 0.2 मीटर असण्याची शिफारस केली जाते.
2. डोंगराळ भागात जास्तीत जास्त उतार उपलब्ध आहेत, जिथे गटाराचा आकार 0.1 मीटर असू शकतो.
3. साधारणपणे 0.1 मीटर व्यासाच्या गटारांना जास्तीत जास्त 6 मीटर लांबीपर्यंत परवानगी आहे किंवा जर गटार लांबीची लाईन 6 मीटरपेक्षा जास्त असेल तर त्यांचा किमान व्यास 0.15 मीटर असू शकतो.

4.4.3 स्वतः शुद्धीकरणाचा वेग(Self cleaning velocity)

गटारांमध्ये घन पदार्थांचे कण गाळणे किंवा साचणे अवांछनीय आहे आणि म्हणूनच, गटार अशा ग्रेडियंटवर ठेवले पाहिजेत की सांडपाण्याच्या विसर्जनाच्या विस्तृत फरकामुळे गटारांमध्ये कण गाळण्यापासून रोखणारा किमान वेग विकसित होईल. अशा किमान वेगाला स्वयं-स्वच्छता वेग म्हणतात आणि गटारांना कोणत्याही त्रासापासून मुक्त ठेवण्यासाठी, हा वेग दिवसातून किमान एकदा, शक्यतो दिवसातून दोनदा विकसित केला पाहिजे.

ते खालील ढाल सूत्राद्वारे दिले जाते:

$$V=\sqrt{\frac{8k}{f}\left(\frac{es-e}{e}\right)g.ds}$$

कुठे,

v = मीटर प्रति सेकंदात प्रवाहाचे प्रमाण

k = सस्पेंशनमध्ये सांडपाण्यात वाहणाऱ्या घन पदार्थांची वैशिष्ट्ये 0.06 ते 0.04 पर्यंत बदलतात.

f= डार्सीचा घर्षण सहगुणांक, सामान्यतः 0.03 म्हणून घेतला जातो

e_s = सांडपाण्यात वाहणाऱ्या घन पदार्थांचे विशिष्ट गुरुत्व. 1.2 ते 2.65 पर्यंत बदलते

e = द्रवाचे विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण, सांडपाण्याच्या बाबतीत, ते पाणी आहे ज्यामध्ये e = 1 आहे

g = गुरुत्वाकर्षण त्वरण स्थिरांक

ds = मीटरमध्ये वाहून नेण्यासाठी घन कणांचा व्यास.

स्वयं-स्वच्छता वेग सांडपाण्यातील निलंबित पदार्थाच्या स्वरूपावर आणि सांडपाण्याच्या आकारावर अवलंबून असतो. TABLE 4.4.3.1 मध्ये बिअर्डमोरने शिफारस केल्यानुसार निलंबनात असलेल्या वेगवेगळ्या पदार्थांसाठी स्वयं-स्वच्छता वेग दर्शविला आहे आणि TABLE 4.4.3.2 मध्ये बॅडविन लॅथमने शिफारस केल्यानुसार वेगवेगळ्या आकाराच्या सांडपाण्यांसाठी स्वयं-स्वच्छता वेग दर्शविला आहे. सामान्यतः सामान्य सांडपाण्यासाठी प्रति सेकंद सुमारे 800 मिमी ते 900 मिमी इतका स्वयं-स्वच्छता वेग स्वीकारला जातो.

TABLE 4.1 स्व-साफसफाईचा वेग(Self Cleaning Velocity)

(स्रोत: - रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 436)

अ.क्र.	साहित्याचे नाव	स्वयं-साफसफाईचा वेग मिमी प्रति सेकंदात
1	कोनीय दगड	1000
2	गोल खडे	600
3	बारीक रेव	300
4	खडबडीत वाळू	200
5	बारीक वाळू आणि चिकणमाती	150

TABLE 4.2 स्व-साफसफाईचा वेग (Self cleaning Velocity)

(स्रोत: - रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 436)

अ.क्र.	गटाराचा व्यास मिमी मध्ये	स्वयं-साफसफाईचा वेग मिमी प्रति सेकंदात
1	150 ते 250	1000
2	300 ते 600	750
3	600 च्या वर	600

4.4.4 नॉन-स्कॉरिंग वेग (Non Scouring velocity):-

प्रवाहाचा कमाल वेग देखील विचारात घेतला पाहिजे. जर प्रवाहाचा वेग एका विशिष्ट मर्यादेपेक्षा जास्त झाला तर घन पदार्थाचे कण गटारांच्या आतील गुळगुळीत पृष्ठभागाला नुकसान करू लागतात. परवानगी असलेल्या शब्दांमध्ये, स्कॉअरिंग क्रियेला जास्तीत जास्त परवानगीयोग्य वेग लागतो ज्यावर अशी कोणतीही स्कॉअरिंग क्रिया होणार नाही त्याला नॉन-स्कॉअरिंग वेग म्हणतात आणि तो प्रामुख्याने गटारांच्या बांधकामात वापरल्या जाणाऱ्या साहित्यावर अवलंबून असेल. TABLE 4.4.3 सामान्य गटार सामग्रीसाठी नॉन-स्कॉअरिंग वेग दर्शविते.

TABLE 4.3 नॉन-स्कॉरिंग वेग(Non Scouring velocity)

(स्रोत: - रंगवाला लिखित पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 437)

अ.क्र.	गटाराचे साहित्य	नॉन-स्कॉरिंग वेग, मिमी प्रति सेकंद
1	मातीच्या कालवे	600 ते 1200
2	विटांनी बांधलेले गटार	1500 ते 2400
3	सिमेंट कॉँक्रीटचे गटार	2400 ते 3000
4	दगडी सांडपाणी गटार	3000 ते 4500
5	कास्ट-लोखंडी गटार	3500 ते 4500
6	विट्रीफाइड टाइल्स आणि ग्लेझ्ड विटा	4500 ते 5500

4.4.5 गटार टाकणे (Laying of sewers)

1. परिचय (Introduction)

1. गटारांचे कार्य प्रामुख्याने कोणत्याही प्रकारच्या गटाराचे योग्य बिछाना आणि नियमित चाचणी यावर अवलंबून असते. योग्य कार्यासाठी सर्वोत्तम परिणाम मिळविण्यासाठी खालील पद्धती वापरल्या जातात.
2. जमिनीचे स्वरूप तपासण्यासाठी गटाराच्या रेषेवर बोअरिंग होल खोदले जातात. जर त्या भागातील मातीची आधीच चाचणी झाली असेल, तर बोअरिंग होल करण्याची गरज नाही.
3. मॅनहोलच्या व्यवस्थेसाठी एक सामान्य पद्धत आहे. एका वेळी दोन मॅनहोलमध्ये गटार टाकणे चांगले.
4. मीटर किंवा 15 मीटर अंतरावर , सीवर लाईनचे मध्यवर्ती लाईन पेज चालवले जाते परंतु सोयीनुसार अंतर समायोजित केले जाते.
5. सीवर लाईनची मध्यवर्ती रेषा राखणे आवश्यक आहे. यासाठी दोन वेगवेगळ्या पद्धती वापरल्या जाऊ शकतात. जसे की

2. ऑफसेट लाइन (Offset Line)

1. व्याख्या: एका बाजूला, एक रेषा चिन्हांकित केली जाते जी गटाराच्या समांतर असते. या रेषेला ऑफसेट रेषा म्हणतात.
2. FIGURE 4.4.5 (2) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, ऑफसेट लाइन D अंतरावर चिन्हांकित केली आहे (ती खंदकाच्या रुंदीच्या सुमारे अर्धा + 600 मिमी आहे).
3. दुसरी बाजू उत्खनन केलेले साहित्य टाकण्यासाठी वापरली जाते.
4. ही रेषा खंदकाच्या बाजूला काढली पाहिजे, जी खंदकाच्या उत्खननादरम्यान अडथळा आणणार नाही.
5. , या ऑफसेट लाईनवर सुमारे 200 मीटर ते 300 मीटर अंतराने तात्पुरते बेंचमार्क स्थापित केले पाहिजेत.
6. गटार टाकण्यासाठी खोदकाम करताना मध्यवर्ती रेषा शोधण्यासाठी ही रेषा उपयुक्त आहे.

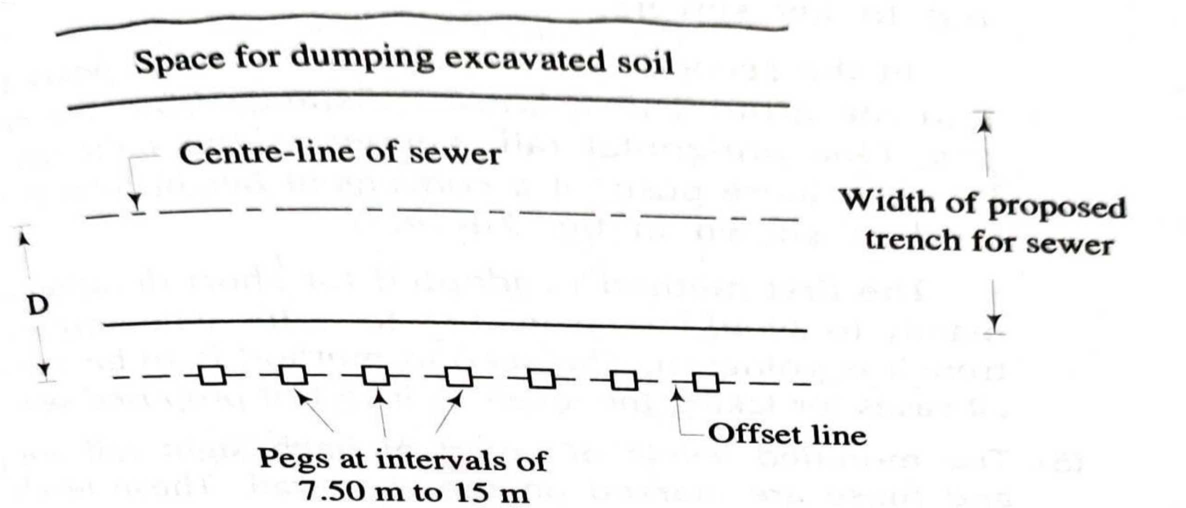


FIGURE क्र. 4.26(स्रोत : रंगवाला लिखित पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 419)

3. दृष्टी रेल (Sight rail)

1. या पद्धतीत, मध्यवर्ती रेषेच्या खुंटापासून दिलेल्या अंतरावर जमिनीवर एकमेकांना उभ्या असलेल्या दोन खांबांना चालविले जाते. (FIGURE 4.4.5 (3))
2. जमिनीपासून दिलेल्या उंचीवर, या दोन खांबांमधील एक क्षैतिज रेल म्हणजेच दृष्टी रेल निश्चित केलेली आहे.
3. जेव्हा जास्त रहदारी असलेल्या रस्त्यांवर खोदकाम आवश्यक असते तेव्हा पहिली पद्धत कमी कालावधीसाठी वापरली जाते.
4. दुसरी पद्धत म्हणजे प्रस्तावित सीवर लाइनच्या उलट पातळी मोजणे.
5. खंदकाच्या बाजूंना संरक्षित करण्यासाठी लाकडाची व्यवस्था केली जाते. जर खोदकाम करताना पाणी वाहून गेले तर त्या भागाचे पाणी काढून टाकणे आवश्यक आहे. जर माती कठीण किंवा खडकाळ असेल तर बेडिंग थराची आवश्यकता नाही.
6. परंतु मऊ मातीच्या बाबतीत गटार काँक्रीटच्या थरांवर आधारलेले असते आणि सामान्य स्थितीत गटाराचे थर वाहून नेले जाते.
7. एकदा गटार खंदकात टाकल्यानंतर, गटारांची उलट पातळी तपासणी आवश्यक आहे. यासाठी, बोनिंग रॉड किंवा ट्रॅव्हलर वापरला जातो.
8. या रॉडमध्ये वरच्या बाजूला क्रॉसहेड आणि खालच्या बाजूला शू असते. हा रॉड त्याच्या शूजने गटाराच्या उलट्या बाजूला स्पर्श करून ठेवला जातो. रॉड उभा आहे की नाही हे तपासण्यासाठी, प्लंब बॉब वापरला जातो.
9. जेव्हा बोनिंग रॉडचा वरचा भाग दोरीला स्पर्श करतो आणि गटार व्यवस्थित बसवले जाते. जर खोदकाम करून किंवा खंदक भरून वरचा भाग दोरीच्या वर गेला किंवा खाली राहिला तर.

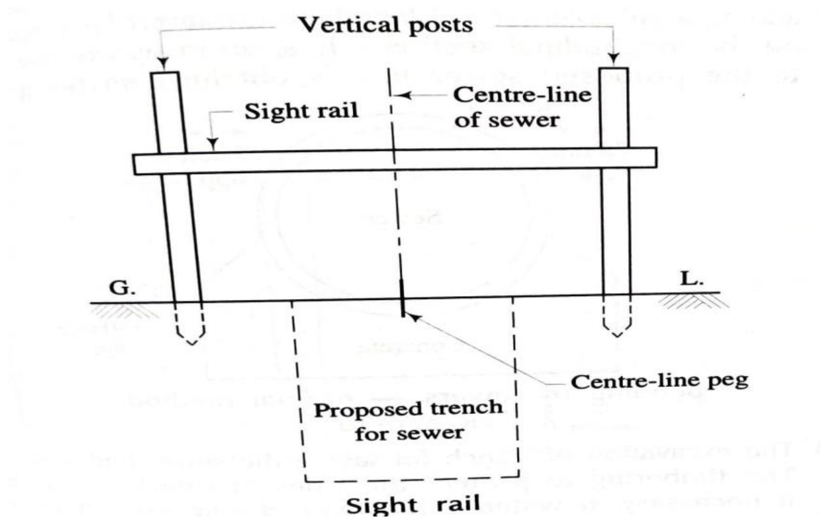


FIGURE क्र. 4.27 (स्रोत : रंगवाला लिखित पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 419)

गटार टाकण्याची टप्प्याटप्प्याने प्रक्रिया (Procedure of laying of sewers)

1. गटार टाकण्याची प्रक्रिया
2. गटाराच्या मध्यवर्ती रेषेचे चिन्हांकन .
3. खंदकांचे उत्खनन.
4. खंदकांचे ब्रेसिंग आणि पाणी काढून टाकणे.
5. गटार टाकणे .
6. गटार जोडणी.
7. सांडपाण्याची चाचणी

4.4.6 गटारांची चाचणी आणि देखभाल:- (Testing and maintenance of sewers)

परिचय (Introduction)

- ड्रेनेज टाकल्यानंतर आणि सर्व आवश्यक पाईप्स योग्यरित्या बसवल्यानंतर, सिस्टम ची पाण्याची घट्टता तपासणे आवश्यक आहे. दोन चेंबर मधील विभागांद्वारे ड्रेनेजची चाचणी केली जाते.

- उभ्या पाईप्स साठी त्यांची चाचणी गटांमध्ये केली जाते. प्रत्येक गटात एक सामान्य तपासणी कक्ष असतो. ड्रेन आणि पाईप्स तपासण्यासाठी खालील चाचण्या वापरल्या जातात.

- नाले आणि पाईप्स तपासण्यासाठी चाचण्या

1. हवेची चाचणी
2. पाण्याची चाचणी
3. रंगीत पाण्याची चाचणी
4. हायड्रॉलिक चाचणी
5. वास चाचणी
6. धुराची चाचणी

1. वायू चाचणी(Air test)

1. भूमिगत आणि उभ्या पाईप्सच्या चाचणीसाठी ही चाचणी वापरली जाते. पाईपचा जो भाग तपासायचा आहे तो वरच्या आणि खालच्या टोकांना जोडला जातो आणि एअर पंपद्वारे पाईप मध्ये हवा भरली जाते.
2. पाईपच्या पृष्ठभागावर साबणाच्या द्रावणाचा वापर करून गळणारे सांधे ओळखले जातात कारण हवा अशा सांध्यांमधून बाहेर पडण्याचा प्रयत्न करेल आणि बुडबुडे तयार होतील.
3. एकदा असे गळणारे सांधे आढळले की ते दुरुस्त केले जातात आणि हवा पाण्यापासून सुरक्षित केली जाते.

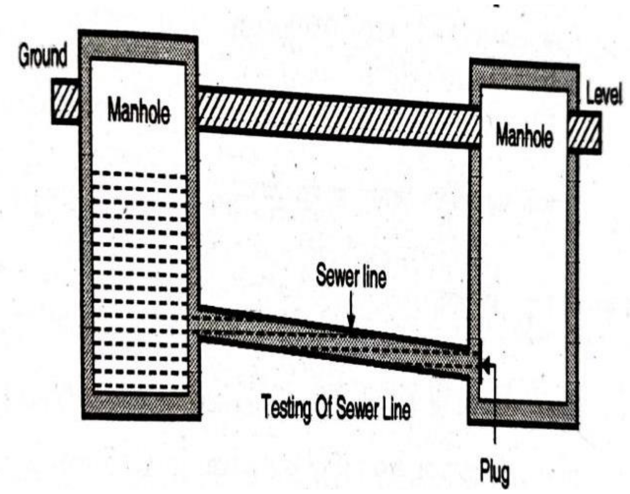


FIGURE क्रमांक 4.28 (स्रोत : https://images.app.goo.gl/FLUoeQ2NzFcTK77f7)

2. पाण्याची चाचणी (Water test)

1. एकदा गटार व्यवस्थित बसवले की, सांध्यातील पाण्याची घट्ट तपासली जाते. यासाठी दोन मॅनहोलमध्ये गटाराची लांबी निवडली जाते.
2. गटाराच्या खालच्या टोकाला मॅनहोलमध्ये प्लग दिलेला आहे. गटाराच्या वरच्या टोकाला (FIGURE च्या डाव्या बाजूला मॅनहोल) पाणी भरले जाते आणि गटाराच्या रेषेतून जाऊ दिले जाते.
3. मॅनहोलमधील पाण्याची खोली सुमारे 1.50 मीटर ठेवली जाते. जर गळती असेल तर सर्व जोड्यांमधील पाण्याची घट्टता तपासल्यानंतर पाईप लाईन दुरुस्त केली जाते आणि खंदक पुन्हा भरण्यास सुरुवात केली जाते.
4. असे करताना, खंदक समान मातीच्या सामग्रीने भरणे आवश्यक आहे. सुमारे 150 मिमी जाडीच्या प्रत्येक थराला योग्यरित्या पाणी दिले पाहिजे आणि रॅम केले पाहिजे.
5. रस्त्याच्या दोन्ही बाजूने असलेल्या घराच्या ड्रेनेज लाईन ची लांबी समान होण्यासाठी रस्त्याच्या मध्यभागी गटार टाकावे लागतील.
6. शक्यतोवर सीवर लाईन्स इलेक्ट्रिक केबल्स, स्ट्रक्चर फॉर्म्युलेशन, पाणीपुरवठा लाईन्स इत्यादी टाळावेत. पाण्याचे प्रदूषण टाळण्यासाठी पाणीपुरवठा लाईन्सच्या खाली सीवर लाईन्स टाकणे नेहमीच आवश्यक असते.

3. रंगीत - पाण्याची चाचणी (Coloured water Test)

1. या चाचणीमध्ये, रंगीत पाणी वाहू दिले जाते, पाईप्स. ज्यांची चाचणी करायची आहे .
2. जिथे गळती असेल तिथे रंगीत पाणी बाहेर येईल आणि सुरक्षित वापरासाठी गळती दुरुस्त करण्यासाठी त्या ठिकाणी पिन-पॉइंट केले जाईल.

4. हायड्रॉलिक चाचणी (Hydraulic test)

1. इफ ही एक अतिशय सोपी आणि सामान्यतः वापरली जाणारी चाचणी आहे; ती भूमिगत गटारांसाठी वापरली जाते. मॅनहोलमधील गटाराचा खालचा भाग बंद केला जातो आणि घरातील गटार वरून सुमारे 600 मिमी ते 900 मिमी उंचीवर भरले जातात आणि निरीक्षणासाठी सुमारे दहा मिनिटे ठेवले जातात.
2. जर नाल्यातील पाण्याची पातळी तशीच राहिली, म्हणजे पाण्याच्या पातळीत एकही घट झाली नाही तर याचा अर्थ असा की सांध्यांमधून गळती होत नाही.
3. जर पाण्याची पातळी कमी झाली तर सर्व जोड्यांची तपासणी केली जाते आणि घाम फुटलेले सांधे दुरुस्त केले जातात किंवा बदलले जातात.

5. वास चाचणी (Smell test)

1. हे अगदी हवेच्या चाचणी सारखे आहे परंतु या चाचणीत हवेसोबत तीव्र वास असलेला वायू मिसळला जातो जो गळती झाल्यास लगेच ओळखला जातो. असे सांधे शोधले जातात आणि ते दुरुस्त केले जातात किंवा बदलले जातात.

6. स्मोक टेस्ट (Smoke test)

1. यामध्ये, नाल्यांमधून धूर सोडला जातो. जर त्यात गळती असेल तर धूर बाहेर पडेल, म्हणून अशा सांध्यांची दुरुस्ती किंवा बदल त्वरित केला जाईल.

4.4.7 पावसाळ्यापूर्वी आणि नंतर महानगरपालिकेच्या गटारांची स्वच्छता (Cleaning of municipal sewers before and after monsoon)

पावसाळ्यापूर्वी आणि नंतर महानगरपालिकेच्या गटारांची स्वच्छता करणे हे पूर रोखण्यासाठी, सार्वजनिक आरोग्य राखण्यासाठी आणि कार्यक्षम कचरा व्यवस्थापन सुनिश्चित करण्यासाठी आवश्यक आहे. या काळात गटार स्वच्छतेचे महत्त्व आणि सामान्य प्रक्रिया येथे दिली आहे:

पावसाळ्यापूर्वी (मान्सूनपूर्व स्वच्छता):

1. तपासणी आणि मूल्यांकन (Inspection and Assesment)

- **सांडपाणी व्यवस्थेचे सर्वेक्षण करणे (Surveying Sewer system):** महानगरपालिका अधिकारी सामान्यतः सांडपाण्याच्या स्थितीची तपासणी करून सुरुवात करतात. हे सीसीटीव्ही कॅमेरे वापरून किंवा मॅन्युअल तपासणी वापरून केले जाते जेणेकरून सांडपाणी व्यवस्थेत अडथळे, नुकसान किंवा अतिवृद्ध झाडे तपासली जाऊ शकतील.

- **समस्या क्षेत्रे ओळखणे(Identification of problem areas):** सखल भाग, अरुंद पाईप्स किंवा सिस्टमच्या जुन्या भागांवर विशेष लक्ष दिले जाते जे अडकण्याची किंवा नुकसान होण्याची शक्यता जास्त असते.

2. अडथळे दूर करणे(Clearing Blockages)

- **घनकचरा काढून टाकणे (Removing Solid Waste):** प्लास्टिक, मोडतोड किंवा पाने यांसारखा कोणताही घनकचरा गटारांच्या पाईपमधून साफ केला जातो जेणेकरून त्यात अडथळा येऊ नये. काही प्रकरणांमध्ये, व्यावसायिक स्वच्छता कंपन्या उच्च-दाबाचे वॉटर जेट किंवा व्हॅक्यूम ट्रक सारख्या विशेष यंत्रसामग्रीचा वापर करतात.
- **प्रवेशद्वार आणि ड्रेनेज पॉइंट्स साफ करणे (Clearing Entrances and Drainage Points) :** पृष्ठभागावरील पाणी सहजपणे गटारांमध्ये वाहू शकेल याची खात्री करण्यासाठी ड्रेनेज, मॅनहोल आणि कॅच बेसिन देखील साफ केले जातात. यामुळे मुसळधार पावसात स्थानिक पूर येण्यास प्रतिबंध होतो.

3. गाळ काढून टाकणे आणि काढून टाकणे (Desilting and Removing Sediment):

- **गाळ साचणे काढून टाकणे (Sediment Build-up Removal):** सांडपाण्याच्या पाईप्समध्ये गाळ आणि गाळ साचू शकतो, विशेषतः कोरड्या हवामानानंतर, ज्यामुळे पाण्याचा प्रवाह अडथळा ठरू शकतो. मान्सूनपूर्व साफसफाईमध्ये हे साचणे काढून टाकण्यासाठी यांत्रिक किंवा मॅन्युअल पद्धतींचा वापर केला जातो.

4. दुरुस्ती आणि देखभाल (Repair and Maintenance):

- **खराब झालेले पाईप दुरुस्त करणे (Fixing Damaged Pipes)**: भेगा पडलेल्या, कोसळलेल्या किंवा गंजलेल्या पाईप दुरुस्त केल्या जातात किंवा बदलल्या जातात. पावसाळ्यात सिस्टम बिघडू नये म्हणून गळती किंवा सदोष सांधे देखील दुरुस्त केले जातात.
- **कार्यरत पंपिंग स्टेशन्स सुनिश्चित करणे (Ensuring Functional Pumping Stations) :** जर सांडपाणी प्रणालीमध्ये पंपिंग स्टेशन्स समाविष्ट असतील, तर मुसळधार पावसाच्या काळात ते योग्यरित्या कार्य करतात याची खात्री करण्यासाठी त्यांची चाचणी आणि देखभाल करणे आवश्यक आहे.

पावसाळ्यानंतर (पावसाळ्यानंतरची स्वच्छता):

1. पावसानंतरचा कचरा साफ करणे (Clearing Post-Rain Debris):

- उरलेला कचरा साफ करणे: पावसाळ्यानंतर, सफाई कर्मचारी वादळामुळे यंत्रणेत शिरलेला कोणताही कचरा, पाने किंवा कचरा काढून टाकतात.
- सिस्टीम फ्लश करणे: पावसाळ्यात सिस्टीममध्ये वाहून गेलेला कोणताही गाळ किंवा पदार्थ साफ करण्यासाठी सीवर लाईन्स पाण्याने फ्लश करणे आवश्यक आहे.

2. नुकसानीची तपासणी (Inspecting for Damage):

- अडथळे आणि ओव्हरफ्लो तपासणे: पावसाळ्यानंतर, मुसळधार पावसामुळे उद्भवणाऱ्या कोणत्याही नवीन अडथळ्या किंवा ओव्हरफ्लो समस्यांसाठी सिस्टमची पुन्हा एकदा कसून तपासणी केली जाते. पुढील पावसाळ्यात समस्या टाळण्यासाठी अडथळे किंवा पायाभूत सुविधांचे नुकसान त्वरित दूर केले जाते.

3. वादळानंतरची दुरुस्ती (Post-Storm Repairs):

- पायाभूत सुविधांच्या नुकसानीची दखल घेणे: जर पावसामुळे यंत्रणेचा कोणताही भाग खराब झाला असेल, जसे की मॅनहोल फुटले असतील किंवा पाईप फुटले असतील, तर पावसाळ्यानंतरच्या साफसफाईच्या टप्प्यात त्यांची दुरुस्ती केली जाते.

4. वास कमी करणे (Reducing Odour):

- दुर्गंधी दूर करणे: पावसाळ्यानंतर साचलेल्या पाण्यामुळे आणि सांडपाण्यामुळे दुर्गंधी निर्माण होणे ही एक सामान्य समस्या आहे. हे व्यवस्थापित करण्यासाठी दुर्गंधी कमी करणाऱ्या द्रावणांनी क्षेत्रांचे निर्जंतुकीकरण करण्यासह स्वच्छतेचे उपाय केले जातात.

5. दीर्घकालीन प्रतिबंधात्मक उपाय (Long-Term Preventative Measures):

- प्रणाली क्षमतेत सुधारणा: कधीकधी, पावसाळ्यानंतर, असे आढळून येते की पावसाळ्यात प्रणालीचे काही भाग पाण्याखाली गेले होते. भविष्यातील पावसाचे चांगल्या प्रकारे व्यवस्थापन करण्यासाठी हे भाग अपग्रेड किंवा विस्तारित केले जाऊ शकतात.

4.4.8 मॅनहोल (Manhole)

- तपासणी, स्वच्छता देखभालीसाठी सांडपाणी वाहिनी प्रवेशयोग्य बनवण्यासाठी गटारात बांधलेल्या छिद्राला मॅनहोल म्हणतात.

- मॅनहोलच्या सांडपाण्याच्या भिंतीमध्ये वापरली जाणारी ही सर्वात महत्त्वाची रचना आहे, ती किमान 250 मिमी जाडीची असावी. मॅनहोल चेंबर 1000 मिमी पेक्षा कमी रुंद आणि 1200 मिमी पेक्षा कमी लांब किंवा किमान 1200 मिमी व्यासाचा नसावा.

4.4.8.1 मॅनहोलचा उद्देश(Purpose of Manhole)

मॅनहोल सीवर लाईन्सच्या वर बांधले जातात आणि खालील उद्देशांसाठी सीवरमध्ये प्रवेश प्रदान करतात: -

1. तपासणीसाठी मॅनहोलचा वापर केला जातो
2. हे स्वच्छतेसाठी वापरले जाते
3. हे दुरुस्ती आणि देखभालीसाठी वापरले जाते

4.4.8.2 स्थान(Location)

1. मॅनहोल ही गटाराच्या अगदी वर बांधलेली रचना आहे.
2. गटारांच्या प्रत्येक दिशेने होणाऱ्या बदलावर मॅनहोल असतात.
3. ते वेगवेगळ्या व्यासाच्या गटारांच्या जंक्शनवर देखील स्थित आहे.
4. ग्रेडियंटवर मॅनहोल देखील दिले आहेत.

4.4.8.3 अंतर (Spacing)

1. दोन मॅनहोलमधील अंतर व्यासावर अवलंबून असते.

2. मॅनहोल हे नियमित अंतराने सरळ लांबीच्या गटारांवर असतात.

    1. व्यास 300 मिमी पर्यंत, अंतर 45 मीटर आहे
    2. व्यास 301 ते 500 मिमी पर्यंत, अंतर 75 मीटर आहे
    3. व्यास 501 ते 900 मिमी, अंतर 90 मीटर आहे

मॅनहोलचे प्रकार(Types of Manhole)

खोलीनुसार मॅनहोलचे तीन प्रकारात वर्गीकरण केले जाते:

1. उथळ मॅनहोल: 0.75 ते 0.9 मीटर खोली असलेले
2. सामान्य मॅनहोल: 1.5 मीटर खोली
3. खोल मॅनहोल: 1.5 मीटर पेक्षा जास्त

4.4.8.4 मॅनहोलचे घटक भाग (Components parts of manhole)

मॅनहोलचे विविध घटक खालीलप्रमाणे आहेत:

मॅनहोलचे घटक भाग

1. प्रवेश शाफ्ट
2. कार्यरत कक्ष
3. बेंचिंग
4. बाजूच्या भिंती
5. शिडी किंवा पायऱ्या
6. मॅनहोलचे झाकण

1. प्रवेश शाफ्ट(Access shaft)

1. ऑफसेट स्लॅब योग्य ठिकाणी बांधला जातो ज्याच्या स्लॅबवर एक उघडे भाग असतो त्याला ॲक्सेस शाफ्ट म्हणतात.
2. मॅनहोलच्या सर्व भिंती जमिनीच्या पातळीपर्यंत बांधण्याऐवजी खोल मॅनहोलमध्ये प्रवेश शाफ्ट प्रदान केला जातो.
3. शाफ्ट गोलाकार आहे आणि अंतर्गत क्रॉस सेक्शनचा किमान व्यास 700 मिमी आहे.

4. वर्तुळाकार मॅनहोलच्या बाबतीत किमान व्यास सुमारे 600 मिमी ते 750 मिमी आहे.
5. आयताकृती मॅनहोलच्या बाबतीत किमान आकार सुमारे 750 मिमी × 600 मिमी आहे.
6. वर्किंग चेंबरपर्यंतच्या पायऱ्यांद्वारे माणूस त्यातून सहजपणे प्रवेश करू शकेल अशा प्रकारे योग्य लक्ष दिले पाहिजे .
7. प्रवेश शाफ्टची खोली मॅनहोलची उंची आणि कार्यरत चेंबरच्या उंचीवर अवलंबून असते.
8. FIGURE 4. 4.8 मध्ये खोल मॅनहोलचा भाग दाखवला आहे ज्यामध्ये त्याचे सर्व घटक दाखवलेआहेत.

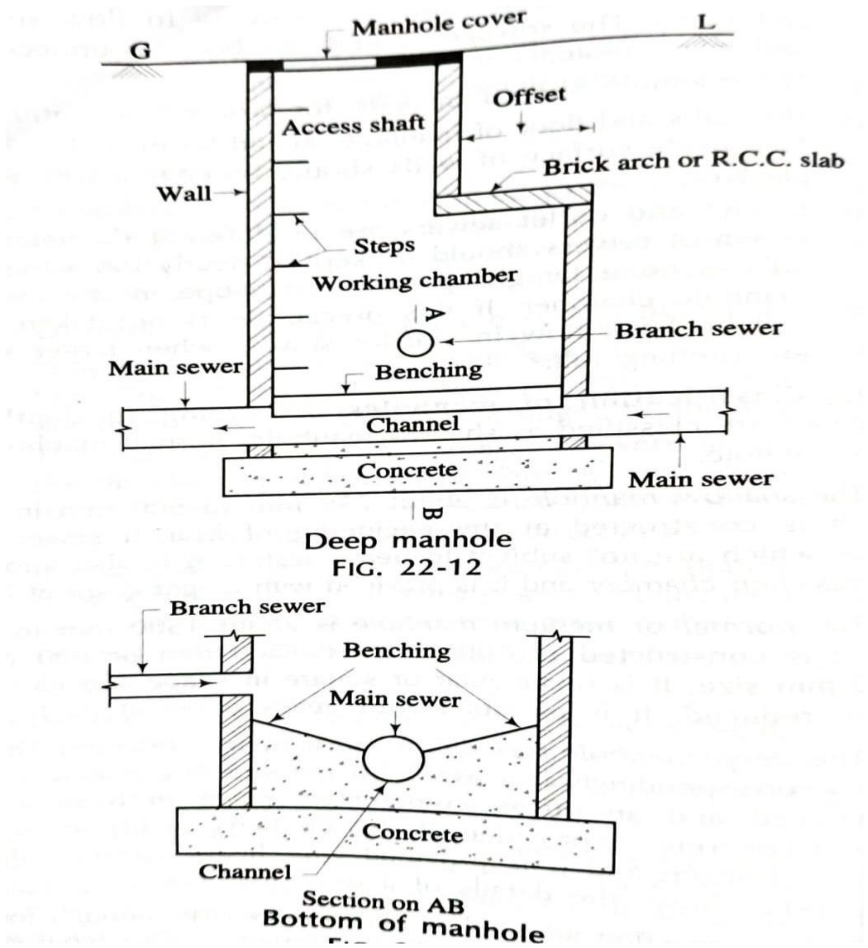


FIGURE 4.29 (स्रोत : रंगवाला द्वारे पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 478)

2. कार्यरत कक्ष (Working chamber)

1. तपासणी आणि साफसफाई प्रक्रियेसाठी काम करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मॅनहोलच्या खालच्या भागाला वर्किंग चेंबर म्हणतात.
2. वर्तुळाकार मॅनहोलचा किमान व्यास 1200 मिमी आहे.
3. आयताकृती खोल मॅनहोलसाठी, किमान आकार सुमारे 1200 मिमी x 900 मिमी आहे.
4. कार्यरत चेंबरची उंची 1800 मिमी पेक्षा कमी नसावी.

3. बेंचिंग (Benching)

1. सिमेंट काँक्रीटमध्ये 1:4:8 च्या प्रमाणात खालचा भाग किंवा उलटा भाग बांधणे याला बेंचिंग म्हणतात.
2. बेंचिंगमुळे शाखा गटारातून मुख्य गटारात सांडपाण्याचा प्रवेश होतो.

4. बाजूच्या भिंती(Side walls)

1. मॅनहोलच्या बाजूच्या भिंतींचे बांधकाम सामान्यतः वीट किंवा दगडी बांधकाम किंवा आरसीसीमध्ये केले जाते.
2. विटांच्या भिंतीची किमान जाडी 225 मिमी ठेवावी.
3. खालील प्रमाणे अनुभवजन्य अंगठ्याचा नियम वापरून विटांच्या भिंतीची योग्य जाडी निश्चित केली जाऊ शकते:

$$t=10+4d$$

कुठे, t = सेमी मध्ये विटांच्या भिंतीची जाडी

D = 'm' मध्ये मॅनहोलची खोली.

5. शिडी किंवा पायऱ्या(Ladder or steps)

1. मॅनहोलमध्ये उतरण्यासाठी साधारणपणे पायऱ्या किंवा शिडी दिली जाते आणि ती साधारणपणे सीआय (म्हणजेच कास्ट आयर्न) पासून बनलेली असते.
2. पायऱ्या मध्यभागी आडव्या ते 200 मिमी अंतरावर टप्प्याटप्प्याने बांधल्या जातात.
3. खोल मॅनहोलच्या बाबतीत पायऱ्यांऐवजी शिड्या दिल्या जातात.

6. मॅनहोल कव्हर आणि फ्रेम (Manhole cover and frame)

1. हे वरचे कव्हर आहे जे कास्ट-लोहापासून बनलेले आहे जे कास्ट आयर्न फ्रेममध्ये बसवलेले आहे.
2. फ्रेमची जाडी 200 मिमी ते 250 मिमी आहे आणि त्याचा पाया सुमारे 1000 मिमी रुंद आहे.
3. ज्या चौकटीत कव्हर ठेवले आहे त्या चौकटीत एक खोबणी ठेवलेली असते .
4. वर्तुळाकार कव्हरचा व्यास 500 मिमी ते 600 मिमी पर्यंत असतो, तर 600 मिमी x 450 मिमी आकाराच्या आयताकृती कव्हरसाठी तो असतो.
5. कव्हर आणि फ्रेमचे वजन 90 किलो ते 270 किलो दरम्यान आहे.
6. मॅनहोल काँक्रीटमध्ये देखील बनवता येते. प्रीकास्ट काँक्रीट कव्हर सामान्यतः वापरले जातात.

4.4.9 ड्रॉप मॅनहोल (Drop Manhole)

व्याख्या: मुख्य गटाराच्या उच्च पातळीच्या फांद्या आणि खालच्या पातळीच्या गटारांना जोडण्यासाठी बांधलेल्या सीवर लाईनवरील मॅनहोलला ड्रॉप मॅनहोल म्हणतात.

4.4.9.1 ड्रॉप मॅनहोल पुरवण्याचा उद्देश(Purpose to provide Drop Manhole)

जेव्हा सांडपाणी मुख्य गटारापासून 500 मिमी ते 600 मिमी पेक्षा जास्त उंचीवर एका शाखेच्या गटारातून मॅनहोलमध्ये जाते, तेव्हा ते थेट मॅनहोलमध्ये पडत नाही. अशा परिस्थितीत, ड्रॉप पाईप

नावाच्या उभ्या पाईपद्वारे सांडपाणी मुख्य गटारात आणले जाते ज्याला जमिनीकडे 45° झुकवले जाऊ शकते.

सामान्य मॅनहोलपेक्षा ड्रॉप मॅनहोलचे फायदे

1. जेव्हा शाखा गटारातून मॅनहोलमध्ये जाणारे सांडपाणी मॅनहोलमध्ये काम करणाऱ्या व्यक्तींवर पडू शकते जे पुरवलेल्या ड्रॉप मॅनहोलद्वारे रोखता येते.
2. खोल मॅनहोल देऊन आणि शाखा गटारात तीव्र चढउतार टाळून अधिक मातीकामाचे उत्खनन रोखता येते.
3. शाखा गटाराच्या शेवटी प्लगची व्यवस्था आहे.
4. प्लगचा उद्देश शाखा गटाराची तपासणी आणि स्वच्छता करणे आहे.

4.4.9.2 स्थान (Location)

डोंगराळ किंवा डोंगराळ भागात, जमिनीची पातळी खूप उताराची आणि उताराची असते. अशा परिस्थितीत ड्रॉप मॅनहोलची व्यवस्था करणे खूप चांगले. म्हणूनच, डोंगराळ भागात ड्रॉप मॅनहोलचा वापर सामान्यतः केला जातो.

FIGURE 4.4.9 मध्ये ड्रॉप मॅनहोलचे तपशील दाखवले आहेत.

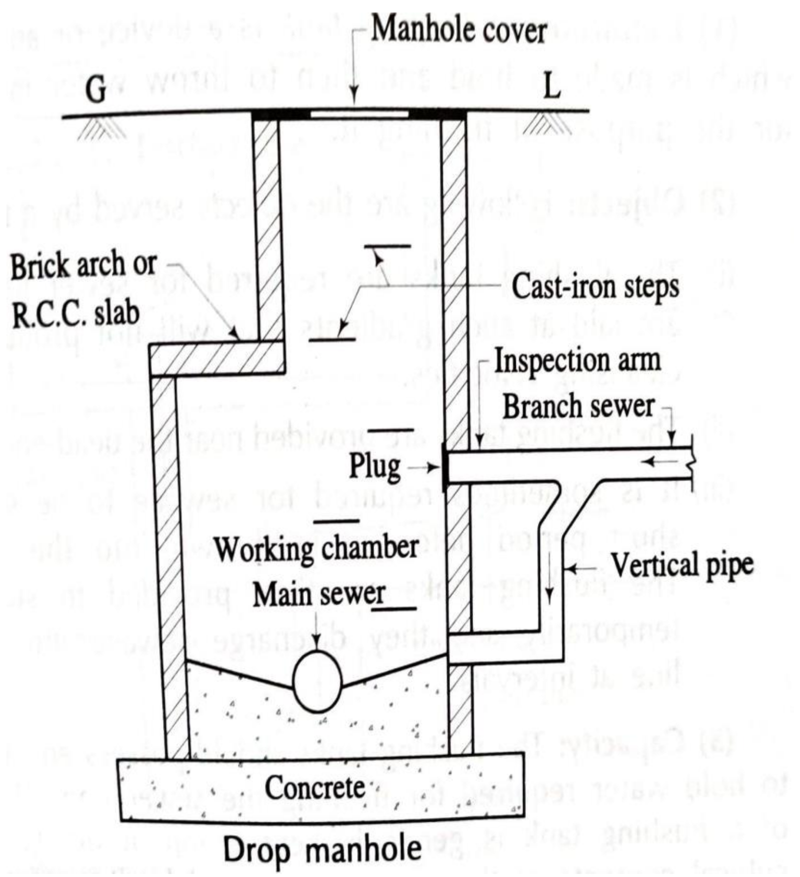


FIGURE 4.30 (स्रोत : रंगवाला लिखित पाणीपुरवठा आणि स्वच्छता अभियांत्रिकी , चरोतर प्रकाशन पृष्ठ क्रमांक 463)

4.4.10 गटार प्रवेशद्वार किंवा रस्त्यावर प्रवेशद्वार(Sewer Inlets or Street Inlets)

व्याख्या: जेव्हा रस्त्यांवरून किंवा रस्त्यांवरून वाहणारे वादळी पाणी तसेच पृष्ठभागावरील पाणी पाईपच्या मदतीने वादळी पाण्याच्या गटारात किंवा एकत्रित गटारात वाहून नेले जाते, तेव्हा त्याला स्ट्रीट इनलेट म्हणतात.

4.4.10.1 स्थान(Location)

1. रस्त्याच्या कडेला सुमारे 30 मीटर आणि 60 मीटर अंतरावर योग्यरित्या सांडपाणी प्रवेशद्वार दिलेले आहेत.
2. पाईपलाईनद्वारे मॅनहोलजवळ योग्यरित्या गटार प्रवेशद्वार प्रदान केले गेले.

FIGURE 4.4.9 मध्ये रस्त्यावरील प्रवेशद्वार किंवा गटार प्रवेशद्वार दाखवले आहेत.

4.4.10.2 योग्यता (Suitability)

घरातील सांडपाणी गोळा करण्यासाठी आणि ते मॅनहोलमध्ये सोडण्यासाठी गटारांचे इनलेट अधिक योग्य असतात. इनलेटचे तीन प्रकार आहेत.

इनलेटचे प्रकार (Types of Inlets)

1. कर्ब इनलेट किंवा व्हर्टिकल इनलेट
2. गटाराचा प्रवेशद्वार
3. कर्ब आणि गटार इनलेट एकत्र करा

1. **कर्ब इनलेट किंवा व्हर्टिकल इनलेट (Curb inlet or vertical inlet) -** जेव्हा पाणी रस्त्याच्या कर्बमधून चेंबरमध्ये प्रवेश करते तेव्हा त्याला कर्ब इनलेट म्हणतात.
2. **गटारातील प्रवेशद्वार (Gutter inlet)-** याला क्षैतिज प्रवेशद्वार असेही म्हणतात ज्यामध्ये वरून पाणी प्रवेश करते.
3. **कर्ब आणि गटार इनलेट एकत्र करा(Combine curb and gutter inlet) -** ज्या इनलेटद्वारे कर्ब आणि वरून पाणी आत जाते त्याला कर्ब आणि गटार इनलेट म्हणतात **.**

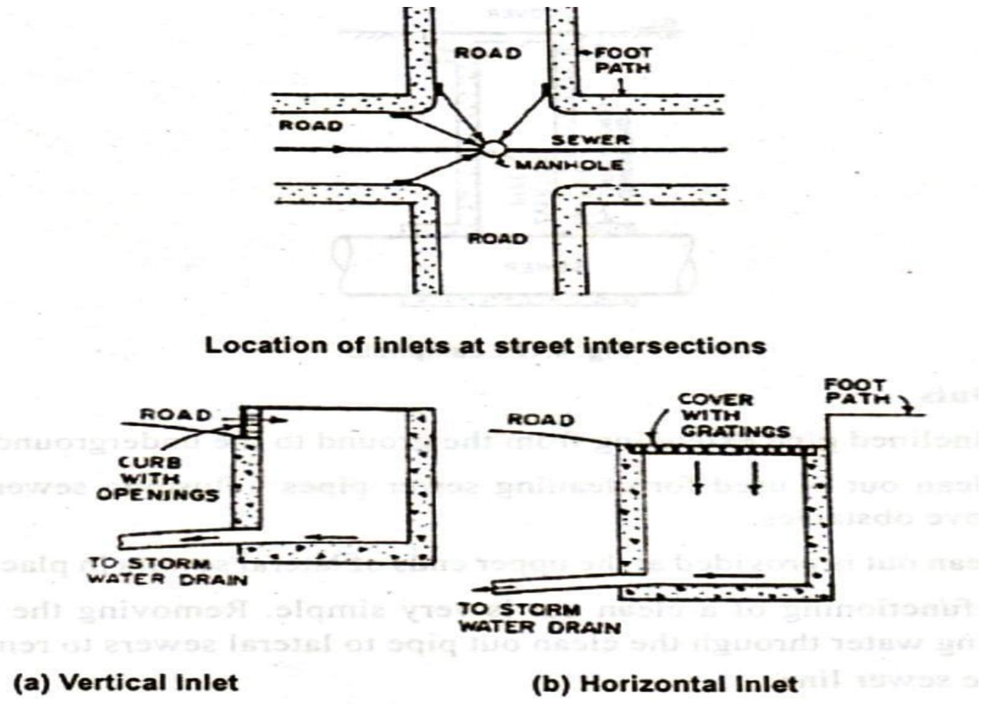


FIGURE. 4.31(स्रोत: https://civil.poriyaan.in/topic/sewer-appurtenances-40216/)

Suggestive Questions

1. Define Self Cleansing Velocity and Non Scouring Velocity.
2. Define Sewage and Sullage.
3. Differentiate between One pipe system and Two pipes System.
4. State Suitability of Two pipe plumbing system and Draw a labeled Sketch of it.
5. Explain Manhole with neat Sketch.

युनिट 5: सांडपाणी प्रक्रिया प्रणाली

(Sewage Treatment System)

विषय निष्पत्ति (CO): सांडपाणी प्रक्रिया लागू करा.

सिद्धांत शिक्षणाचे परिणाम (TLO)

TLO 5.1 एमपीसीबी निकषांच्या संदर्भात सांडपाणी नमुन्याच्या दिलेल्या वैशिष्ट्यांचे मूल्यांकन करा.
TLO 5.2 सिव्हेज ट्रीटमेंट प्लांटच्या विविध युनिट्सच्या कार्याचे वर्णन करा.
TLO 5.3 सेप्टिक टँकच्या त्याच्या कार्यरत तत्त्वासह बांधकामाचे वर्णन करा.
TLO 5.4 सेप्टिक टँकच्या त्याच्या कार्यरत तत्त्वासह बांधकामाचे वर्णन करा.

5.1 सांडपाणीचे विश्लेषण (Analysis of sewage):

- आवश्यक असलेल्या चाचण्यांचे प्रमाण विश्लेषण का केले जात आहे यावर अवलंबून आहे आणि सांडपाणी, सांडपाणी, प्रदूषित पाणी किंवा औद्योगिक कचरा जिथे येते यावर अवलंबून आहे.
- सांडपाणीच्या विश्लेषणाच्या आधारे एखाद्याला सांडपाणीची गुणवत्ता माहित असू शकते.
- वेगवेगळ्या उपचारांच्या सुविधांची रचना आणि बांधणी करण्याची वेळ येते तेव्हा सांडपाणीची गुणवत्ता महत्त्वपूर्ण असते.

5.1.1 सांडपाणीची वैशिष्ट्ये (Characteristics of sewage):

वर्गीकृत सांडपाणीची वैशिष्ट्ये खालीलप्रमाणे आहेत:

1. शारीरिक वैशिष्ट्ये
2. रासायनिक वैशिष्ट्ये
3. जैविक वैशिष्ट्ये

1. शारीरिक वैशिष्ट्ये:

a) तापमान: भारतात, कच्च्या सांडपाणीचे तापमान सामान्यत: स्थान आणि हंगामानुसार 15 ते 35 डिग्री सेल्सिअस पर्यंत असते. सामान्यत: सांडपाणी वापरण्यासाठी पुरवलेल्या पाण्यापेक्षा गरम पाण्याची सोय असते.

b) कचरा पाण्याचा रंग: ताजे कचरा पाणी - हलके तपकिरी राखाडी.
वेळेसह - गडद राखाडी
अधिक वेळ - काळा (सेप्टिक)

c) गंध: गंध जेव्हा सेंद्रिय साहित्य खंडित होतो किंवा सांडपाण्यात मिसळल्या जाणाऱ्या रसायनांमधून सोडल्या जातात अशा वायूंमधून येते.

d) सॉलिड्स: सांडपाणी सुमारे 0.1 टक्के घन पदार्थांचे बनलेले आहे, परंतु या घन पदार्थांना तीन श्रेणींमध्ये विभागले जाऊ शकतात: विरघळलेले सॉलिड्स, निलंबित घन आणि अस्थिर निलंबित सॉलिड्स.

2. रासायनिक वैशिष्ट्ये:

a) नायट्रोजन आणि फॉस्फरसः घरगुती सांडपाणीमध्ये आढळणाऱ्या मुख्य नायट्रोजन संयुगांमध्ये प्रथिने, अमाइन्स, अमीनो ids सिडस् आणि यूरियाचा समावेश आहे. सांडपाणी मधील अमोनिया नायट्रोजन या सेंद्रिय सामग्रीचा नाश करणाऱ्या बॅक्टेरियापासून येते. थोडक्यात, उपचार न केलेल्या सांडपाणी मध्ये पीओ 4 ची एकाग्रता सुमारे 5 ते 10 मिलीग्राम/एल असते.

b) क्लोराईड्स: सांडपाण्यातील क्लोराईड्सचे प्रमाण पाणीपुरवठ्यात आढळणाऱ्या सामान्य क्लोराईडच्या पातळीपेक्षा जास्त असते.

c) पीएच: कच्च्या सांडपाणीची पीएच पातळी सहसा 5.5 ते 8.0 दरम्यान येते. सांडपाण्यावर कसा उपचार केला जातो आणि पर्यावरणावर त्याचा परिणाम कसा होतो यामध्ये ही आंबटपणा किंवा क्षारीयता महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. सजीवांच्या सुरक्षिततेची खात्री करण्यासाठी, सांडपाणीचे पीएच 6 ते 9 दरम्यान ठेवले पाहिजे.

d) वायू: सांडपाणी उपचारात आपल्याला लक्ष देण्याची आवश्यकता असलेल्या मुख्य वायूंमध्ये एन 2, ओ 2, सीओ 2, एच 2 एस, एनएच 3 आणि सीएच 4 आहेत.

3. जैविक वैशिष्ट्ये:

सांडपाणी उपचारात आमचे लक्ष केंद्रित करणारी प्राथमिक सूक्ष्मजीव म्हणजे बॅक्टेरिया, बुरशी, एकपेशीय वनस्पती, प्रोटोझोआ, व्हायरस आणि हानिकारक सूक्ष्मजीवांचे विविध गट.

5.1.2 विरघळलेला ऑक्सिजन/ Dissolved Oxygen (D.O.):

हे त्याच्या आण्विक स्वरूपात पाण्यात असलेल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण दर्शविते, इतर घटकांना बांधील नाही. मासे, इन्व्हर्टेब्रेट्स आणि सूक्ष्मजीव यासारख्या जलीय जीवांच्या श्वसनासाठी हे ऑक्सिजन आवश्यक आहे.

5.1.2.1 विरघळलेल्या ऑक्सिजनचे महत्त्व (Significance of Dissolved Oxygen):

1. जलचर जीवनाचे समर्थन करते: पाण्यात एरोबिक जीव (ज्यांना जगण्यासाठी ऑक्सिजनची आवश्यकता असते) जगण्यासाठी विरघळलेले ऑक्सिजन महत्त्वपूर्ण आहे. मासे आणि इतर जलीय प्राणी श्वसनासाठी त्यावर अवलंबून असतात.
2. पाण्याची गुणवत्ता निर्देशक: विरघळलेल्या ऑक्सिजनची एकाग्रता पाण्याच्या गुणवत्तेचे मुख्य सूचक आहे. निम्न पातळी प्रदूषण किंवा सेंद्रिय पदार्थांची उपस्थिती दर्शवू शकते, जे ऑक्सिजन विघटित करते म्हणून वापरते.
3. इकोसिस्टम हेल्थ: संतुलित इकोसिस्टम राखण्यास डीओची पुरेशी पातळी. जर ऑक्सिजनची पातळी खूपच कमी असेल तर यामुळे "डेड झोन" होऊ शकतात जिथे जलचर जीवन जगू शकत नाही, अन्न साखळीमध्ये व्यत्यय आणते.
4. सांडपाणी उपचार: सांडपाणी प्रक्रिया वनस्पतींमध्ये, प्रदूषकांच्या सूक्ष्मजीव बिघाडास प्रोत्साहित करण्यासाठी ऑक्सिजन बऱ्याचदा जोडला जातो. हे वातावरणात परत येण्यापूर्वी पाण्याचे शुद्धीकरण करण्यात मदत करते.

5.1.3 बायोकेमिकल ऑक्सिजन डिमांड (B.O.D.):

प्रमाणित तापमानात एरोबिक स्थितीत सांडपाण्यात सेंद्रिय पदार्थांचे (किंवा बायो डिग्रेडेबल मॅटर) जैविक विघटन करण्यासाठी सूक्ष्मजीवांना आवश्यक असलेल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण बायो केमिकल ऑक्सिजन मागणी किंवा B.O.D. म्हणून ओळखले जाते.

5.1.3.1 B.O.D. चे महत्त्व:

1. B.O.D. मुख्य चाचणी आहे, जी कचऱ्याच्या कोणत्याही नमुना आणि सामर्थ्याच्या बायोडिग्रेडेबिलिटीची कल्पना देते.
2. B.O.D. विशिष्ट युनिट्सचे आकार निश्चित करण्यासाठी विशेषत: ट्रायलिंग फिल्टर्स आणि सक्रिय गाळ प्रक्रिया निश्चित करण्यासाठी उपचार संयंत्रातील डिझाइनमधील एक महत्त्वपूर्ण पॅरामीटर आहे.
3. B.O.D. उपचारांचा प्रकार स्वीकारण्यासाठी उपयुक्त आहे.
4. B.O.D. अभ्यासात प्रवाहांची स्वत: ची शुद्धता क्षमता मोजण्यासाठी वापरली जाते आणि डिस्चार्ज केलेल्या सांडपाण्यांच्या गुणवत्तेवर नियामक अधिका authorities ्यांना तपासणीचे साधन म्हणून काम करते.
5. B.O.D. पासून. प्रभावशाली आणि सांडपाणी सोडल्या गेलेल्या, उपचार संयंत्रातील कार्यक्षमतेचा न्याय केला जाऊ शकतो.

(स्रोत: MSBTE WINTER -2019 EXAMINATION मॉडल उत्तर, विषय कोड: 17503)

5.1.4 केमिकल ऑक्सिजन डिमांड (C.O.D.):

आम्लयुक्त परिस्थितीत मजबूत ऑक्सिडायझिंग एजंटद्वारे ऑक्सिडाइझ करण्यासाठी आवश्यक ऑक्सिजनचे प्रमाण म्हणून हे परिभाषित केले जाते.

5.1.4.1 C.O.D. चे महत्त्व:

1. सेंद्रिय पदार्थांची सामग्री मोजण्यासाठी, बायोडिग्रेडेबल तसेच बायो-डिग्रेडेबल मॅटर C.O.D. चाचणी घेतली जाते.
2. C.O.D. जैविक जीवनात व्यत्यय आणण्याची शक्यता असलेल्या विषारी कंपाऊंडमध्ये औद्योगिक कचऱ्यामध्ये उपस्थित सेंद्रिय पदार्थ मोजण्यासाठी चाचणी केली जाऊ शकते.

Table 5.1. बी.ओ.डी. आणि सी.ओ.डी. मधील फरक:

अनुक्रमांक	B.O.D.	C.O.D.
1	एरोबिक स्थितीत जैविक डीग्रेडेबल पदार्थाच्या विघटनासाठी आवश्यक ऑक्सिजनचे प्रमाण बायोकेमिकल ऑक्सिजन मागणी किंवा बी.ओ.डी. म्हणतात.	अम्लीय स्थितीत जैविक निकृष्ट आणि अजैविक पदार्थांच्या विघटनासाठी आवश्यक असलेल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण रासायनिक ऑक्सिजन डिमांड किंवा सी.ओ.डी. म्हणतात.
2	ही चाचणी 20^{O}C च्या प्रमाणित तापमानात घेतली जाते.	कोणतेही प्रमाणित तापमान आवश्यक नाही.
3	या चाचणीसाठी 5 दिवसांची आवश्यकता आहे.	या चाचणीसाठी 3 ते 5 तासांची आवश्यकता आहे.
4	ऑक्सिडायझिंग एजंटची आवश्यकता नाही.	मजबूत ऑक्सिडायझिंग एजंट आवश्यक आहे.
5	बी.ओ.डी. सामान्यत: सी.ओ.डी. पेक्षा कमी असते.	सी.ओ.डी. बी.ओ.डी. पेक्षा नेहमीच जास्त असते.
6	उच्च बी.ओ.डी. म्हणजे उच्च सेंद्रिय पदार्थ.	उच्च सी.ओ.डी. म्हणजे उच्च प्रदूषण.
7	तापमानामुळे त्याचा परिणाम होतो.	तापमानामुळे त्याचा परिणाम होत नाही.
8	चाचणीसाठी आवश्यक उपकरण - इनक्यूबेटर, बी.ओ.डी. बाटली, टायट्रेशन युनिट	चाचणीसाठी आवश्यक उपकरण - रिफ्लक्स उपकरण, बी.ओ.डी. बाटली, हॉट प्लेट, टायट्रेशन युनिट

5.1.5 एरोबिक आणि अनॅरोबिक प्रक्रिया (Aerobic and anaerobic process):

5.1.5.1 एरोबिक प्रक्रिया: ऑक्सिजनच्या उपस्थितीत विघटन सेंद्रिय पदार्थ नंतर एरोबिक प्रक्रिया म्हणून ओळखले जाते. एरोबिक प्रक्रिया बॅक्टेरियांद्वारे केली जाते जर पुरेसा ऑक्सिजन अस्तित्वात नसेल तर सांडपाणी वायुवीजन होते.

1.1.5.2 अनरोबिक प्रक्रिया:- ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत विघटन सेंद्रिय पदार्थ नंतर अनारोबिक प्रक्रिया म्हणून ओळखले जाते. या प्रक्रियेमध्ये अवस्थेत पहिल्या टप्प्यातील आम्ल तयार होण्यात गुंतलेले आहेत आणि दुसऱ्या टप्प्यात आम्ल अंतिम उत्पादनांमध्ये रूपांतरित केले जातात.

5.2 एरोबिक आणि अनॅरोबिक प्रक्रियेतील फरक:

अ.क्र.	गुण	एरोबिक प्रक्रिया	अनॅरोबिक प्रक्रिया
1	प्रक्रिया	ऑक्सिजनच्या उपस्थितीत.	ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत.
2	सहभागी जीव	एरोबिक बॅक्टेरिया.	अनॅरोबिक बॅक्टेरिया.
3	बॅक्टेरियाच्या चयापचयसाठी ऑक्सिजन स्त्रोत	विसर्जित ऑक्सिजन सुरुवातीला उपस्थित किंवा कचऱ्यास काही प्रकारे पुरवलेले.	नायट्रेट्स, सल्फेट्स, CO_2, सेंद्रिय संयुगे इ. सारख्या रासायनिकदृष्ट्या बांधलेले ऑक्सिजन इ.
4	शेवटचे उत्पादन	CO_2, H_2O	CH_4, CO_2, H_2S, इ.
5	आर्थिक उत्पादन	मिथेन गॅस पुनर्प्राप्ती नाही.	या प्रक्रियेमध्ये मिथेन गॅस तयार होते.
6	शेवटच्या उत्पादनांमुळे उपद्रव	अपूर्ण.	आक्षेपार्ह
7	प्रक्रियेची लागूता	मध्यम कचरा.	मजबूत सेंद्रिय कचरा.
8	प्रभावीता प्रक्रिया	शेवटच्या उत्पादनास काही उपचारांची आवश्यकता असते.	चांगले स्थिर अंतिम उत्पादन.

5.3 उपचारित सांडपाणी डिस्चार्जसाठी महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळाचे निकष (Maharashtra Pollution Control Board Norms for the discharge of treated sewage):

उपचारित सांडपाणी सोडण्यासाठी एमपीसीबीचे निकष खालीलप्रमाणे आहेत:

Characteristics of the effluent	Tolerance limit for sewage effluent s discharged into inland surface water	Tolerance limits for industrial effluents discharged into		Tolerance limits for Inland surface water, when used as raw for public water for supplies and bathing ghats
		Inland surface water	Public sewers	
BOD	20	30	500	3
COD	-	250	-	-
pH	-	5.5-9.0	5.5-9.0	6.0-9.0
Total Suspended Solids	30	100	600	-
Temperature °c	-	40	45	
Oil and Grease	-	10	100	0.1

Phenolic compounds	-	1.0	5	0.005
Cyanides,mg/l	-	0.2	2.0	0.01
Sulphides ,mg/l	-	2.0	-	
Fluorides,mg/l	-	2.0	-	1.5
Total residual chlorine,mg/l	-	1.0	-	
Insecticides ,mg/l	-	0	-	0
Arsenic	-	0.2	-	0.2
Cadmium ,mg/l	-	2.0	-	-
Chromium ,mg/l	-	0.1	2.0	0.05
Sulphates, mg/l	-	-		1000
Copper,mg/l	-	3.0	3.0	-
lead,mg/l	-	0.1	1.0	0.1
Mercury,mg/l	-	0.01	-	-
Nickel,mg/l	-	3.0	2	-
Zinc,mg/l	-	5.0	15.0	-
Chlorides ,mg/l	-	-	600	600

5.1.7 सांडपाणी उपचारांची उद्दीष्टे (Purposes of sewage treatment):

1. सांडपाणी मध्ये सेंद्रिय सामग्रीचे प्रमाण कमी करण्यासाठी.
2. वाळू आणि ग्रिट सारख्या अजैविक सामग्री दूर करण्यासाठी.
3. जलीय जीवनास हानी पोहोचवू शकणारे हानिकारक पदार्थ काढून टाकण्यासाठी.
4. रोगास कारणीभूत जीव नष्ट करण्यासाठी.
5. जलजन्य आजारांचा प्रसार थांबविण्यासाठी.
6. जैविक विघटन करून सॉलिड्सला स्थिर उत्पादनांमध्ये रूपांतरित करणे.
7. उपद्रवी आणि आक्षेपार्ह गंध टाळण्यासाठी.
8. प्रदूषणमुक्त वातावरण तयार करण्यासाठी.

5.2सांडपाणी उपचार (Treatment of Sewage):

सांडपाणी उपचार प्रकल्प सामान्यत: उपचार प्रक्रियेतील अनेक प्रमुख चरणांचे अनुसरण करतो.

1. प्राथमिक उपचार - स्क्रीनिंग आणि ग्रिट काढून टाकणे समाविष्ट आहे.
2. प्राथमिक उपचार - मोठ्या घन कणांना दूर करण्यासाठी गाळाचा वापर करते.
3. दुय्यम उपचार - सेंद्रिय सामग्री तोडण्यासाठी बॅक्टेरियासह जैविक प्रक्रिया गुंतवते.
4. तृतीय उपचार - पाण्याचे शुद्धता वाढविण्यासाठी प्रगत गाळण्याची प्रक्रिया आणि निर्जंतुकीकरण पद्धती समाविष्ट करतात.

5. गाळ उपचार - जाड होणे, पचन, पाण्याचे पाणी आणि अंतिम विल्हेवाट लावणे किंवा गाळ पुन्हा उभारणे यांचा समावेश आहे.

5.2.1 सांडपाणी उपचार संयंत्रातील फ्लो डायग्राम (Flow diagram of sewage treatment plant):

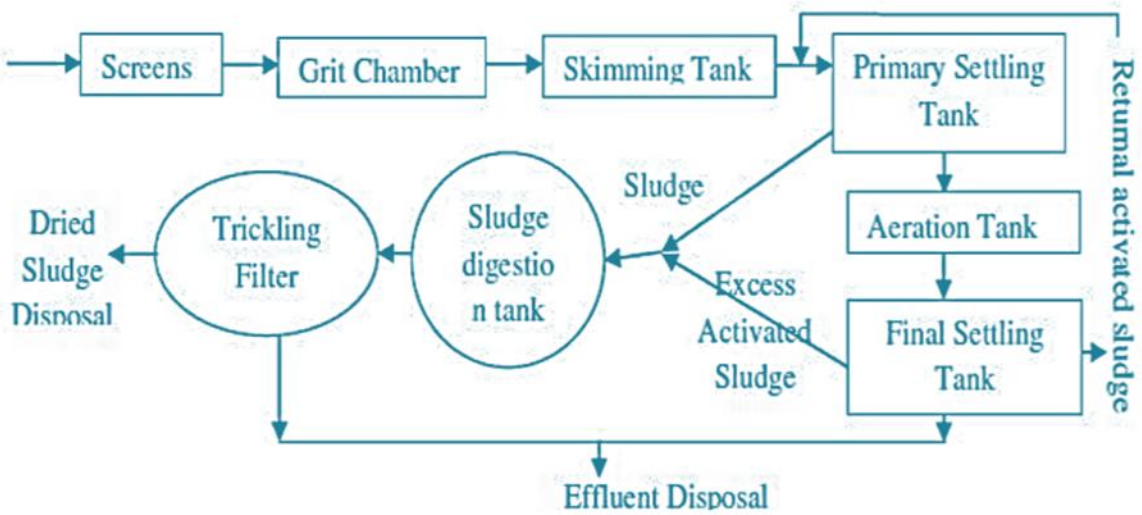


Figure 5.1 सांडपाणी उपचार संयंत्रातील FIGURE लेआउट

5.2.2 स्क्रीनिंग (screening):

ऑपरेशनल कार्यक्षमतेस चालना देणारी ट्रीटमेंट प्लांट युनिट्सचे रक्षण करण्यात पडदे महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. ते येणाया पाण्यापासून मोठ्या फ्लोटिंग किंवा निलंबित घन पदार्थांचे फिल्टर करतात. याचा अर्थ असा आहे की पाने, कागद, डहाळ्या आणि इतर मोडतोड यासारख्या वस्तू उपकरणे किंवा वनस्पती स्वतःला कोणतीही हानी टाळण्यासाठी बाहेर काढल्या जातात. मुख्यतः दोन प्रकारचे पडदे आहेत.

1. कोर्स स्क्रीन (Coarse screen): कोर्स स्क्रीन किंवा रॅक, सांडपाणी चॅनेलमध्ये समान रीतीने अंतरावर असलेल्या उभ्या किंवा तिरकस बारसह बार स्क्रीन असतात. बार स्क्रीनमध्ये मोठ्या ओपनिंग्ज आहेत (75 ते 150 मिमी).

FIGURE -5.1: कोर्स स्क्रीन
(Source: https://aosts.com/types-wastewater-screening/)

2. फाईन स्क्रीन (Fine screen) ही अशी उपकरणे आहेत जी यांत्रिक पद्धतीने स्वच्छ केली जातात आणि त्यामध्ये छिद्रित प्लेट्स, विणलेले वायर कापड किंवा 20 मिमी पेक्षा लहान छिद्रे असलेले घट्ट अंतर असलेले बार वापरतात. सांडपाणी प्रक्रिया करण्यासाठी ते सहसा चांगले पर्याय नसतात कारण ते सहजपणे अडकू शकतात.

FIGURE 5.2: फाईन स्क्रीन
(Source: https://wateroperator.org/blog/screens-an-important-first-step-in-a-wastewater-treatment-plant)

5.2.3 ग्रिट रिमूव्हल (ग्रिट चेंबर) Grit removal (Grit Chamber):

उपकरणांचे नुकसान टाळण्यासाठी वाळू, रेव आणि इतर जड कण एका ग्रिट चेंबरमध्ये स्थायिक केले जातात.

- **ग्रिट चेंबरचा हेतू:**

1. घर्षण आणि इतर असामान्य नुकसानीमुळे परिधान आणि अश्रू पासून सेफगार्ड मूव्हिंग मशीनरी.
2. पाइपलाइन, चॅनेल आणि नाल्यांमध्ये जड ठेवी तयार करणे कमी करा.
3. डायजेस्टरची वारंवारता कमी करा.
4. सांडपाणी पासून ग्रिट काढण्यासाठी.
5. त्यानंतरच्या उपचारांचा भार कमी करण्यासाठी.

- **ग्रिट चेंबर स्थान:**

ग्रिट चेंबर सामान्यत: पंपच्या आधी आढळतात आणि जर ते यांत्रिकरित्या स्वच्छ केले गेले तर त्यांच्याकडे त्यांच्याकडे कोर्स बार रॅक स्क्रीन असावी.

5.2.4 स्किमिंग (Skimming):

तेल, ग्रीस आणि सांडपाण्याच्या पृष्ठभागावरील चरबी यासारख्या फ्लोटिंग पदार्थांना काढून टाकण्याच्या प्रक्रियेमध्ये "स्किमर" म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या विशिष्ट उपकरणाचा वापर केला जातो. हे डिव्हाइस पृष्ठभागावर या फिकट सामग्रीचे चढणे सुलभ करून कार्य करते, जिथे ते गोळा केले जाऊ शकतात, ज्यामुळे त्यानंतरच्या उपचार प्रक्रियेत कोणताही व्यत्यय रोखला जातो.

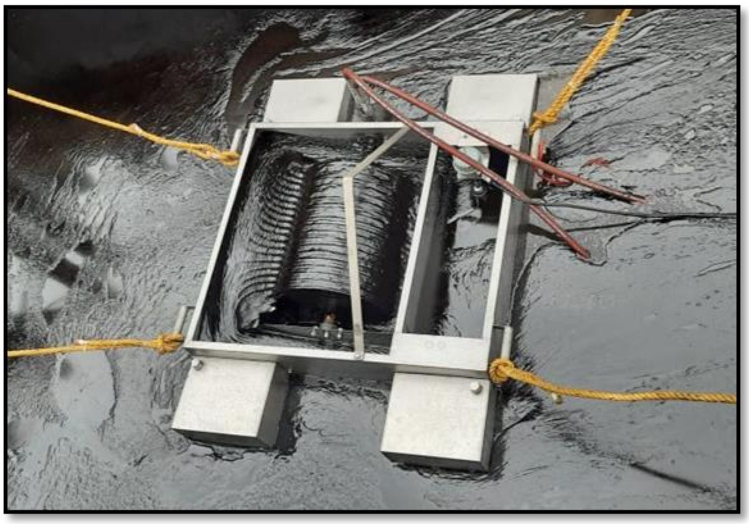


FIGURE -5.3: स्किमर

(**Source: https://wateroperator.org/blog/screens-an-important-first-step-in-a-wastewater-treatment-plant)**

5.2.5 सांडपाण्याचा गाळ (Sedimentation of sewage):

सांडपाण्याचा गाळ, या प्रक्रियेस सूचित करते जेथे गुरुत्वाकर्षणामुळे सांडपाणी मधील घन कण टाकी किंवा बेसिनच्या तळाशी स्थिर होते.

5.2.5.1 गाळाची प्रक्रिया:

1. सांडपाणीचा प्रवाह: कच्चे सांडपाणी (पाणी, सेंद्रिय साहित्य, घन आणि इतर दूषित पदार्थ असलेले) गाळाच्या टाकी किंवा बेसिनमध्ये प्रवेश करते.
2. गुरुत्वाकर्षण सेटलिंग: सांडपाणी हळूहळू टाकीमधून वाहत असताना, घाण, वाळू आणि इतर मोडतोड यासह घन कण, गुरुत्वाकर्षणामुळे टाकीच्या तळाशी स्थायिक होऊ लागतात.
3. गाळ निर्मिती: स्थिरतेचे घन कण टाकीच्या तळाशी गाळाचा एक थर बनवतात.
4. स्पष्ट सांडपाणी: स्पष्ट, कमी-प्रदूषित पाणी, आता बहुतेक घन पदार्थांपासून विभक्त, टाकीच्या वरच्या बाजूस वाहते आणि सामान्यत: उपचारांच्या पुढील टप्प्यावर पाठविले जाते (दुय्यम उपचारांप्रमाणे, ज्यात जैविक प्रक्रियेचा समावेश असू शकतो).

5.2.5.2 गाळाचे प्रकार:

1. प्राथमिक गाळ: उपचार प्रक्रियेची ही पहिली पायरी आहे, मोठ्या प्रमाणात घन पदार्थ काढून टाकण्यावर लक्ष केंद्रित करते.
2. दुय्यम गाळ: हे जैविक उपचारानंतर उद्भवते (जसे की सक्रिय गाळ प्रक्रिया), जेथे उर्वरित निलंबित कण आणि जैविक फ्लॉक्स स्थिर होतात.

5.2.6 गाळ पचन (Sludge digestion):

गाळ पचन म्हणजे एक जैविक प्रक्रियेचा संदर्भ देते जी स्थिर संयुगांमध्ये सेंद्रिय घनतेचे विघटन सुलभ करते. ही प्रक्रिया केवळ सॉलिड्सची एकूण वस्तुमान कमी करते तर रोगजनकांनाही काढून टाकते, ज्यामुळे गाळ नंतरच्या पाण्याचे पाणी किंवा कोरडे होते.

गाळ पचन दोन्ही प्रकारे केले जाऊ शकते

1. अनॅरोबिक पचन
2. एरोबिक पचन

1. अनॅरोबिक पचन (Anaerobic Digestion):

हे सामान्यत: गाळ पचनाची प्रक्रिया वापरली जाते. अनरोबिक पचनाचे मुख्य कार्य म्हणजे बहुतेक गाळ द्रव आणि वायूंमध्ये रूपांतरित करणे आणि मुक्त ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत फारच कमी अवशिष्ट बायोमास तयार करणे.

वायू सुटल्यामुळे आणि लिक्विफिकेशनमुळे गाळचे प्रमाण 60-75% कमी होते. आम्ल तयार करणारे बॅक्टेरिया जटिल सेंद्रिय पदार्थांना साध्या सेंद्रिय सिडमध्ये रूपांतरित करतात. दुसऱ्या टप्प्यात, मिथेन तयार करणारे बॅक्टेरिया ids सिडस्ला मिथेनमध्ये रूपांतरित करते.

$$4H_2 + CO_2 = CH_4 \uparrow + 2H_2O$$

शेवटच्या उत्पादनात 65-70% मिथेन आणि 25-30% सीओ 2 आणि इतर वायूंचा शोध घेण्याचा समावेश आहे. ठोस धारणा वेळ 30-90 दिवस आहे. प्रक्रिया गंध, रोगजनक आणि वस्तुमान कपात कमी करते.

2.एरोबिक पचन (Aerobic Digestion):

ही प्रक्रिया मूलत: वायुवीजन प्रक्रियेची सुरूवात आहे, दुय्यम स्पष्टीकरण आणि गाळ जाडसरमध्ये जाड होणे कमी होते. ही प्रक्रिया एक अंतर्जात श्वसन प्रक्रिया आहे ज्यात जीवना त्यांच्या स्वत: च्या प्रोटोप्लाझम चयापचय करण्यास भाग पाडले जाते. या प्रक्रियेसाठी उर्जा आवश्यक आहे आणि पचलेली गाळ जड आहे. शेवटची उत्पादने CO_2, पाणी आणि जड घन आहेत. धारणा वेळ-15-20 दिवस.

5.2.6.1 गाळ पचन टाकी/ स्लज डायजेशन टँक (Sludge digestion Tank):

गाळ पचन टाकी ही एक दंडगोलाकार रचना आहे जी प्रबलित सिमेंट कॉंक्रिट (आरसीसी) किंवा स्टीलची बनलेली आहे, ज्यामध्ये हॉपर-आकाराच्या तळाशी वैशिष्ट्यीकृत आणि एकतर निश्चित किंवा फ्लोटिंग छतासह सुसज्ज आहे. टाकीमधील गाळ पचन प्रक्रिया 5.2.6 मध्ये आधीच स्पष्ट केले आहे.

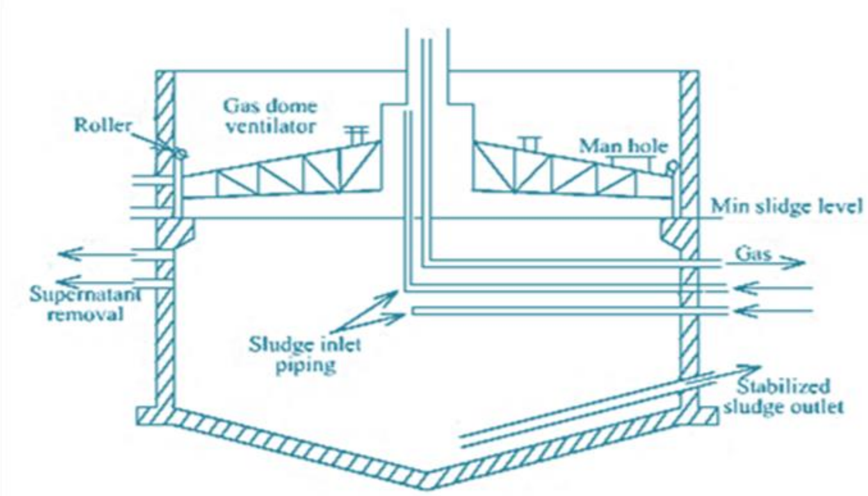


FIGURE 5.4: अनॅरोबिक गाळ डायजेस्टर

(Source: https://archive.nptel.ac.in/content/storage2/courses/105104102/Lecture.)

5.2.7 ट्रिकलिंग फिल्टर्स (Trickling filters):

ट्रिकलिंग फिल्टरमध्ये आरसीसी आयताकृती किंवा परिपत्रक टाकी असते ज्यात फिल्टर मीडिया (दगड किंवा तुटलेली विटा सामग्री) आणि ड्रेनेज सिस्टम अंतर्गत सांडपाणी गोळा करण्यासाठी. रिव्हॉल्व्हिंग डिस्ट्रिब्युटरचे चार हात.

सांडपाणी वितरित केले जाते किंवा वितरण शस्त्रांद्वारे फवारणी केली जाते ज्याद्वारे ते नाल्यांकडे वळते. फिल्टर मीडियामधून सांडपाणी जसजसे आहे, तसतसे दोन आठवड्यांत मीडिया पृष्ठभागाच्या आसपास एरोबिक बॅक्टेरियांचा एक जैविक स्लिम लेयर फिल्टर वापरण्यास तयार होतो. सांडपाणी मधील सेंद्रिय पदार्थ स्लीम लेयरमध्ये बॅक्टेरियाद्वारे शोषले जाते. हे 80% कोलोइडल मॅटर काढून टाकते, बी.ओ.डी. 75% पर्यंत. हे अत्यधिक नायट्रिफाइड आणि स्थिर सांडपाणी आणि कार्यरत लवचिकता देते.

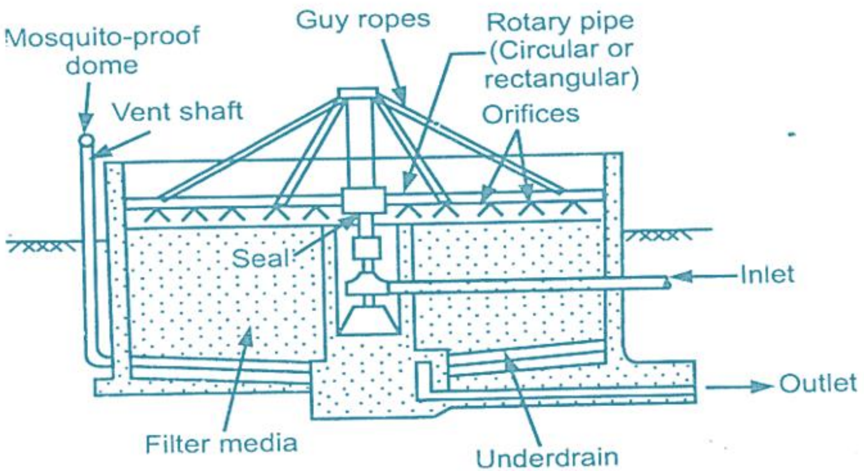


FIGURE -5.5: ट्रिकलिंग फिल्टर्स

(Source: MSBTE Model Answer Key Winter-2016 Examination, Subject code: 17503)

5.2.8 सक्रिय गाळ प्रक्रिया/ ॲक्टिवेटेड स्लज प्रोसेस (Activated sludge process):

सक्रिय गाळ प्रक्रिया खालीलप्रमाणे आहे:

1. प्राथमिक सेटलमेंट टँकमधील कच्चे सांडपाणी (डी.टी. 1 ते 1.5 तास) वायुवीजन टाकीमध्ये प्रवेश करा
2. कच्चे सांडपाणी वायुवीजन टाकीमध्ये सक्रिय गाळ (रिटर्न गाळ) च्या 20% ते 30% मिसळले जाते, मिश्रण मिश्रण मद्य म्हणून ओळखले जाते.
3. मिश्रण मद्यपान सुमारे 4 ते 8 तासांपर्यंत टाकीमध्ये वायुवीजन आणि चिडले आहे. सूक्ष्मजीव ऑक्सिजनच्या विपुल प्रमाणात उपस्थितीत सेंद्रिय पदार्थांचे ऑक्सिडाइझ करते.
4. सांडपाणी दुय्यम सेटलिंग टँकमध्ये स्थायिक होण्यास परवानगी आहे. या सेटलमेंट गाळात वायुवीजन झाला आहे आणि त्यात सक्रिय सूक्ष्मजीव आहे, म्हणून या सक्रिय गाळाचा काही भाग कच्च्या सांडपाण्यावर बियाणे करण्यासाठी वायुवीजन टाकीमध्ये पुन्हा फिरविला जातो. जास्त प्रमाणात गाळ उपचार केला जातो आणि विल्हेवाट लावला जातो.
5. SST मधील सांडपाणी विल्हेवाट लावली जाते. PST ला पाठवण्यापूर्वी कच्च्या सांडपाणीमध्ये सांडपाणीचा एक भाग मिसळला जातो.

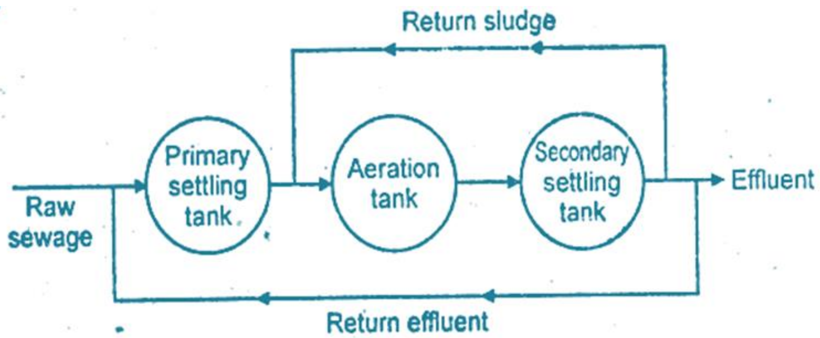


FIGURE -5.6: सक्रिय गाळ प्रक्रिया

(Source: MSBTE Model Answer Key Summer-2017 Examination, Subject code: 17503)

5.2.9 सांडपाणी विल्हेवाट/ डिस्पोझल ऑफ सिव्हेज (Disposal of sewage):

सांडपाणी शिळा झाल्यामुळे उपद्रव होऊ लागतो. म्हणून सांडपाणी उपचारांशिवाय किंवा योग्य उपचारानंतर विल्हेवाट लावण्याची आवश्यकता आहे. शेवटी सांडपाणी नैसर्गिक पाण्याच्या कोर्समध्ये किंवा जमिनीवर विल्हेवाट लावली जाते.

गाळ विल्हेवाट लावण्याच्या पद्धती खालीलप्रमाणे आहेत:

1. **कोरडे बेड (Drying Bed):** गाळ सात दिवस कोरडे बेडवर 30 सेमी जाडीपर्यंत पसरला जातो, त्यानंतर खाणा म्हणून साठा म्हणून तो खत म्हणून साठविला जाऊ शकतो.
2. **अनिश्चित जमीन (Uncultivated Land):** गाळ दर सात महिन्यांनी अनियंत्रित जमिनीवर वितरित केला जातो आणि मातीची सुपीकता वाढविण्यासाठी लागवड करते.
3. **खंदक (Trenches):** गाळ खंदकांमध्ये ठेवला जातो, वांझ जमिनीत खोदलेल्या, सुमारे एका महिन्याच्या अंतराने लंबवत उत्खनन केले जाते.
4. **खोल समुद्राचा स्त्राव (Deep Sea Discharge):** जर गाळचा व्यावहारिक उपयोग झाला नाही तर तो किनाऱ्यापासून दूर खोल समुद्रात सोडला जाऊ शकतो.
5. **ज्वलन (Incineration):** गाळ फ्लॅश किंवा एकाधिक चतुर्थ प्रकारात जाळ्यात जाळला जातो, परिणामी राख लँडफिल म्हणून वापरला जातो.
6. **लगूनिंग (Lagooning):** एक कृत्रिम लगून, सुमारे एक मीटर खोल, ओले गाळने भरलेले आहे आणि कित्येक महिने कोरडे आहे, ज्यानंतर वाळलेल्या गाळ काढला जाऊ शकतो आणि खत म्हणून वापरला जाऊ शकतो. जमीन उपलब्ध असताना ही पद्धत कमी प्रभावी आहे.

5.2.10 ऑक्सिडेशन तलाव (Oxidation pond):

1. हे कमी किंमतीचे, साधे आणि कृत्रिम तलाव आहे, 1-2 मीटर खोल जेथे बीओडीचे समाधान करण्यासाठी पुरेसा वेळ सांडपाणी टॅक्सी कायम ठेवली जाते.
2. उथळ वनस्पतींमध्ये, एकपेशीय वनस्पती एरोबिक परिस्थितीत प्रकाशसंश्लेषणाच्या प्रक्रियेद्वारे अतिरिक्त ऑक्सिजन पुरवतात.
3. जर खोली 3-5 मीटर असेल तर विघटन कमी खोलीवर अनॅरोबिक स्थितीत होते.
4. एरोबिक बॅक्टेरिया ऑक्सिजनचा वापर करतात आणि सेंद्रिय पदार्थांना स्थिर कंपाऊंडमध्ये रूपांतरित करतात. एकपेशीय वनस्पती CO_2 वापरतो आणि सांडपाणी मध्ये ऑक्सिजन मुक्त करतो.
5. एकत्रित क्रियेस बॅक्टेरिया अल्गल सिम्बिओसिस म्हणतात.
6. फॅकलटिव्ह तलावांमध्ये, वरच्या थरांमध्ये एरोबिक रचनांच्या अंतर्गत असतात आणि खालच्या थरांना अनरोबिक परिस्थितीत असते. मध्यभागी, एकपेशीय वनस्पती वरच्या थरांमध्ये ऑक्सिजन सोडू शकते. सेटलमेंट सेंद्रिय लोड मिथेनपासून, अमोनिया, सीओ 2 ईटीसी सोडले जाऊ शकते.
7. गाळ, ऑक्सिडेशन, पचन प्रकाश संश्लेषण, गॅस एक्सचेंज, बाष्पीभवन आणि सीपेज यासारख्या विविध प्रक्रिया ऑक्सिडेशन तलावामध्ये होते.

8. ऑक्सिडेशन तलावांमध्ये परस्पर गाळ उपचार करण्यासाठी परस्पर वापरले जातात.

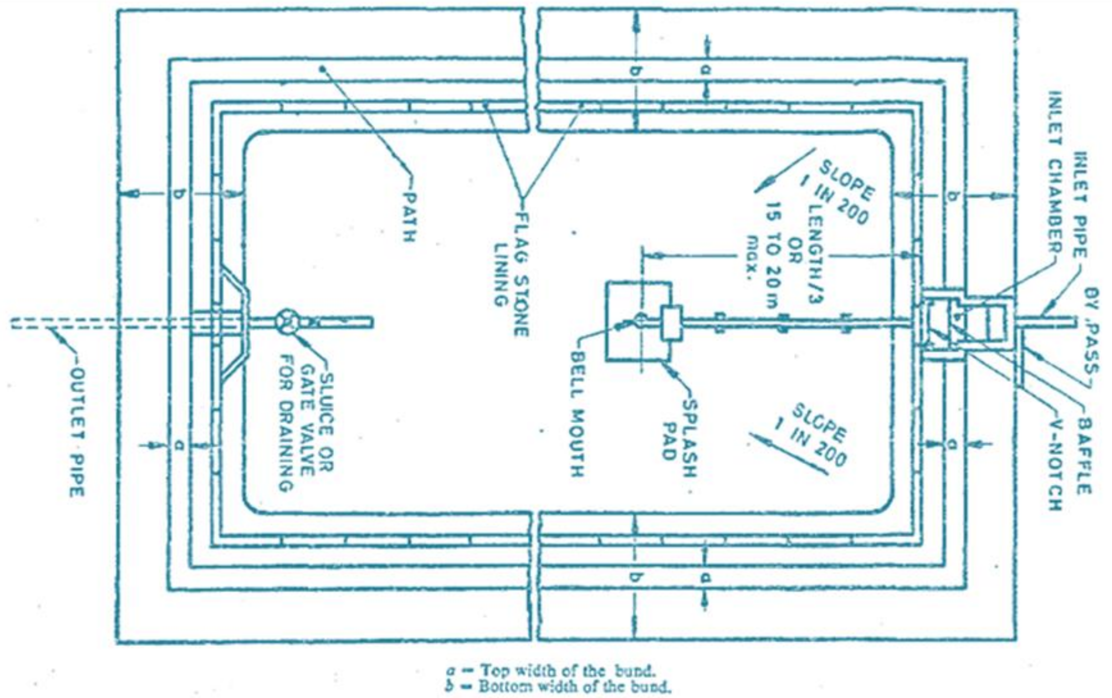


FIGURE -5.7: ऑक्सिडेशन तलाव

(Source: MSBTE Model Answer Key Winter-2015 Examination, Subject code: 17503)

5.2.11 ऑक्सिडेशन डिच (Oxidation ditch):

1. ऑक्सिडेशन डिच लांब चॅनेल 150 ते 1000 मीटर लांबीच्या, 1 ते 5 मीटर रुंद आणि 1 ते 1.5 मीटर खोलच्या आकारात वायुवीजन युनिट्स आहेत.
2. हे वायुवीजन सिलेंडर्स साधारणत: 12 ते 15 तासांच्या जवळपास 75 आर.पी.एम अटकेच्या कालावधीत फिरवले जातात.
3. सांडपाणी लोडिंग बी.ओ.डी. च्या 0.8 ते 2.5 m^3/kg असू शकते.
4. वायुवीजनानंतर सांडपाणी सेटलमेंट टँकमध्ये स्थायिक होण्यास परवानगी आहे. सक्रिय गाळ परत वायुवीजन युनिट्सकडे परत आला.
5. अर्थव्यवस्थेच्या उद्देशाने कधीकधी वायुवीजन युनिट्स सेटलिंग युनिट्स म्हणून देखील काम करतात.
6. रोटर्स 2 तास थांबविले जातात आणि निलंबित सॉलिड्स पलंगावर स्थिर होते, सांडपाणी बाहेर काढली जाते.

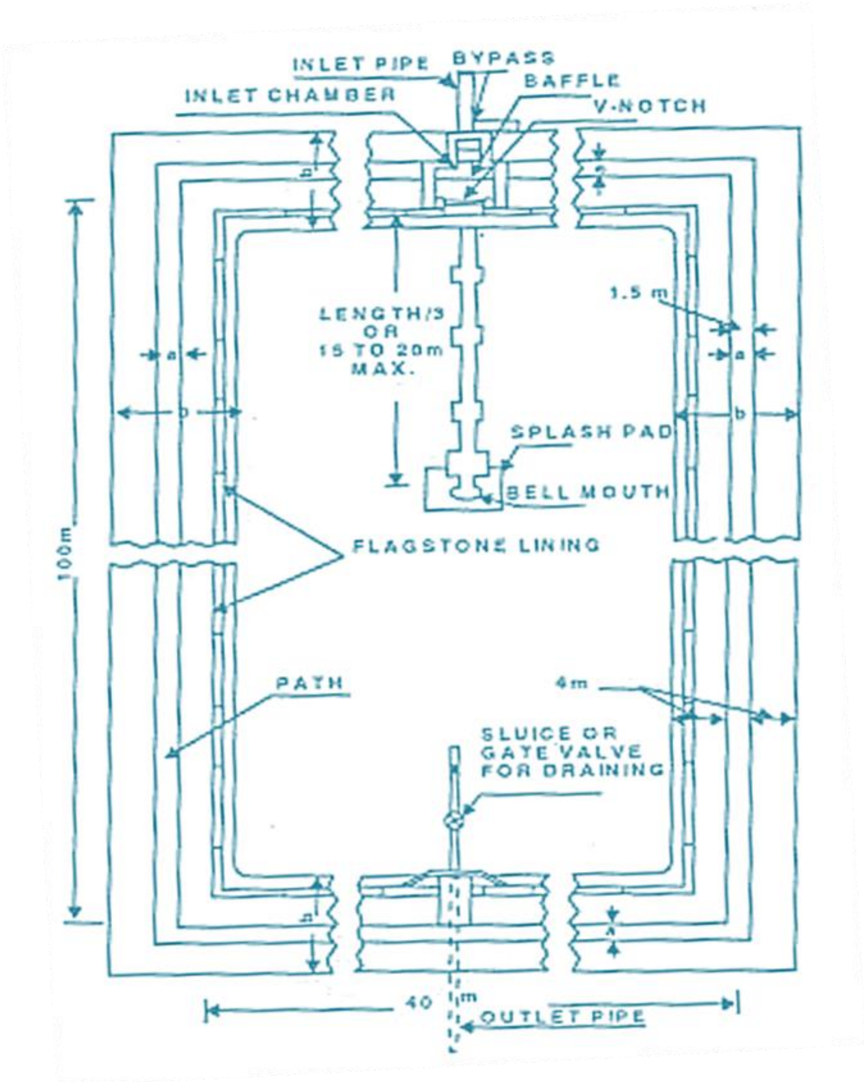


FIGURE -5.8: ऑक्सिडेशन डिच

(Source: MSBTE Model Answer Key Winter-2014 Examination, Subject code: 17503)

5.2.12 ऑक्सिडेशन तलाव आणि ऑक्सिडेशन डिच फरक:

अनुक्रमांक	ऑक्सिडेशन तलाव	ऑक्सिडेशन डिच
1	यात सुमारे 1 मीटर खोलीचा उथळ तलाव असतो.	यात एक लांब सतत चॅनेल असते जे सहसा योजनेत अंडाकृती असते.
2	सांडपाणी बॅक्टेरिया आणि अल्जेयाच्या मदतीने उपचार केले जाते.	सांडपाणी सक्रिय गाळ प्रक्रियेद्वारे उपचार केले जाते.
3	अधिक जमीन आवश्यक आहे.	आवश्यक जमीन कमी आहे.
4	अटकेची वेळ 10 ते 15 दिवस आहे.	अटकेची वेळ 12 ते 15 तास आहे.

5.3 सेप्टिक टँक आणि सोक पीट (Septic tank and soak pit):

5.3.1 सेप्टिक टँक:

5.3.1.1 तत्त्व (Principle):

सेप्टिक टँक सांडपाणी आणि गाळाच्या पचनाच्या तत्त्वावर आधारित आहे. या टाकीमध्ये काही कालावधीसाठी सांडपाणी ताब्यात घेण्यात आली आहे. या अटकेच्या कालावधीत, सांडपाणी अनॅरोबिक बॅक्टेरियांद्वारे विघटित होते आणि गाळ तळाशी (गाळ टाकी म्हणून) जमा केला जातो.

गाळ पचन एनरोबिक बॅक्टेरिया (पचन टाकी म्हणून) द्वारे केले जाते. सांडपाणी स्पष्ट आहे आणि ते योग्य ठिकाणी बांधलेल्या भिजलेल्या खड्ड्यात सोडले जाते.

5.3.1.2 सेप्टिक टँकचे बांधकाम (Construction of Septic Tank):

खाली सेप्टिक टँकची बांधकाम वैशिष्ट्ये आहेत:

1. ही एक आयताकृती टाकी आहे जी काँक्रीट फाउंडेशनवर वीट चिनाईने बांधली गेली आहे. लांबी सामान्यत: रुंदीच्या 3 पट असते.
2. द्रव खोली 100-180 सेमी पर्यंत बदलते. 30-50-सेमीचे विनामूल्य बोर्ड द्रव पातळीपेक्षा वर प्रदान केले आहे.
3. इनलेट पाईप आणि आउटलेट पाईपमध्ये 'टी' किंवा 'कोपर' असते जे द्रव पातळीच्या खाली सुमारे 25 सेमीच्या खोलीत बुडलेले असते
4. आउटलेट पातळी इनलेट पातळीपेक्षा सुमारे 15 सेमी कमी आहे.
5. टाकीच्या आतील पृष्ठभागावर प्लास्टर केलेले आणि सुबक सिमेंट पॉलिशसह पूर्ण केले पाहिजे जेणेकरून ते संपूर्ण वॉटरटाइट बनवा.
6. लहान टँकसाठी सिंगल बफलची भिंत प्रदान केली जावी. परंतु मोठ्या टँकसाठी दोन्ही टोकांच्या जवळ दोन बाफल्स प्रदान केल्या पाहिजेत.
7. बाफलचा वरचा भाग द्रव पातळीपेक्षा कमीतकमी 15 सेमी असावा.
8. पहिल्या चेंबरपासून दुसऱ्या चेंबरपर्यंतच्या प्रवाहाच्या प्रवाहासाठी बफलच्या तळाशी उघड्या दिल्या पाहिजेत. कधीकधी, हँगिंग बाफल्स प्रदान केल्या जाऊ शकतात.
9. आर.सी.सी. मॅनहोलसह स्लॅब टँकच्या शीर्षस्थानी प्रदान केला जातो.
10. वायुवीजन पाईप चुकीच्या वायू काढून टाकण्यासाठी प्रदान केले जाते.

5.3.1.3 सेप्टिक टँकचे कार्य आणि देखभाल (Working and Maintenance of Septic Tank):

शौचालयातील ताजे सांडपाणी थेट पहिल्या चेंबरमध्ये प्रवेश करते जिथे सुरुवातीला स्कॅम तरंगणे सुरू होते. काही दिवसातच, एनारोबिक बॅक्टेरिया विघटित होतात आणि गाळ तयार होतो जो टाकीच्या तळाशी स्थिर होतो आणि त्या जीवाणूंनी पुढे पचविला जातो.

पहिल्या चेंबरमधील सांडपाणी बाफलच्या भिंतीमध्ये उघडण्याच्या माध्यमातून दुसऱ्या चेंबरमध्ये वाहते आणि शेवटी भिजलेल्या खड्ड्यात विल्हेवाट लावते.

विघटन दरम्यान, कार्बन डाय ऑक्साईड, मिथेन आणि हायड्रोजन सल्फाइड सारख्या वायू तयार होतात जे व्हेंट पाईपद्वारे सोडले जातात. गाळ जमा झाल्यामुळे, टाकीची क्षमता हळूहळू कमी होते. तर, दरवर्षी किंवा काही वाजवी कालावधीत टाकी साफ केली जावी.

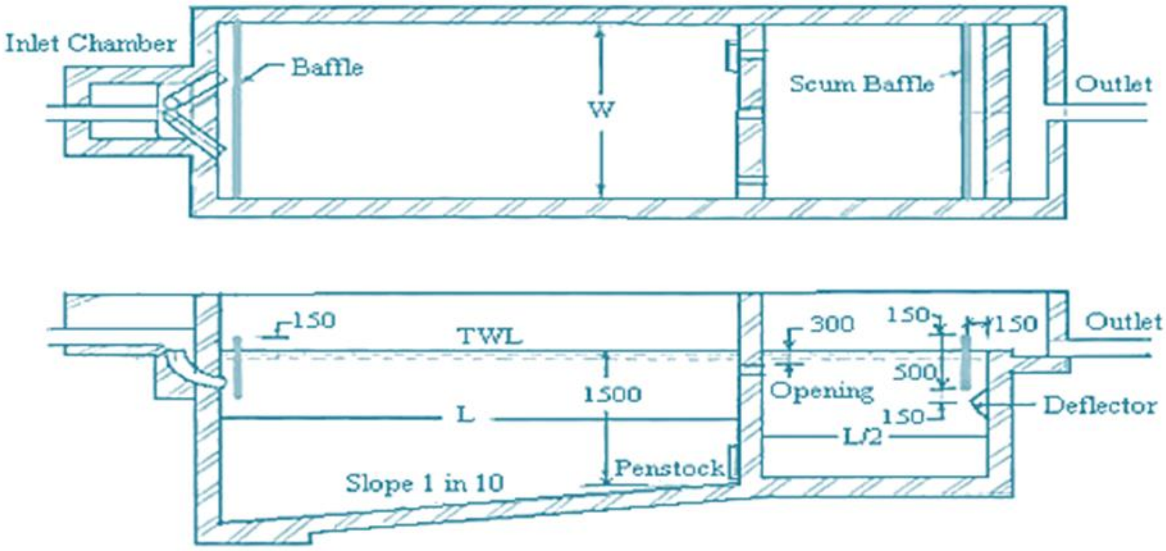


FIGURE -5.9: सेप्टिक टँक

(Source: MSBTE Model Answer Key Summer-2018 Examination, Subject code: 17503)

5.3.2 सोक पीट (Soak Pit):

5.3.2.1 कार्य:

भिजलेल्या खड्ड्याचे कार्य म्हणजे सेप्टिक टँकमधून सांडपाणी प्राप्त करणे आणि भिंतीवर आणि तळाशी प्रदान केलेल्या उघड्याद्वारे आसपासच्या मातीला द्रव पसरवणे. भिजलेला खड्डा खुल्या विहीर किंवा ट्यूबच्या अगदी जवळच बांधला जाऊ नये.

5.3.2.2 भिजलेल्या खड्ड्याचे बांधकाम (Construction of Soak Pit):

खाली भिजलेल्या खड्ड्याची बांधकाम वैशिष्ट्ये खालीलप्रमाणे आहेत:

1. भिजलेला खड्डा चौरस किंवा वर्तुळाच्या आकारात विटांच्या चिनाईने तयार केला गेला आहे. खोली 3-5 मी पासून बदलते. परंतु खोली परिसराच्या पाण्याच्या टेबलावर अवलंबून असते. हे लक्षात घेणे महत्वाचे आहे की पाण्याच्या टेबलच्या खाली खोली वाढू नये.
2. खड्ड्याचा व्यास सांडपाणी आणि वापरकर्त्यांच्या संख्येवर अवलंबून असतो. तथापि, व्यास 1-2 मी पासून बदलतो.
3. FIGUREमध्ये स्पष्ट केल्यानुसार, खड्ड्याच्या भिंतीमध्ये उघड्या समाविष्ट केल्या जातात. जवळील मातीद्वारे पाण्याचे शोषण सुलभ करण्यासाठी बेस अनियंत्रित राहतो.
4. खड्डा पोकळ किंवा विटांच्या बॅट्स आणि वीट खोआने भरलेला असू शकतो.
5. कधीकधी मातीची पर्कोलेटिंग क्षमता वाढविण्यासाठी खड्ड्याच्या सभोवताल खडबडीत वाळूचे (15 सेमी जाड) पॅकिंग दिले जाते.

6. जर खड्ड्याची भिजण्याची क्षमता नष्ट झाली तर ती साफ केली जावी आणि भरण्याची सामग्री बदलली जाऊ शकते.

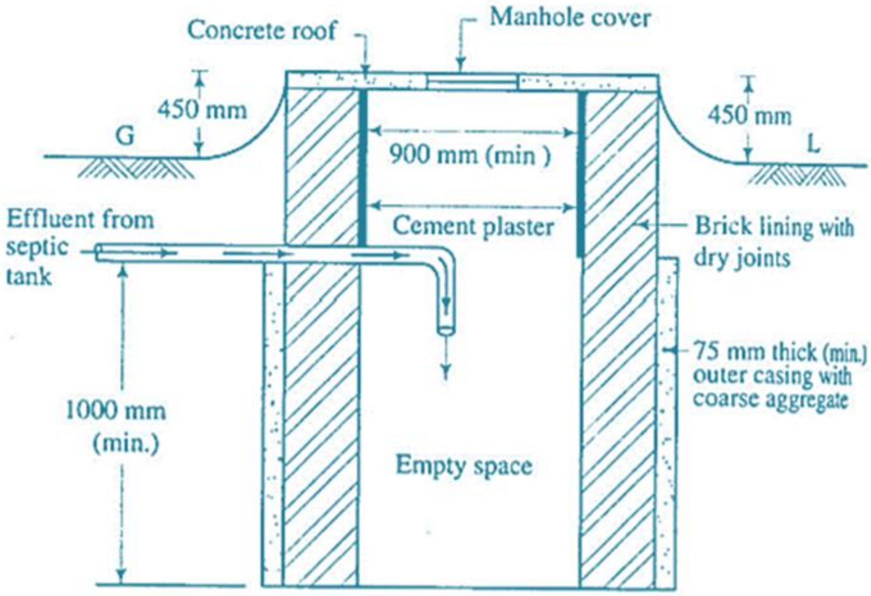


FIGURE -5.10: सोक पीट
(Source: https://sctevtservices.nic.in/docs/website/pdf/140343.pdf)

5.4 घरगुती सांडपाण्याचा पुनर्वापर आणि पुनर्वापर (Recycling and Reuse of domestic wastewater):

5.4.1 घरगुती कचऱ्याचा पुनर्वापर (Recycling of domestic waste):

1. लँडफिल साइटमधील कचऱ्याचे प्रमाण कमी करण्यासाठी विविध तंत्रांचा अवलंब करून घरगुती कचऱ्याचे पुनर्वापर करण्याची ही प्रक्रिया आहे. असंख्य घरगुती वस्तूंचे पुनर्नवीनीकरण केले जाऊ शकते. रीसायकलिंगच्या फायद्यांमध्ये एक निरोगी वातावरण आणि घातक पदार्थांचे सुरक्षित निर्मूलन होते.
2. सर्वाधिक रीसायकल केलेल्या वस्तू आहेतः काचेच्या बाटल्या आणि जार, कागद (वर्तमानपत्रे, मासिके, दूरध्वनी पुस्तके, ऑफिस पेपर, जंक मेल, कॉमिक्स आणि लाइट कार्डबोर्ड),
3. कागदाचे कप, प्लास्टिकच्या बाटल्या, प्लास्टिकच्या बाटलीच्या उत्कृष्ट, धातू आणि ॲल्युमिनियमचे झाकण, बॅटरी इ. सारख्या लॅमिनेटेड किंवा मेणयुक्त कागदपत्रे समाजात आरोग्यदायी वातावरण तयार करण्यास मदत करतात आणि अशा प्रकारे उपचार आणि विल्हेवाट युनिटवरील भार कमी करतात.

5.4.2 घरगुती कचऱ्याचा पुनर्वापर (Reuse of domestic waste):

1. इंटर ऑफिस लिफाफे, फाइल फोल्डर्स आणि कागद यासारख्या ऑफिस फर्निचर आणि पुरवठा पुन्हा वापरा.
2. टिकाऊ टॉवेल्स, टेबलक्लोथ्स, नॅपकिन्स, डिशेस, कप आणि चष्मा वापरा.
3. आउटगोइंग शिपमेंटसाठी येणारी पॅकेजिंग सामग्री वापरा.

4. कर्मचाऱ्यांना नवीन खरेदी करण्याऐवजी कार्यालयीन साहित्य पुन्हा वापरण्यास प्रोत्साहित करा.

5.4.3 आवश्यकता (Necessity):

1. कच्च्या मालाचा कमी उपयोग होतो.
2. कचरा उपचार आणि विल्हेवाट लावून उद्भवणारे पर्यावरणीय प्रभाव कमी करते.
3. सभोवतालचा परिसर स्वच्छ आणि निरोगी बनवितो.
4. लँडफिल स्पेसवर बचत करते.
5. पैशाची बचत करते.
6. नवीन उत्पादने तयार करण्यासाठी आवश्यक उर्जेचे प्रमाण कमी करते.

5.4.4 फायदे (Advantages)

1. पाणी संवर्धन: अनावश्यक हेतूंसाठी (उदा. सिंचन, फ्लशिंग टॉयलेट्स इ.) पिण्यायोग्य पाण्यावर अवलंबून राहणे कमी करते.
2. खर्च बचत: घरमालक आणि व्यवसाय नॉन-पोत करण्यायोग्य वापरासाठी पुनर्नवीनीकरण केलेल्या पाण्याचा वापर करून त्यांचे पाण्याचे बिले कमी करू शकतात.
3. टिकाऊ संसाधन व्यवस्थापन: पाण्याचा वापर हाताळण्याचा हा एक शाश्वत मार्ग प्रदान करतो, विशेषत: पाण्याच्या कमतरतेचा सामना करणा areas ्या भागात.
4. पर्यावरणीय प्रदूषण कमी: सांडपाणी रीसायकलिंगमुळे स्थानिक जल संस्थांवर प्रदूषणाचे भार कमी होऊ शकते, युट्रोफिकेशन कमी होते आणि इतर हानिकारक प्रभाव.
5. सांडपाणी उपचारांचा ओझे कमी करणे: सांडपाणी उपचार वनस्पतींमध्ये उपचार करणे आवश्यक असलेल्या सांडपाणीचे प्रमाण कमी करण्यास मदत होते आणि नगरपालिकेच्या पायाभूत सुविधांवर दबाव कमी होतो.
6. पोषक तत्वांचा पुनर्वापर: काही प्रकारचे उपचारित सांडपाणी, विशेषत: लॉन्ड्री किंवा डिशवॉशिंग सारख्या घरगुती क्रियाकलापांमधून, कृषी अनुप्रयोगांमध्ये उपयुक्त असलेल्या मौल्यवान पोषकद्रव्ये असू शकतात.

5.4.5 तोटे: (Disadvantages)

1. आरोग्यास जोखीम: अयोग्य उपचारांमुळे रोगजनक, रसायने आणि जड धातूंमुळे दूषित होऊ शकते ज्यामुळे सार्वजनिक आरोग्यावर परिणाम होऊ शकतो.
2. उच्च प्रारंभिक खर्च: उपकरणे आणि स्थापनेच्या बाबतीत वॉटर रीसायकलिंग सिस्टमची स्थापना (विशेषत: गाळण्याची प्रक्रिया आणि उपचारांसाठी) महाग असू शकते.
3. देखभाल: उपचार प्रणाली कार्यक्षमतेने चालू ठेवतात आणि पाण्याची गुणवत्ता राखली जाते हे सुनिश्चित करण्यासाठी नियमित देखरेख आणि देखभाल आवश्यक आहे.
4. सार्वजनिक समज: स्वच्छता आणि सुरक्षिततेच्या चिंतेमुळे बरेच लोक पुनर्नवीनीकरण केलेले पाणी, विशेषत: पिणे किंवा स्वयंपाक यासारख्या कामांसाठी नाखूष आहेत.
5. सिस्टम डिझाइनमधील जटिलता: उपचारांच्या पातळीवर अवलंबून, सांडपाणी पुनर्वापरासाठी आवश्यक असलेल्या सिस्टम क्लिष्ट असू शकतात आणि स्थापित आणि ऑपरेट करण्यासाठी तज्ञांची आवश्यकता असते.

6. मर्यादित वापर: उपचारांच्या पातळीवर अवलंबून, पुनर्प्रक्रिया केलेले पाणी प्रगत शुध्दीकरण प्रक्रियेशिवाय काही विशिष्ट वापरासाठी (उदा. पिण्याचे पाणी) योग्य असू शकत नाही.

5.4.6 पद्धती (Methods) :

1. साध्या राखाडी पाण्याची प्रणाली: शॉवर, बाथटब, सिंक आणि वॉशिंग मशीनचे राखाडी पाणी गोळा केले जाते आणि कमीतकमी फिल्टरिंगनंतर सिंचन किंवा टॉयलेट फ्लशिंगसाठी थेट वापरले जाते (उदा. मोठ्या कण काढण्यासाठी जाळीच्या फिल्टरद्वारे).
2. प्रगत गाळण्याची प्रक्रिया प्रणाली: दूषित पदार्थ आणि रोगजनक काढून टाकण्यासाठी गाळपळ (उदा. वाळू फिल्टर, कार्बन फिल्टर किंवा अतिनील उपचार) च्या एकाधिक टप्प्यांद्वारे राखाडी पाणी फिल्टर केले जाते, ज्यामुळे ते व्यापक वापरासाठी सुरक्षित होते.
3. मातीमधील सूक्ष्मजीव सेंद्रीय पदार्थ मोडतात आणि दूषित पदार्थांचे फिल्टर करतात.
4. पडदा गाळण्याची प्रक्रिया किंवा Reverse Osmosis (आरओ) पध्दती: सांडपाण्यातील बारीक कण, दूषित पदार्थ आणि सूक्ष्मजीव काढून टाकण्यासाठी अर्ध-परिमाणित पडदा वापरणारे प्रगत जल उपचार तंत्रज्ञान.
5. जैविक उपचार प्रणाली (उदा. बायो फिल्टर्स): राखाडी पाणी बायो फिल्टर्समधून जाते, जेथे सूक्ष्मजीव सेंद्रिय पदार्थ आणि प्रदूषक तोडतात.
6. कंपोस्टिंग टॉयलेट्स: एरोबिक परिस्थितीचा वापर करून मानवी कचरा तयार केला जातो अशी वॉटरलेस किंवा लो-वॉटर टॉयलेट सिस्टम.

5.4.7 वापर (Uses):

1. सिंचन: पुनर्नवीनीकरण केलेल्या घरगुती सांडपाण्यातील सर्वात सामान्य उपयोग म्हणजे बाग, लँडस्केप्स, गोल्फ कोर्स आणि शेती जमीन या क्षेत्रातील मैदानी सिंचनासाठी. हे सिंचनाच्या उद्देशाने पिण्यायोग्य पाण्याची आवश्यकता कमी करते.
2. टॉयलेट फ्लशिंग: राखाडी पाणी, फिल्टर आणि निर्जंतुकीकरणानंतर, फ्लशिंग टॉयलेटसाठी सुरक्षितपणे वापरले जाऊ शकते. यामुळे घरगुती आणि व्यावसायिक इमारतींमध्ये पिण्यायोग्य पाण्याची मागणी कमी होते.
3. कूलिंग सिस्टम: काही उद्योग यंत्रसामग्री आणि वातानुकूलन युनिट्ससाठी शीतकरण प्रणालीमध्ये पुनर्नवीनीकरण केलेले पाणी वापरतात. हे शीतकरण प्रक्रियेत वापरण्यापासून मोठ्या प्रमाणात पिण्यायोग्य पाण्याचे बचत करते.
4. औद्योगिक प्रक्रिया: ज्या पाण्याचा उच्च दर्जाचा उपचार केला गेला आहे तो स्वच्छता, शीतकरण आणि काही प्रकरणांमध्ये उत्पादनाच्या उद्देशाने औद्योगिक प्रक्रियेत वापरला जाऊ शकतो.
5. अग्निशामक संरक्षण: काही प्रकरणांमध्ये, फायर हायड्रंट्स आणि स्प्रिंकलर सिस्टमसह फायर प्रोटेक्शन सिस्टमसाठी पुनर्नवीनीकरण केलेले पाणी वापरले जाते, आपत्कालीन परिस्थितीसाठी पिण्यायोग्य पाण्याचा वापर कमी करते.
6. रिचार्जिंग भूजल जलचर: उपचारित सांडपाणी विशिष्ट भागात भूजल पुरवठा रिचार्ज करण्यासाठी वापरली जाऊ शकते, जिथे ते नैसर्गिकरित्या फिल्टर आणि भूजल गुणवत्ता सुधारू शकते.

7. लँडस्केप वैशिष्ट्ये: राखाडी पाण्याचा वापर तलाव, पाण्याची वैशिष्ट्ये किंवा इतर शोभेच्या लँडस्केप वैशिष्ट्ये तयार करण्यासाठी केला जाऊ शकतो ज्यास पाण्याची आवश्यकता आहे परंतु त्यांना पिण्यायोग्य पाण्याची आवश्यकता नाही.

Suggestive Questions

1. State MPCB norms for discharge of treated sewage, for B.O.D. and Total solids.
2. Draw layout of sewage treatment plant.
3. Explain activated sludge process with a flow chart.
4. Describe working of trickling filter with neat sketch.
5. Draw a neat labelled sketch of oxidation pond and explain its working.

SUGGESTED LEARNING MATERIALS / BOOKS

Sr.No	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	N. N.Basak	Environmental Engineering	McGraw Hill Education India ISBN:9780070494633, 0070494630.
2	B. C. Punmia AshokJain Arun Jain	Environmental Engineering Vol. I & Vol. II WaterSupply Engineering & Wastewater Engineering (Including Air Pollution)	Laxmi Publications (P) Ltd., New DelhiISBN: 81-7008-092-4, ISBN-13: 9788131805961.
3	Birdie, G. S. Birdie, J.S.	Water Supply and Sanitary Engineering	Dhanpat Rai and Sons, 2011 ISBN: 81874337954
4	Garg, S.K.	Environmental Engineering Vol. I and Vol. II	Khanna Publishers, New Delhi, 2017, ISBN-10: 8174091203; ISBN-13: 978-8174091208

LEARNING WEBSITES & PORTALS

Sr.No	Link/Portal	Description
1	https://ee1-nitk.vlabs.ac.in/List%20of%20experiments.html	Experiments for drinking Water.
2	https://ee1-nitk.vlabs.ac.in/	Experiments for drinking water and wastewater.
3	https://www.vlab.co.in/participating-institute-nitk-surathkal	Experiments for drinking water and wastewater
4	https://www.vlab.co.in/ba-nptel-labs-civil-engineering	Experiments for drinking water and wastewater.
5	https://iitb.vlabs.co.in/discipline.html?discipline=Civil_Engineering	Experiments for drinking water and wastewater.
6	https://nitsri.ac.in/Department/Library/List_VLabs	Experiments for drinking water and wastewater.
7	https://www.youtube.com/watch?v=V_bd-Ijo7Ic	Determination of pH.
8	https://www.youtube.com/watch?v=4AWR_xfwfi4	Turbidity Determination
9	https://www.mpcb.gov.in./water-quality/standards-	Standard Norms as per MPCB
10	chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cpcb.nic.in/wqm/BIS_Drinking_Water_Specification.pdf	BIS: Drinking Water specifications (IS 10500:2012)
11	https://archive.nptel.ac.in/content/storage2/courses/105104102/Lecture%2014.htm	Water distribution systems