

Training : Water, Sanitation and Hygiene ภายใต้ e-itec Programme วันที่ 24 – 26 สิงหาคม 2564
Trainer from Department of Water Resources Development & Management, Indian
Institute of Technology ROORKEE (Online)

มาตรฐานของแหล่งน้ำ และคุณภาพของน้ำดื่ม

น้ำกับสุขภาพมีความเกี่ยวข้องกัน น้ำดื่มที่ปลอดภัยและมีปริมาณเพียงพอจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ การจัดหาจึงต้องให้เพียงพอกับความต้องการ การที่น้ำเป็นตัวทำลายที่ดี และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตด้วยในเวลาเดียวกัน น้ำจึงเป็นตัวพาสารปนเปื้อน (สารเคมี สารพิษ แบคทีเรีย ไวรัส และ โปรโตซัว) ที่ดีด้วย น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตและเป็นผลดีทางเศรษฐกิจ รายได้ต่อหัวประชากรที่เพิ่มขึ้นแต่การจัดการน้ำบริการต่อหัวประชากรกลับลดลง (ประเทศอินเดียจัดหาน้ำได้ 1,400 คิว น้อยกว่า 1,700 คิว) น้ำจึงเป็นประเด็นระดับประเทศและระดับระหว่างประเทศ 6% ของ GDP การเข้าถึง ประสิทธิภาพ ความเท่าเทียม และสามารถนำไปใช้ได้ พื้นที่พิเศษ เช่น บนดอยจะมีปัญหาที่แตกต่างกับพื้นที่เมืองและชนบท ความสำคัญของน้ำ น้ำเป็นส่วนประกอบของร่างกาย 60% ส่วนประกอบของสมอง 73% ส่วนประกอบของเลือด 90% คนจึงไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้หากขาดน้ำ 1 สัปดาห์ แต่ขาดอาหารได้ 1 เดือน

สถานการณ์น้ำของโลก ไม่ใช่ทั้งหมดจะสามารถนำมาดื่มได้ มีเพียง 0.007% ของน้ำในโลก ซึ่งเพียงพอสำหรับประชากร 7.8 พันล้านคน ดังนั้น 2.7 พันล้านคน จึงเผชิญกับสภาวะการขาดแคลนน้อยอย่างน้อย 1 เดือน/ปี 1.1 พันล้านคน หรือ 1 ใน 6 ของประชากรไม่สามารถเข้าถึงน้ำสะอาด 2.4 พันล้านคนเผชิญกับโรคติดต่อ เช่น อหิวาตกโรค และโรคติดต่อที่น้ำเป็นสื่อ และในแต่ละปีมีเด็ก 2 ล้านคน เสียชีวิตด้วยโรคอุจจาระร่วง

ดัชนีการพัฒนามนุษย์ (Human Development Index; HDI) ประกอบด้วย การศึกษา รายได้ อายุขัยโดยเฉลี่ย HDI ของอินเดีย = 0.64 อยู่ในอันดับที่ 129 จาก 189 ของโลก น้ำเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพ สุขอนามัย และสุขภาพ ซึ่งส่งผลต่ออายุขัยโดยเฉลี่ยของมนุษย์ ดังนั้น WASH จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งส่งผลกระทบต่อ HDI โดย 80% ของโรคติดต่อทั้งหมด และ 1/10 ของเวลาที่มีในแต่ละคนใช้ไปกับการค้นหา น้ำจืด และ 1/3 ของผู้เสียชีวิตอยู่ในประเทศกำลังพัฒนา

การจัดหาน้ำ สุขภาพ และการส่งเสริมสุขอนามัย ความยั่งยืนของ WASH ถูกจัดว่าเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก และเป็นงานที่ท้าทายสำหรับหน่วยงานภาครัฐ ชุมชน และภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง โดยประชากรราว 663 ล้านคนไม่สามารถเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกด้านน้ำที่ได้รับการปรับปรุง และประมาณ 4.5 พันล้านคน ไม่สามารถเข้าถึงสุขภาพที่จัดการได้อย่างปลอดภัย ประมาณ 892 ล้านคน ยังคงขบถภายในที่โล่ง และในแต่ละปีมีเด็กประมาณ 1.7 ล้านคนที่เสียชีวิต เนื่องจากอาศัยอยู่กับสภาวะที่มีการจัดหาน้ำที่มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน การสุขภาพ และสุขอนามัยที่แย่ 1 ใน 3 ของผู้เสียชีวิตพบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีอัตราการเสียชีวิตของเด็กสูง โดยโรคอุจจาระร่วงเป็นสาเหตุการเสียชีวิตของเด็ก ขณะที่แอฟริกาตะวันตกมีความครอบคลุมเรื่อง WASH ที่ต่ำที่สุด เป็นผลให้มีค่า HDI ต่ำมาก ในประเทศ Sierra Leone มี 58% ที่เข้าถึง WSS ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว และ 41% เข้าถึงสุขภาพที่ปรับปรุงแล้ว ผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตประมาณ 80% มีความสัมพันธ์กับโรคที่เกิดจาก WASH อัตราการเสียชีวิตที่อายุต่ำกว่า 5 ปี สูง หากเปรียบเทียบกับภูมิภาคที่พัฒนาแล้ว เป็นเด็ก 75% เกิดจากโรคอุจจาระร่วง และเด็กเสียชีวิตประมาณ 161 ราย ต่อเด็กเกิดมีชีวิต 1,000 คน

สภาวะด้านสุขอนามัย การส่งเสริมด้านสุขอนามัยที่ไม่เหมาะสมนำไปสู่สภาวะด้านสุขภาพของประชาชนที่ไม่ดีใน Kailahun ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีรายได้ต่ำที่สุด คิดเป็น 0.001% ของ GDP ทั้งหมดของประเทศ

โรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำ มีทั้งที่เกิดจากการสัมผัสกับน้ำโดยตรง หรือเกิดจากพาหะนำโรค เช่น แมลง ทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรค โดยถ้าเป็นโรคที่เกิดจากน้ำโดยตรง ได้แก่ การติดเชื้อผ่าน faecal-oral route เกิดจากอุจจาระของผู้ป่วยปนเปื้อนไปกับน้ำดื่ม หรือ โรคที่มีพื้นฐานจากน้ำ โดยโรคเหล่านี้เกิดจากเชื้อก่อโรคจะเข้าสู่วัฏจักรของชีวิตอยู่ในน้ำ เช่น อยู่ในหอย หรือสัตว์น้ำอื่นๆ หรือ โรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำ กลุ่มโรคเหล่านี้จะแพร่ผ่านแมลงที่มีการวางไข่ในน้ำ หรือกัดไถ่ๆ แหล่งน้ำ และโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำที่ใช้ในการล้าง โดยโรคเหล่านี้เกิดจากการขาดแคลนน้ำเพื่อการสุขอนามัย ส่งผลให้เกิดโรคอุจจาระร่วงหรือโรคติดเชื้อที่ผิวหนัง

ขอบเขตของการอบรม ได้แก่ การอธิบายถึงแหล่งของน้ำดื่ม คุณภาพของแหล่งน้ำดื่ม และคุณภาพของน้ำดื่ม ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อแหล่งของน้ำดื่ม ได้แก่ ปริมาณของน้ำที่จัดหาได้ คุณภาพน้ำของที่จัดหาได้ ระยะทางการเข้าถึงแหล่งน้ำ ภูมิประเทศทั่วไปของพื้นที่เป้าหมาย ระดับความสูงของแหล่งน้ำดื่ม

แหล่งน้ำดื่ม มีทั้งน้ำผิวดิน น้ำใต้ผิวดิน น้ำใต้ดินหรือบาดาล โดยดัชนีความชื้น (Wetness index) จะบอกถึงความชื้นต่อปี คำนวณจาก

$\text{index of wetness} = \text{ปริมาณน้ำฝนที่แท้จริงในปีที่วัดของสถานที่ตรวจวัด} / \text{ปริมาณน้ำฝนทั่วไปของสถานที่นั้น}$
 ตัวอย่าง ค่าดัชนี 60% หมายถึง มีความขาดแคลนน้ำหรือแห้งแล้ง 40% และหากพบว่า ค่าความแห้งแล้งได้ = 30-45% แสดงว่า แห้งแล้งใหญ่ ถ้า = 45-60% แสดงว่า แห้งแล้งวิกฤติ และถ้า >60% แสดงว่า แห้งแล้งหายณะตามหลักการแล้ว ปริมาณน้ำฝนในปีที่เลวร้ายอาจคิดเป็น $2/3 - 3/4$ ของปริมาณฝนประจำปีโดยเฉลี่ย ปริมาณน้ำที่ไหลบ่าโดยเฉลี่ยที่อาจถือได้ว่าเป็นแหล่งน้ำคิดเป็น $1/5$ ของปริมาณน้ำฝนในปีที่เลวร้ายนี้ ตัวอย่างเช่น ถ้าปริมาณน้ำฝนประจำปีโดยเฉลี่ยในสถานที่หนึ่ง 1,200 มิลลิเมตร และพื้นที่กักเก็บน้ำ 50 ตารางกิโลเมตร ดังนั้น ปริมาณน้ำที่เก็บกัก = $50 \times 1,000 \times 1,000 \times (0.2 \times 0.667 \times 1.2) = 8,000,000$ ลูกบาศก์เมตร

แหล่งน้ำผิวดินจากน้ำฝนแบ่งได้เป็น น้ำไหลบ่า น้ำที่ไหลซึมลงดิน น้ำที่ระเหยขึ้นไป น้ำที่ระเหยและเกิดการควบแน่น ลำธารและแม่น้ำจัดเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่สุดสำหรับเป็นแหล่งน้ำสาธารณะ สระน้ำและทะเลสาบเป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณน้อย น้ำไหลบ่าเล็กน้อย สิ่งสำคัญคือการประมาณอัตราการระเหยโดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา สถานที่กักเก็บน้ำ เช่น เขื่อน เป็นการสร้างขวางแม่น้ำ เพื่อกักเก็บน้ำจากแม่น้ำหรือลำธารโดยตรง ปัจจัยเหล่านี้ต้องนำมาพิจารณาเพื่อการก่อสร้างและบริหารจัดการเก็บกักน้ำ ได้แก่ การเลือกที่ตั้งของเขื่อน ความสามารถในการกักเก็บของเขื่อน ความจุน้ำของเขื่อน การตกตะกอนของอ่างเก็บน้ำและการควบคุม การสูญเสียของอ่างเก็บน้ำ คุณภาพของน้ำ การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการกักเก็บน้ำให้สอดคล้องกับนิเวศวิทยาและความต้องการของมนุษย์

แหล่งน้ำใต้ผิวดิน คือ น้ำทั้งหมดที่ครอบคลุมพื้นที่ที่รูพรุนใต้ผิวดิน การไหลของน้ำใต้ชั้นเปลือกโลกเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรน้ำ ประเด็นที่สำคัญในการแยกแยะแหล่งน้ำใต้ดิน ดังนี้ การพิจารณาทางธรณีวิทยาของชั้นหินอุ้มน้ำ ชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำ พารามิเตอร์และคุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำ ค่าประมาณสัมประสิทธิ์การจัดเก็บน้ำ การไหลของน้ำใต้ดิน และความเร็วของน้ำ ปริมาณของน้ำใต้ดิน ฯลฯ น้ำบาดาล เป็นน้ำที่อยู่ใต้ชั้นเปลือกโลกในพื้นที่รูพรุนของดินและช่องที่แตกหักของชั้นหิน แหล่งน้ำในพื้นที่ภูเขา ได้แก่ น้ำพุ บ่อเปิด น้ำที่ใช้มือโยก ทะเลสาบน้ำฝน จากหลังคา น้ำที่ไหลบ่าจากน้ำผิวดิน/น้ำใต้ผิวดิน เขื่อนทราย

ลุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่แผ่นดินที่มีแม่น้ำและแม่น้ำสาขา ลุ่มน้ำมีลักษณะเฉพาะ ได้แก่ แม่น้ำสาขาจะไหลไปสู่แม่น้ำสายหลัก

บ่อน้ำ มีทั้งบ่อสูบ และบ่อบาดาล ข้อดี คือ ไม่มีเชื้อก่อโรค ข้อด้อย คือ มีปริมาณแก๊ส เช่น N_2 และ CO_2 ละลายสูง และ O_2 ต่ำ และ แม่น้ำ ทะเลสาบ ลำธาร ข้อดี คือ มีปริมาณมาก ราคาไม่แพง ข้อด้อย คือ มีการปนเปื้อน สารอาหารสูง และน้ำผิวดิน ข้อดี คือ ราคาไม่แพง ข้อด้อย คือ มีการปนเปื้อน มีการแห้งแล้ง หรือ น้ำท่วม และน้ำบาดาล ข้อดี คือ ราคาไม่แพง ข้อด้อย คือ ยากในการนำออกมา มีการสะสมของสารอินทรีย์ และน้ำประปา ข้อดี คือ คุณภาพน้ำสูงมาก ไม่มีเชื้อก่อโรค ข้อด้อย คือ มีการฆ่าเชื้อ ได้แก่ คลอรีน คลอรามิน ราคาแพง

การจัดการน้ำภายใต้สถานการณ์การระบาดของโรคโควิด -19 ได้แก่ การเข้าถึงน้ำ การจัดให้มีเพียงพอ ปริมาณที่สามารถนำมาใช้ได้ ระยะทางของแหล่งน้ำ

คุณภาพของน้ำ น้ำบริสุทธิ์ประกอบด้วย H_2 โมเลกุล กับ O_2 1 โมเลกุล น้ำที่จะนำดื่มได้ต้องปลอดภัย สำหรับดื่ม ประคบอาหาร ใช้ล้าง ใช้ในห้องน้ำ และใช้ในเกษตรกรรม น้ำที่มีประโยชน์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ดื่ม ประคบอาหาร การเตรียมและล้างวัตถุดิบ ต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

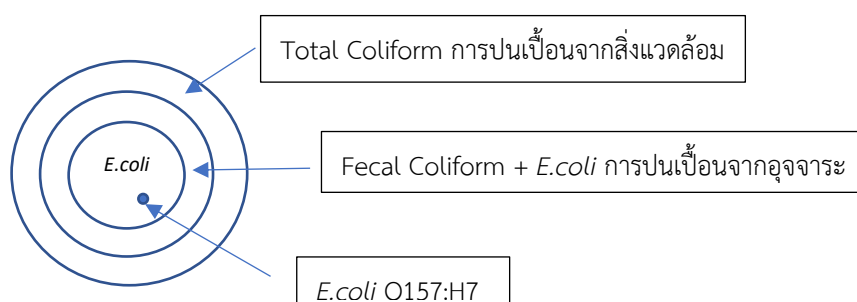
การปนเปื้อนทางกายภาพในน้ำ ได้แก่ ความขุ่น (NTU) รสชาติ (เช่น รสพลาสติก) กลิ่น สี อุณหภูมิของน้ำ สารกัมมันตรังสี

การปนเปื้อนทางเคมี

สารปนเปื้อน	สาเหตุ	ผลกระทบ
A. Inorganic หรือ Mineral		
สารแขวนลอย	อนุภาคของตะกอนและดิน	ความขุ่น
สารละลาย	Carbonates and bicarbonates of Ca and Mg	ความกระด้าง และค่าความเป็นด่าง
	Sulphates and chlorides of Ca and Mg	ความกระด้าง และการกัดกร่อนหม้อต้ม น้ำ
	Carbonates and bicarbonates of Na	ค่าความเป็นด่าง และน้ำอ่อน
	Nitrates	>45 mg/l เป็นสาเหตุของโรค methemoglobinaemia or blue babies
	chlorides of Na	รสกร่อย
	Fluorides of Na	>1.5 mg/l เป็นสาเหตุของโรคฟันลาย
	Iron oxide	รสชาติ สี และความกระด้าง
	Mn	รสชาติ และสีน้ำตาล
B. Organic		
สารแขวนลอย		
ผัก	ใบไม้เน่า สาก ราก ฯลฯ	ความเป็นกรด รสชาติ การเปลี่ยนสี เกิดความสงสัยน้ำ
สัตว์	ซากสัตว์ ผม แมลง ฯลฯ	แบคทีเรีย สารปนเปื้อนในน้ำ และอันตรายต่อสุขภาพ
C. Dissolved		

สารปนเปื้อน	สาเหตุ	ผลกระทบ
ผัก	ปริมาณของ albuminoidal nitrogen สูง กับปริมาณ free ammonia and chlorides เล็กน้อย	แบคทีเรีย ความสงสัยน้ำ
สัตว์	ปริมาณของ albuminoidal nitrogen สูง กับปริมาณ free ammonia and chlorides เล็กน้อย	แบคทีเรียก่อโรค มลพิษเนื่องจากขยะ ความ อันตรายของน้ำ

การปนเปื้อนทางชีวภาพ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตในน้ำ เป็นสาเหตุของการมีสิ่งมีชีวิต ได้แก่ สาหร่าย แบคทีเรีย โปรโตซัว เชื้อก่อโรค จุลินทรีย์ ไวรัส ปรสิต และไข่ (cysts) โดย Coliform หรือ *E.coli* เป็นสายพันธุ์ส่วนใหญ่ ทั่วไป และเป็นจุลินทรีย์แรกๆ ในน้ำที่ปนเปื้อน



แหล่งการปนเปื้อน Fecal Coliform bacteria ได้แก่ น้ำเสียจากบ้านเรือน สิ่งปฏิกูลจากสัตว์เลี้ยง น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ น้ำไหลบ่าจากธรรมชาติ เป็นต้น

แนวทางการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

แนวทาง	class	หลักเกณฑ์
แหล่งน้ำดื่มปราศจากการปรับปรุง คุณภาพน้ำ แต่มีการฆ่าเชื้อภายหลัง	A	1. Total Coliforms Organism MPN/100 ml $\leq$ 50 2. pH = 6.5 – 8.5 3. DO $\geq$ 6 mg/l 4. BOD 5 days 20°C, $\leq$ 2 mg/l
สำหรับใช้อาบ (มีการจัดการ)	B	1. Total Coliforms Organism MPN/100 ml $\leq$ 500 2. pH = 6.5 – 8.5 3. DO $\geq$ 5 mg/l 4. BOD 5 days 20°C, $\leq$ 3 mg/l
แหล่งน้ำดื่ม มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และฆ่าเชื้อภายหลัง	C	1. Total Coliforms Organism MPN/100 ml $\leq$ 5000 2. pH = 6 – 9 3. DO $\geq$ 4 mg/l 4. BOD 5 days 20°C, $\leq$ 3 mg/l

แนวทาง	class	หลักเกณฑ์
การขยายพันธุ์สัตว์ป่าและการประมง	D	1. pH = 6.5 – 8.5 2. DO $\geq$ 4 mg/l 3. Free ammonia (as N) 4. BOD 5 days 20°C, $\leq$ 2 mg/l
การชลประทาน การหล่อเย็นในอุตสาหกรรม การควบคุมการกำจัดของเสีย	E	1. pH = 6.0 – 8.5 2. Electrical conductivity at 25°C micromhos/cm, max. 2250 3. Sodium absorption Ratio Max. 26 4. Boron Max. 2 mg/l
	Below E	Not meeting any of the A, B, C, D. & E criteria

สีของน้ำที่ใช้ในการแสดงคุณภาพน้ำน้ำบนแผนที่

น้ำสีน้ำเงิน น้ำที่สามารถใช้ดื่มได้โดยตรง ใช้ในอุตสาหกรรมได้

น้ำสีเขียว น้ำที่ปนเปื้อนด้วยดิน พืช

น้ำสีขาว ความขุ่นในชั้นบรรยากาศ

น้ำสีน้ำตาลหรือน้ำสีเทา น้ำเสียเกรดต่างๆ

ข้อเสนอแนะสำหรับมาตรฐานน้ำเพื่อการชลประทาน สามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ขึ้นกับคุณสมบัติด้านเคมี

ประเภทน้ำ	Sodium (Na) %	EC (μ S/cm)	SAR	RSC (meq/l)
Good	<20	<250	<10	<1.25
Medium	20-40	250-750	10-18	1.25-2.0
Bad	60-80	2,250-4,000	>26	2.5-3.0
Very bad	>80	>4,000	>26	>3.0

พารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำดื่ม สอดคล้องกับมาตรฐานของประเทศอินเดีย พารามิเตอร์คุณภาพน้ำดื่ม จำแนกตาม พารามิเตอร์ด้านกายภาพ พารามิเตอร์ด้านเคมีทั่วไป สารพิษ พารามิเตอร์ด้านสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ ที่เหลืออยู่ และพารามิเตอร์ด้านแบคทีเรีย

Characteristic	Effect/Diseases
Cd	Kidney damage
Cn	Inhibition of cellular respiration and central nervous system, neuropathies
Pb	Anemia, nervous system impairment, mental retardation
Hg	Kidney disease and proteinuria methylmercury affects the nervous system
Mo	Reduced quantity of metalloenzymes, Elevated uric acid, gout, bone and joint deformities

Characteristic	Effect/Diseases
Ni	Gastrointestinal irritation and dermatitis
Polychlorinated biphenyls	Melanomas, liver cancer, gall bladder cancer
Polynuclear Hydrocarbons	Cataracts, kidney and liver damage and jaundice
Total As	Skin disorder, cancer, high BP
Total Cr	Atherosclerosis Tubular necrosis of kidney

กรณีถ้าตรวจพบการปนเปื้อนของ *E.coli* หรือ Total Coliforms bacteria มาตรการที่ควรทำคือ เก็บตัวอย่างตรวจซ้ำ ถ้าตรวจพบการปนเปื้อนอีกให้ทำการสอบสวนหาสาเหตุทันทีก่อนที่จะอนุญาตให้นำน้านั้นไปบริโภค *E.coli* เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลาน สายพันธุ์ส่วนใหญ่ไม่เป็นอันตราย แต่ยังช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารแข็งแรง แต่บางสายพันธุ์เป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วง ถ้ารับประทานอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อน

สรุป

- สารเคมีหลายชนิดที่ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อสุขภาพระบบนิเวศวิทยาของสัตว์น้ำ และการใช้น้ำสำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆ
- ควรมีมาตรการข้อควรระวัง ในด้านการเลือกพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ และการกำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพน้ำ เพื่อใช้ป้องกันและรักษาในกิจกรรมการใช้น้ำของแต่ละบุคคล
- การกำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพน้ำ เพื่อป้องกันแหล่งน้ำดื่ม ปกป้องระบบนิเวศทางน้ำ ซึ่งมีความละเอียดอ่อน และต้องได้รับการคุ้มครองเป็นพิเศษ (พื้นที่ชุ่มน้ำ)
- ควรมีการพิจารณาในเรื่อง การใช้แหล่งน้ำดื่ม การชลประทาน น้ำเพื่อปศุสัตว์ การประมง กิจกรรมันทนาการ การดูแลชีวิตสัตว์น้ำ และการปกป้องระบบนิเวศวิทยา
- คำแนะนำที่เหมาะสมจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพื่อประกันว่าวัตถุประสงค์เรื่องคุณภาพน้ำจะเหมาะสมสำหรับการปกป้องคุ้มครองสุขภาพของมนุษย์
- ควรมีการพิจารณาข้อเสนอแนะด้านคุณภาพน้ำสำหรับการใช้น้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำทั้งหมด
- การกำหนดวัตถุประสงค์ในเรื่องคุณภาพน้ำ (หรือดัดแปลงเพื่อพิจารณาปัจจัยเฉพาะสถานที่) นำไปสู่การเสื่อมสภาพของคุณภาพน้ำที่มีอยู่
- ควรมีการประยุกต์เกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำอย่างเข้มงวดสำหรับการหลากหลายของคุณภาพน้ำที่มีอยู่ ให้เข้ากับวัตถุประสงค์ในด้านคุณภาพน้ำ

แหล่งน้ำดื่มและการป้องกันการปนเปื้อน

การเพิ่มจำนวนประชากร การขยายพื้นที่ความเป็นเมืองและอุตสาหกรรม เพิ่มความต้องการและแรงกดดันต่อแหล่งน้ำ ความขาดแคลนน้ำเนื่องจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินที่ไม่เพียงพอ การพัฒนาประเทศ

ขึ้นกับแหล่งทรัพยากรน้ำ เทคนิคการวางแผนแหล่งทรัพยากรน้ำกำหนดขึ้นว่า ควรใช้มาตรการใดเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำและการใช้ประโยชน์จากโอกาสในการพัฒนาแหล่งน้ำ รวมถึงการอนุรักษ์และเพิ่มแหล่งทรัพยากรน้ำธรรมชาติและทรัพยากรผิวดินที่เกี่ยวข้อง

สถานการณ์โลกสมมติ เมือง 36% เผชิญกับวิกฤตการณ์น้ำในปี 2050 ประมาณว่าคน 400 ล้านคนอาศัยในเมืองที่กำลังขาดแคลนน้ำ จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นไปถึง 1 พันล้านคนในปี 2050 เนื่องจากประชากรเมืองขยายตัวขึ้น และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วิกฤตการณ์ Cape town แสดงให้เห็นว่า การขยายตัวของเมืองโดยไม่ได้วางแผนสามารถทำให้เกิดความพร้อมใช้น้ำในศูนย์กลางเมืองของโลกได้ ไม่เพียงแต่มหานครกำลังมุ่งหน้าไปสู่อนาคตที่แห้งแล้ง ความขาดแคลนน้ำจะทวีความรุนแรงขึ้น ประชากรอพยพเข้าสู่เขตเมืองในอัตราที่ไม่เคยมีมาก่อน ประมาณ 54% ของโลก หรือ 3.9 พันล้านคน อาศัยในพื้นที่เมือง และเพิ่มจำนวนขึ้นในช่วง 60-92% ที่สิ้นสุดศตวรรษ ส่งผลให้ความต้องการน้ำในเมืองเพิ่มมากขึ้นถึง 80% ในปี 2050 ที่น่าเป็นห่วงที่สุด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะเปลี่ยนเวลาและการแจกจ่ายน้ำ ผู้อาศัยในเมืองประมาณ 400 ล้านคน กำลังเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนน้ำ อุณหภูมิของโลกยังไม่เพิ่มขึ้น 1.5°C เหนือระดับก่อนอุตสาหกรรม อะไรจะเกิดขึ้นถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2°C อุณหภูมิโลกที่เพิ่มขึ้น 1.5°C ทำให้ผู้อยู่อาศัยในเมือง 357 ล้านคนต้องเผชิญกับความแห้งแล้งอย่างรุนแรง ขณะที่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2°C ประชากร 696 ล้านคนจะได้รับผลกระทบ จำนวนผู้อยู่อาศัยในเมืองเผชิญกับการขาดแคลนน้ำในปี 2050 และเพิ่มมากขึ้นประมาณ 1 พันล้านคน

ข้อมูลน้ำ ทรัพยากรน้ำ พื้นผิวของโลกปกคลุมด้วยน้ำ 71% หรือ ปริมาณน้ำบนโลก = 1.4 พันล้านตารางกิโลเมตร แบ่งเป็นแหล่งน้ำจืด = 2.5% น้ำเค็ม = 97.5% จากปริมาณน้ำจืดทั้งหมด เป็นส่วนของน้ำแข็งและหิมะ 70% น้ำบาดาล 30% ทะเลสาบและแม่น้ำ 0.3% มีเพียงน้อยนิด 0.014% ที่มีไว้สำหรับให้มนุษย์ใช้ และสิ่งมีชีวิตสามารถอยู่ได้โดยขาดน้ำเพียง 2-3 วันเท่านั้น

การป้องกันแหล่งน้ำเกี่ยวข้องกับการป้องกันแหล่งน้ำผิวดิน เช่น ทะเลสาบ แม่น้ำ แหล่งกักเก็บน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น และ แหล่งน้ำบาดาล เช่น การป้องกันน้ำพุ บ่อขุด เพื่อหลีกเลี่ยงมลพิษลงสู่แหล่งน้ำ ทั้งเชื้อก่อโรค และสารปนเปื้อนต่างๆ ขณะที่น้ำผิวดินและน้ำพุจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง น้ำบาดาลจะถูกป้องกันโดยชั้นของดินที่ปกคลุมอยู่ อย่างไรก็ตามสามารถเข้าถึงน้ำบาดาลได้โดยการขุด หรือสูบน้ำบ่อ ทำให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่ น้ำ ส่วนการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นเองอยู่ที่บริเวณใกล้ทะเลสาบ แม่น้ำ หรือบ่อที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างการป้องกันแหล่งน้ำ ได้แก่ กิจกรรมต่างๆ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการป้องกัน รักษา หรือพัฒนาปรับปรุงคุณภาพ และ/หรือปริมาณของแหล่งน้ำดื่ม และพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง กิจกรรมเหล่านี้ขึ้นกับชนิดของแหล่งน้ำที่จะป้องกัน เช่น น้ำบาดาล อ่างเก็บน้ำ หรือ แม่น้ำ กิจกรรม ได้แก่ การฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งเพื่อลดมลพิษที่ไหลบ่า การรักษาความแข็งแรงของริมตลิ่งของลำธารเพื่อลดการตตะกอน การป้องกันผิวดิน การบริหารจัดการที่ดีเกี่ยวกับกิจกรรมการเกษตรและป่าไม้หรือการควบคุมน้ำจากพายุ การออกกฎหมายท้องถิ่น เพื่อจำกัดกิจกรรมที่แหล่งน้ำหรือพื้นที่แหล่งต้นน้ำ พัฒนาแผนเผชิญเหตุการณ์ฉุกเฉิน พัฒนาศักยภาพ อบรมให้ความรู้ด้านการป้องกันมลพิษ และการป้องกันแหล่งน้ำแก่ประชาชน อุตสาหกรรม ธุรกิจต่างๆ ยุทธศาสตร์พื้นฐาน 3 ข้อ ได้แก่

1. การป้องกัน ไม่ทิ้งน้ำเสีย มลพิษ หรือน้ำที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดจากครัวเรือน อุตสาหกรรม หรือแหล่งเกษตรกรรม การใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด การทำเกษตรกรรมที่ดี เพื่อลดหรือหยุดปริมาณสารอาหารที่จะไหลลงสู่ระบบน้ำ เช่น การจัดทำ buffer zone

2. การรักษา การบำบัดน้ำที่มีมลพิษก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ การบริหารจัดการน้ำที่เกิดจากพายุ เพื่อมั่นใจว่าน้ำที่ไหลบ่าจะไม่นำพาเอาสารปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำ

3. การอนุรักษ์ระบบนิเวศวิทยา เปิดใช้งานหรือสนับสนุนกระบวนการฟื้นฟูตามธรรมชาติ

5 ขั้นตอน มาตรการป้องกันน้ำพุ บ่อน้ำ และน้ำบาดาล ดังนี้

1. การเลือกทำเล/สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ ไม่ตั้งใกล้แหล่งมลพิษ ก่อนทำการขุดเจาะบ่อ หรือก่อสร้างน้ำพุ ควรสำรวจแหล่งที่ตั้งให้เหมาะสม เจ้าของพื้นที่ หรือคนในหมู่บ้านจะเป็นแหล่งข้อมูลที่ดี อย่างไรก็ตามประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ การเลือกที่ตั้งที่ดีที่สุดสำหรับแหล่งน้ำ

- จุดตั้งแหล่งน้ำควรอยู่เหนือระดับน้ำท่วมตามฤดูกาลของแม่น้ำหรือทะเลสาบใกล้เคียง
- ตำแหน่งควรเข้าถึงได้ง่ายสำหรับผู้ใช้น้ำทุกคนตลอดปี ใกล้จุดการใช้งานจริง
- ตั้งในพื้นที่ที่มีการระบายน้ำได้อย่างรวดเร็ว
- ในพื้นที่ที่แสงแดดส่องถึง ไม่มีร่มเงา ต้องแน่ใจว่าพื้นที่รอบๆ บ่อจะยังคงแห้ง เพื่อป้องกันแบคทีเรีย

สาหร่าย ฯลฯ เกิดขึ้น

- ในตำแหน่งที่ระดับน้ำลึกอย่างน้อย 2 เมตร ตลอดทั้งปี (สำหรับบ่อน้ำ)
- ระยะทางจากแหล่งเกษตรกรรม โดยเฉพาะถ้ามีการใช้สารเคมีเกษตร ปุ๋ย
- พื้นที่แข็งแรง ไม่ไวต่อการพังทลาย
- ระยะทางปลอดภัยต่อการรุกรานของน้ำทะเล และแหล่งมลพิษอื่นๆ เช่น ส้วม ที่ทิ้งขยะ จุดเก็บปุ๋ยหรือ

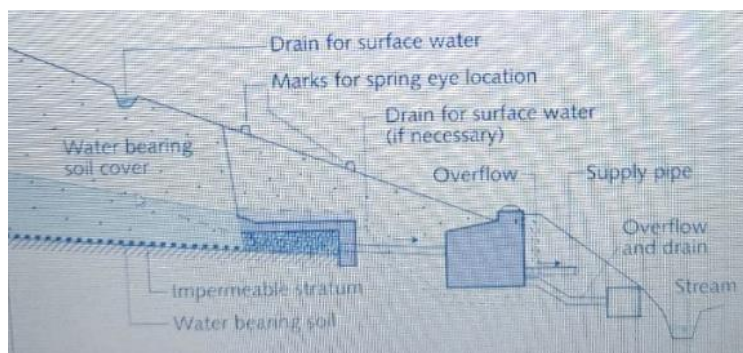
สารเคมีเกษตร

ระยะทางใกล้ที่สุดที่ควรตั้งห่างจากแหล่งมลพิษ ดังนี้

สถานที่	ระยะทางใกล้ที่สุด (เมตร)
จุดทิ้งขยะของชุมชน	100
จุดเก็บสารเคมีเกษตร ปุ๋ย และเชื้อเพลิง	100
สุสาน	50
โรงฆ่าสัตว์	50
บ้านเรือน แหล่งอาศัย	10
ส้วม	30
คอกเลี้ยงสัตว์	30
จุดทิ้งขยะส่วนบุคคล	30
ต้นไม้ใหญ่ หรือต้นไม้ที่มีระบบรากขยาย	20
ถนน ลานบิน ทางรถไฟ	20
แม่น้ำ หรือ ทะเลสาบ	20
จุดชักผ้า	20

2. การสร้างน้ำพุ และการป้องกันบ่อน้ำ เพื่อป้องกันสิ่งปนเปื้อนลงสู่บ่อน้ำ บ่อน้ำ และแหล่งน้ำผ่านทางตาน้ำต้นกำเนิดแหล่งน้ำเอง ด้วยมาตรการดังต่อไปนี้ น้ำพุสามารถป้องกันโดยการติดตั้งก๊อกรักษา น้ำพุ และระบบการ

ระบายน้ำที่เหมาะสม นอกจากนี้ คุ้ระบายน้ำผิวดิน การขุดด้านบนและล้อมรอบพื้นที่น้ำพุ ผันน้ำผิวดินที่ไหลออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษ ถ้าบริเวณรอบๆ น้ำพุไม่แข็งแรง หรือมีการกัดเซาะ สามารถใช้อิฐมอญแห้งเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับพื้นที่ได้



3. บ่อที่ขุดเจาะจำเป็นต้องมีการซีลรอบๆ บ่ออย่างดี อันดับแรก ขานบ่อที่ใช้รับประกันว่าไม่มีสารปนเปื้อนเข้าสู่บ่อจากบริเวณจุดเข้าใช้งาน อันดับสอง การวางท่อ PVC ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (สำหรับบ่อขุด) หรือตัวบ่อสำเร็จที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (สำหรับบ่อเจาะ) ทำให้แน่ใจว่าไม่มีน้ำใกล้พื้นผิวเข้าสู่ด้านข้างบ่อน้ำ สำหรับน้ำพุ การติดตั้งระบบระบายน้ำที่เพียงพอจะทำให้สภาพแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียงแห้ง หลังจากเสร็จสิ้นการสร้างบ่อน้ำ การฆ่าเชื้อขั้นสุดท้ายด้วยคลอรีนจะฆ่าเชื้อก่อโรคส่วนใหญ่ที่ปนเปื้อนเข้ามาระหว่างการก่อสร้าง

4. กำหนดกฎระเบียบสำหรับประชาชนในชุมชน แผนการป้องกันระบบน้ำต้องมีการจัดทำขึ้นที่สามารถปรับเปลี่ยนไปตามพฤติกรรมของสมาชิกในชุมชน ทักษะติดต่อแผนและความรู้ของพวกเขา นอกจากการกำหนดมาตรการสำหรับการก่อสร้างแล้ว กฎระเบียบอย่างง่ายควรถูกกำหนดขึ้น และสื่อสารให้ทราบโดยเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น เช่น ห้ามถ่ายอุจจาระใกล้บ่อน้ำ ห้ามเลี้ยงสัตว์ใกล้บ่อน้ำ ห้ามทิ้งขยะลงในบ่อน้ำ เป็นต้น

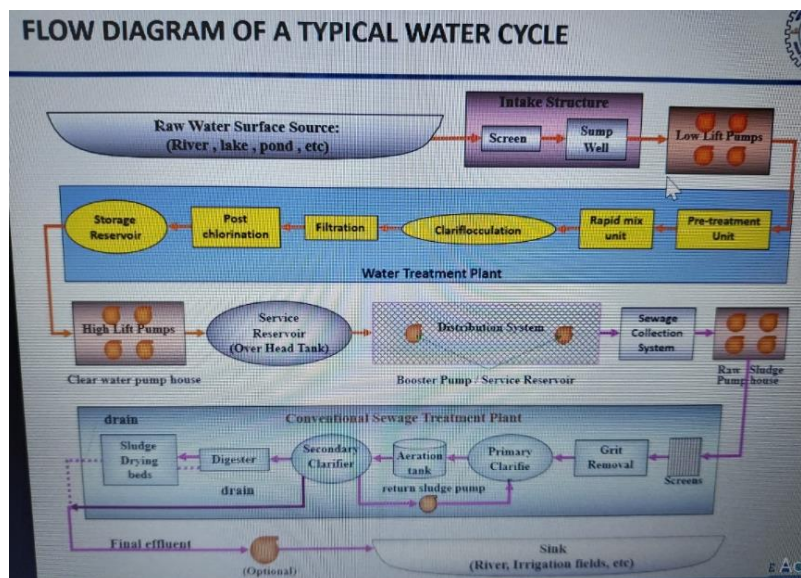
5. การบริหารจัดการ และการดูแลบำรุงรักษา การบริหารจัดการระบบที่เหมาะสมของผู้ใช้น้ำ และมีการดูแลบำรุงรักษาบ่อยๆ สม่าเสมอโดยเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น สามารถประกันว่าจะสามารถใช้งานจุดแจกจ่ายน้ำได้อย่างปลอดภัยนานๆ โดยการจ้างผู้ดูแลระบบให้ตรวจสอบระบบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมระบบน้ำพุ และบ่อ เช่น การแตกของขานบ่อ การรั่วของส่วนต่างๆ การแผ่ระวังพื้นที่รอบๆ บ่อ การดูแลระบบป้องกันการปนเปื้อน การซ่อมรั้วกัน การตรวจสอบระบบจัดการโดยผู้ใช้น้ำ และการฝึกอบรมด้านสาธารณสุข การตรวจสอบกฎระเบียบพื้นฐาน และการปฏิบัติตามโดยผู้ใช้น้ำ

6. สำหรับบ่อที่ไม่ได้ใช้งาน ทั้งบ่อที่อยู่รอบบ้านและฟาร์มที่ไม่ได้มีการซีลปิดอย่างดีหรือรื้อถอนออก บ่อเหล่านี้จะเป็นจุดวิกฤตในการปนเปื้อนสิ่งสกปรกสู่น้ำบาดาล และทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยได้ ดังนั้น บ่อที่ไม่ได้ใช้ควรมีการซีลปิดเพื่อป้องกันสิ่งปนเปื้อน และกำจัดอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เมื่อบ่อน้ำใหม่มีการขุดเจาะ บ่อเก่าจึงควรมีการซีลปิด บ่อที่ไม่ได้ใช้งานแล้วเป็นจุดที่น้ำผิวดินที่ไหลบ่ามาเข้าสู่ระบบน้ำได้โดยตรง ทำให้เกิดการปนเปื้อนเข้าสู่ระบบ และเกิดการกระจายไปสู่บ่อข้างเคียงได้

7. การพิจารณาต้นทุน ผู้วางแผนน้ำและชุมชนควรพิจารณาการป้องกันระบบแหล่งน้ำ เป็นประเด็นสำคัญเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ และลดต้นทุนการต้องทำน้ำให้บริสุทธิ์ การมุ่งเน้นไปที่การป้องกันแหล่งน้ำดื่มเพื่อลดหรือกำจัดความจำเป็นในการทำน้ำให้บริสุทธิ์ เป็นวิธีการสร้างความยั่งยืนกว่าการทำความสะอาดน้ำเมื่อเกิดการปนเปื้อนแล้ว มาตรการป้องกันที่ง่าย และสามารถก่อสร้างขึ้นโดยวัสดุที่หาได้ภายในชุมชนโดยประชาชนในชุมชน

ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายลดลง กฎระเบียบพื้นฐานสำหรับประชาชนในชุมชนสามารถกำหนดขึ้นและสื่อสารอย่างรวดเร็ว ประเด็นที่ช่วยรักษาแหล่งน้ำ บ่อน้ำ การดูแลบำรุงรักษา และทำให้แน่ใจว่าประชาชนจะเคารพและปฏิบัติตาม กฎระเบียบนั้น นำมาสู่มาตรการ ระบบนิเวศวิทยาที่ดี และได้รับการฟื้นฟูจะช่วยให้ น้ำบริสุทธิ์ ตามวัฏจักรน้ำ และ ลดสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ก่อนที่มันจะเข้าสู่แหล่งน้ำ และทำให้แหล่งน้ำปนเปื้อนได้ โดยรวมแล้ว การป้องกันแหล่งน้ำ จะช่วยลดการปนเปื้อนสิ่งสกปรกเข้าสู่ น้ำดื่ม และช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนเหล่านั้น หลังจากแหล่งน้ำถูกปนเปื้อนไปแล้ว

ระบบแจกจ่ายน้ำ และผลกระทบต่อการใช้พื้นที่เชื่อถือได้



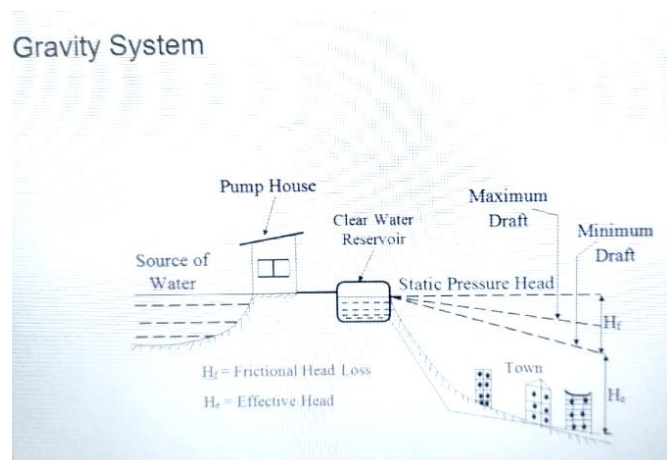
ระบบแจกจ่ายน้ำ เพื่อจัดส่งน้ำที่มีคุณภาพดีตามปริมาณที่ต้องการไปด้วยแรงดันที่เหมาะสม ส่วนประกอบที่สำคัญของสาธารณูปโภคด้านน้ำดื่ม เกี่ยวข้องกับ 40-70% ของงบประมาณที่ต้องใช้ทั้งหมด ประกอบไปด้วย ท่อ ปิ๊ม วาล์ว ถึงสำรองน้ำ จุดกักเก็บน้ำ มิเตอร์ ข้อต่อ และอุปกรณ์ไฮดรอลิก ระบบไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งจะเชื่อมต่อกับ ระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำหรือบ่อน้ำ และก๊อกน้ำของผู้บริโภค ประสิทธิภาพของระบบขึ้นกับการวางแผน การดำเนินการ และการดูแลบำรุงรักษาที่ดี ความต้องการเฉพาะของระบบแจกจ่ายน้ำ ได้แก่

1. ต้องสามารถจัดหาไปยังสถานที่ต่างๆ ด้วยแรงดันที่เหมาะสม
2. คุณภาพน้ำต้องไม่สูญเสีย หรือปนเปื้อนไปในท่อส่งน้ำ
3. แผนผังการแจกจ่ายน้ำควรเป็นแบบที่ผู้บริโภคต้องมีน้ำประปาใช้ตลอดเวลาในระหว่างการซ่อมแซม

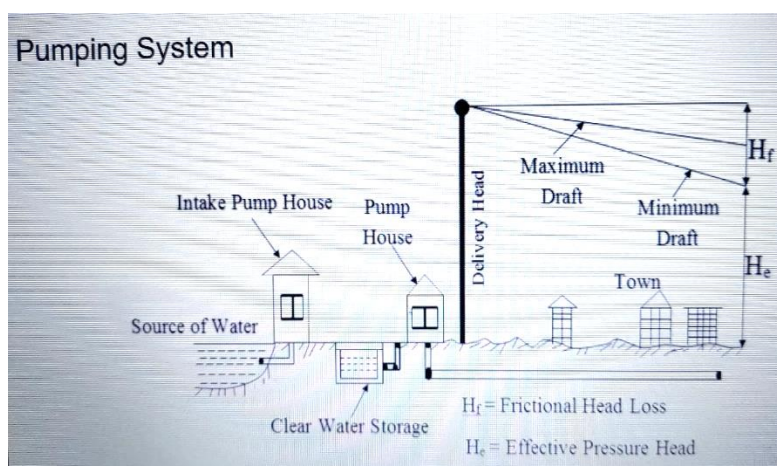
ระบบ

4. ท่อส่งน้ำควรวางให้ห่างจากท่อระบายน้ำอย่างน้อย 1 เมตรหรือมากกว่า
5. ระบบควรจะกันน้ำได้พอสมควร เพื่อรักษาการสูญเสียน้ำให้เกิดน้อยที่สุดจากการรั่วไหล
6. สามารถจัดหาในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการดับไฟ
7. ระบบควรถูกออกแบบมาให้บริการน้ำได้เพียงพอกับความต้องการในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน ที่มีคนต้องการใช้น้ำสูง โดย peak factor = 2.5 สำหรับพื้นที่เมือง ของประชากร 0.5 – 2 lakhs และสำหรับประชากรจำนวนมาก peak factor = 2

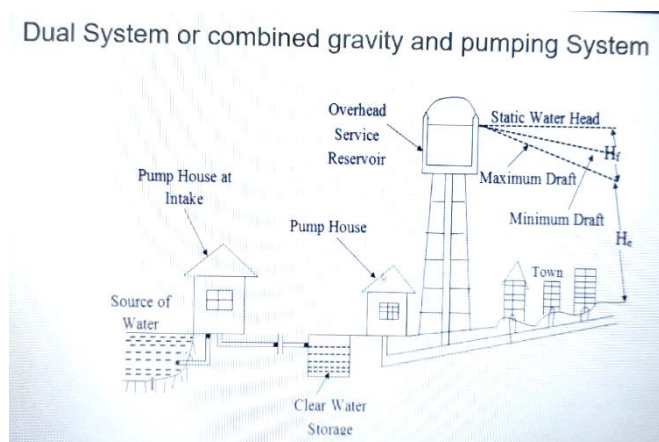
วิธีการแจกจ่ายน้ำ ได้แก่
ระบบแรงโน้มถ่วง



ระบบปั๊ม



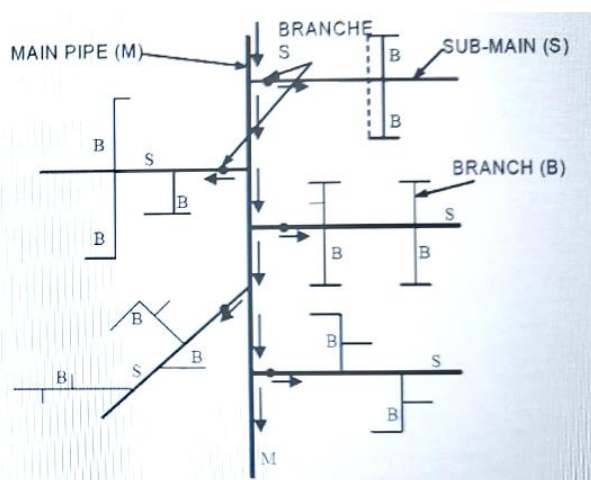
ระบบรวมระหว่างระบบแรงโน้มถ่วง และระบบปั๊ม



วิธีการจ่ายน้ำ

1. ระบบต่อเนื่อง (ระบบจ่ายน้ำที่ดีที่สุด สามารถจ่ายน้ำได้ 24×7) ทำได้เมื่อมีน้ำปริมาณที่เพียงพอ แต่การสูญเสียจะเกิดขึ้นได้มากหากระบบรั่ว
2. ระบบไม่ต่อเนื่อง ระบบท่อจะเป็นสนิมได้ง่ายกว่า เนื่องจากมีช่วงเปียกและช่วงแห้ง ดังนั้นค่าดูแลบำรุงรักษาจึงสูง อาจมีการปนเปื้อนน้ำเข้ามาในระบบได้ผ่านทางรูรั่วระหว่างช่วงที่ไม่มีการไหลของน้ำ การสูญเสียเนื่องจากแนวโน้มที่ประชาชนจะเก็บสำรองน้ำมากกว่าปริมาณที่ต้องการใช้ และทำให้ต้องสูญเสียน้ำจากการเก็บมากกว่าจำเป็น

แผนผังระบบแจกจ่ายน้ำ



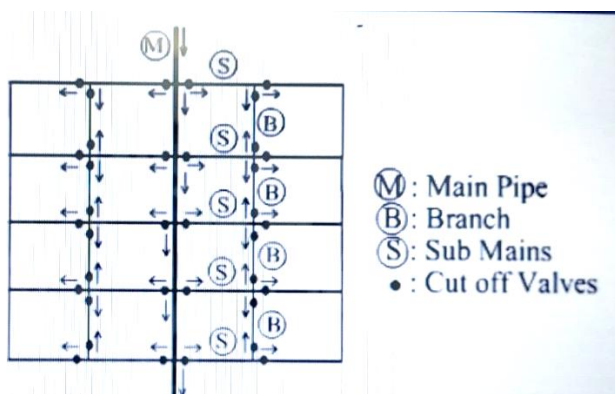
○ Dead end หรือ ระบบตันไม้

ข้อดี

1. การคำนวณการปล่อยน้ำ และแรงดัน ณ จุดต่างๆ ในระบบแจกจ่ายน้ำง่าย
2. วาล์วที่ต้องใช้ในระบบค่อนข้างน้อย
3. ขนาดหรือเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่ใช้เล็ก ดังนั้นระบบนี้จึงถูกและประหยัด
4. การวางผังท่อน้ำง่าย

ข้อด้อย

1. มีน้ำนิ่งที่จุด dead end ของท่อ เป็นสาเหตุของการปนเปื้อน ระบบจึงไม่ค่อยน่าเชื่อถือ
2. ระหว่างการซ่อมท่อหรือวาล์วที่จุดใดๆ ปลายน้ำทั้งหมดน้ำจะหยุดไหล
3. ปริมาณน้ำสำหรับใช้ดับเพลิงจะมีจำกัด



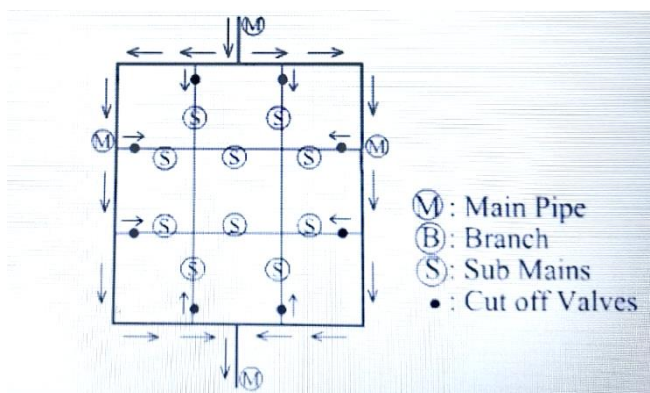
● ระบบตะแกรงเหล็ก

ข้อดี

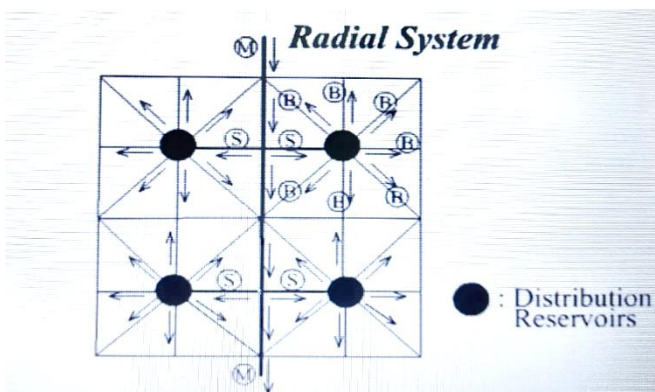
1. ในกรณีต้องมีการซ่อมจุดเล็กๆ ในระบบจ่ายน้ำจะได้รับผลกระทบ
2. ทุกจุดที่รับน้ำมาจากสองทิศทาง และด้วยแรงดันที่สูงขึ้น
3. ในการดับเพลิงจะมีน้ำเต็มเข้ามาจากท่อสาขาต่างๆ
4. มีการไหลเวียนของน้ำแบบอิสระ ดังนั้นจึงเสี่ยงต่อมลพิษอันเนื่องมาจากน้ำนิ่ง

ข้อด้อย

1. ต้องใช้ท่อที่มีความยาว และวาล์วจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง
2. การคำนวณขนาดท่อและแรงดันที่ต้องใช้ที่จุดต่างๆ ในระบบแจกจ่ายน้ำจะยาก ลำบาก และซับซ้อน



- ระบบวงกลมหรือวงแหวน



- ระบบรัศมี
(ระบบรวมของปั๊มและแรงโน้มถ่วง)

ท่อและแรงดันในระบบจ่ายน้ำ ชนิดของท่อที่ใช้ในระบบจ่ายน้ำ ประกอบด้วย ท่อเหล็กหล่อ ท่อสแตนเลส ท่อคอนกรีตทนแรงดัน ท่อ R.C.C. ท่อซีเมนต์ Asbestos ท่อเหล็ก Galvanized ท่อ PVC และพลาสติก แรงดันน้ำที่ต้องใช้สำหรับตึกขนาดต่างๆ ดังนี้

- ตึก 1 ชั้น ใช้แรงดัน 7 m head
- ตึก 2 ชั้น ใช้แรงดัน 12 m head
- ตึก 3 ชั้น ใช้แรงดัน 17 m head
- ตึก 3 - 6 ชั้น ใช้แรงดัน $2.1 - 4.2 \text{ kg/cm}^2$ (21 - 42 m)
- ตึก 6 - 10 ชั้น ใช้แรงดัน $4.2 - 5.2 \text{ kg/cm}^2$
- ตึก > 10 ชั้น ใช้แรงดัน $5.27 - 7 \text{ kg/cm}^2$

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ WSS

- ชนิดของระบบจ่ายน้ำ ได้แก่ ระบบไม่ต่อเนื่อง หรือ ระบบต่อเนื่อง
- ความพร้อมใช้งานของส่วนประกอบ (ความน่าเชื่อถือ) และบทบาทของมันในระบบจ่ายน้ำ

ประสิทธิภาพแตกต่างกันไปตามพื้นที่และเวลา ภายใต้หัวข้อหลักๆ 3 ข้อ ได้แก่

- การเชื่อมต่อของโหนดความต้องการกับระบบจ่ายน้ำ (ความน่าเชื่อถือทางกล)
- ความสามารถในการเข้าถึงน้ำในสถานที่ต่างๆ ด้วยแรงดันที่ต้องการ (ความน่าเชื่อถือทางไฮดรอลิก)
- การดูแลบำรุงรักษาของคุณภาพน้ำที่ต้องการที่ก๊อกน้ำ (ความน่าเชื่อถือของคุณภาพน้ำ)

ความน่าเชื่อถือของคุณภาพน้ำ น้ำที่ใช้สำหรับดื่มและเตรียมปรุงประกอบอาหาร ต้องได้ตามมาตรฐานกำหนด และควรปราศจากสิ่งมีชีวิตที่ก่อโรค ที่มาจากแร่ธาตุหรือสารอินทรีย์ที่ไม่ต้องการ ซึ่งจะผลิตผลกระทบทางกายภาพที่ไม่ดี การฆ่าเชื้อโรคในน้ำเป็นสิ่งจำเป็น และเป็นปรากฏการณ์สุดท้ายที่จะป้องกันโรคที่จะเกิดกับผู้บริโภคจากเชื้อก่อโรค ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย และโปรโตซัว พยาธิ ผลผลิตคลอรีนถูกใช้อย่างกว้างขวางในการเป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำดื่ม ควรมีการรักษาระดับสารฆ่าเชื้อโรคที่เหมาะสมตลอดเวลาที่ต้องการ เพื่อรักษาคุณภาพน้ำตามมาตรฐานตลอดเวลาการใช้งาน แต่ไม่ใช่เพียงการรักษาระดับของสารฆ่าเชื้อโรคที่ WTP แต่จำเป็นต้องมีการดูแลบำรุงรักษาจุดที่ไกลที่สุดของระบบจ่ายน้ำ เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อโรคที่ทุกจุด จึงต้องมีสถานี booster สารฆ่าเชื้อในระบบจ่ายน้ำด้วย ตำแหน่งที่ตั้งของสถานี booster สารฆ่าเชื้อ และปริมาณสารฆ่าเชื้อที่จุดต่างๆ เป็นประเด็นสำคัญสำหรับความน่าเชื่อถือของคุณภาพน้ำ

วิธีการฆ่าเชื้อโรค ได้แก่

- ทางกายภาพ (เช่น การต้ม) เป็นมาตรการฉุกเฉินระดับบุคคล หรือระดับครัวเรือน ไม่เหมาะสำหรับการจัดหาที่ต้องใช้ในระดับคนหมู่มาก ไม่รับรองความปลอดภัยต่อการปนเปื้อนในอนาคต
- การใช้รังสี (เช่น การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสง UV) เสนอวิธีการทางวิศวกรรมที่เข้มข้นและควบคุมได้ น้ำที่จะนำมาฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีนี้ต้องปราศจากสารแขวนลอย ปัจจัยจำกัดคือ ความลึกของน้ำ ข้อจำกัดการใช้ คือ Pvt. หรือ การใช้น้ำขนาดเล็กปริมาณไม่มาก ไม่เหลือสารอิสระคงเหลือในน้ำ
- การใช้สารเคมี (เช่น Halogens โอโซน metal ions เป็นต้น) มีการใช้มากทั่วโลก จัดหาง่าย และเหลือสารอิสระคงเหลือในน้ำ

สรุป

1. ระบบจ่ายน้ำที่นำเชื่อถือเป็นโครงสร้างเมืองที่สำคัญ
2. WSS ที่มีอยู่ไม่เพียงพออย่างมาก และอาจมีการชำรุด ใช้ไม่ได้บ่อยครั้ง
3. การเติบโตในส่วนน้ำได้รับแรงหนุนจากความใส่ใจในสุขภาพที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น และคุณภาพน้ำที่เสื่อมลง
4. ดังนั้น ความน่าเชื่อถืออยู่บนพื้นฐานของการออกแบบและความเข้มแข็งของระบบจ่ายน้ำที่มีอยู่เป็นพื้นที่สำคัญของการเรียนรู้และวิจัยในอนาคต
5. ความน่าเชื่อถือของ WDN สามารถประเมินได้ในประเด็นของการเชื่อมต่อระบบ ความสามารถในการเข้าถึงน้ำ และคุณภาพน้ำ ณ จุดก๊อกน้ำ

6. เมื่อ WSS ของเมืองเป็นโครงสร้างที่มีความสำคัญ และอาจเกิดการปนเปื้อนจากเหตุการณ์ธรรมชาติและจากมนุษย์ทำขึ้น (เช่น การขุดลอก การก่อการร้าย) จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับการสู่มเฝ้าระวัง และการตรวจสอบอย่างเข้มข้นเชิงลึก

ความรู้ ทศนคติ และการปฏิบัติ (KAP) สำหรับบริการ WASH ที่ยั่งยืน

การจัดการน้ำและสุขาภิบาล น้ำดื่มสะอาด และสุขาภิบาล เป็นประเด็นสำคัญต่อความปลอดภัยของสุขภาพประชาชน การขาดแคลนน้ำและการสุขาภิบาลเป็นเหตุผลหลักของการแพร่ระบาดของโรคผ่านทางอุจจาระในประเทศกำลังพัฒนา การสุขาภิบาลให้วิธีการที่ถูกสุขอนามัยในการส่งเสริมสุขภาพ WHO นิยาม สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมเป็นการควบคุมปัจจัยต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของมนุษย์ ซึ่งส่งผลเสียต่อการพัฒนาทางร่างกาย สุขภาพ และความอยู่รอด ประชากรมากกว่า 1 พันล้านคนในโลกที่กำลังพัฒนาขาดการเข้าถึงน้ำดื่มที่ปลอดภัย และเกือบ 2 พันล้านคนที่ขาดการเข้าถึงระบบการกำจัดของเสียที่เหมาะสมเพียงพอ ในประเทศกำลังพัฒนามีผู้ป่วยจำนวนมาก เนื่องจากการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่ไม่ดี เนื่องจาก น้ำที่มีการปนเปื้อน ดินที่มีการปนเปื้อน การกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ที่อยู่อาศัยที่ยากจน แมลงและสัตว์พาหะ อากาศที่ปนเปื้อน น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นต่อสุขภาพ และชีวิต ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยน้ำ 70% ดังนั้น น้ำที่สะอาด ปลอดภัย จึงควรปราศจากเชื้อก่อโรค ปราศจากสารเคมีที่เป็นอันตราย มีรสชาติที่ดี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ แหล่งของน้ำมาจาก น้ำฝน น้ำผิวดิน อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ ลำธาร สระน้ำ ทะเลสาบ น้ำใต้ดิน น้ำบ่อตื้น บ่อลึก น้ำพุ น้ำเสีย ประเด็น WASH จะตอบ SDG 6 รับประกันว่าทุกคนจะเข้าถึงน้ำและสุขาภิบาลอย่างยั่งยืน 6.1 น้ำดื่ม 6.2 สุขาภิบาลและสุขอนามัย 6.3 คุณภาพน้ำ 6.4 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 6.5 การจัดการแหล่งน้ำ 6.6 ระบบนิเวศวิทยา 6.A ความร่วมมือระหว่างประเทศ และการพัฒนาศักยภาพ 6.B การมีส่วนร่วมในท้องถิ่น

ความสำคัญของการศึกษา KAP คือ การพัฒนารูปแบบการรณรงค์ที่มีประสิทธิภาพ ในการส่งเสริมความรู้และความตระหนักในเรื่องของสุขภาพของประชาชน พัฒนาโปรแกรมในการแก้ไขปัญหาของสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขาภิบาล โดยเฉพาะเรื่องน้ำ และห้องส้วม เพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชนในเรื่องโปรแกรมสุขภาพ เพื่อคุณภาพการให้บริการด้านสุขภาพสำหรับชุมชน ส่งเสริมขอบเขตด้านสุขภาพในพื้นที่ที่ศึกษา

การระบุขอบเขตของการศึกษา ได้แก่ ขอบเขตทางภูมิศาสตร์ ข้อมูลประชากร ปัญหาที่มีอยู่และการจัดลำดับความสำคัญ บริการด้านน้ำและสุขาภิบาลที่มีอยู่ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ผลผลิตที่ตั้งใจไว้ และทรัพยากรที่มี

ขอบเขตทางภูมิศาสตร์ พื้นที่หรือชุมชนใดที่จะทำการศึกษา การสำรวจทางกายภาพเป็นสิ่งจำเป็นในการค้นหาปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระดับสุขอนามัยของประชากรในชุมชน เช่น สภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงทางฤดูกาล ภูมิประเทศ (หิน ภูเขา ทราย ฯลฯ) ขนาดของชุมชน บริการด้านน้ำและสุขาภิบาลที่มีอยู่ ที่ตั้งของแหล่งเกษตรกรรม สวน คลินิก โรงพยาบาล ร้านค้า โรงงาน ฯลฯ

ข้อมูลประชากรในชุมชน หรือพื้นที่ที่จะศึกษา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในเรื่องสุขอนามัย ได้แก่ ภาษา กลุ่มชาติพันธุ์และการปฏิบัติทางวัฒนธรรม ความต้องการล่ามแปลภาษา ศาสนา กิจกรรมในแต่ละวัน คนหลัก/ผู้นำในชุมชน ภาควิเคราะห์ (หน่วยสนับสนุนทุน หน่วยงานการเมือง ฯลฯ สมาชิกครัวเรือน จำนวนผู้อยู่อาศัยต่อครัวเรือน โรงเรียนและผู้เข้าร่วม โรงพยาบาล คลินิก หรือคลินิกเคลื่อนที่ อัตราการเสียชีวิต อัตราป่วย แพทย์

(แผนโบราณ และแผนปัจจุบัน) ความสมดุลทางเพศในชุมชน บทบาทและความรับผิดชอบในแต่ละเพศ กิจกรรมยังชีพ กิจกรรมด้านเศรษฐกิจศาสตร์ อุบัติการณ์การเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำและสุขาภิบาล - อะไรคือปัญหาที่มีอยู่ หรือการพิจารณาการจัดลำดับความสำคัญด้านสุขอนามัยในการจัดการน้ำ และสุขาภิบาลในพื้นที่ที่ศึกษา

- บริการน้ำประปาและสุขาภิบาลที่มีอยู่มีส่วนช่วยในการพัฒนาปรับปรุงระดับของสุขอนามัยในชุมชนอย่างไร

จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ของการใช้เครื่องมือ KAP มีดังนี้

- เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านพฤติกรรมด้านสุขอนามัยที่มีอยู่ในชุมชน

- เพื่อให้ได้ข้อมูลทัศนคติต่อสุขอนามัยที่มีอยู่ในชุมชน

- เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับระดับของความรู้ของประชากรในชุมชนเกี่ยวกับโรคที่เกิดจากสุขอนามัย น้ำ และอุจจาระ

- เพื่อระบุความจำเป็นหรือความต้องการของประชากรในชุมชนเกี่ยวกับการพัฒนาปรับปรุงสถานการณ์ด้านสุขอนามัย

ถ้าเครื่องมือนี้ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการประเมิน วัตถุประสงค์อื่นที่เกิดขึ้น ได้แก่ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของมาตรการที่เกี่ยวข้องกับสุขอนามัย ในการเปลี่ยนพฤติกรรมด้านสุขอนามัย และทัศนคติ ซึ่งใช้จัดการปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

ผลผลิตที่ตั้งใจไว้ อะไรที่ต้องการทำเกี่ยวกับข้อมูล จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษาควรเชื่อมโยงใกล้ชิดกับผลผลิตที่ตั้งใจไว้ ตัวอย่าง ถ้าผู้วิจัยตั้งใจจะรวบรวมจัดทำข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านสุขอนามัยที่มีอยู่ เพื่อพัฒนาโปรแกรมความตระหนักด้านสุขอนามัยที่ประสบความสำเร็จ หรือการอบรมเชิงปฏิบัติการ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ควรจะตอบโจทย์เหล่านี้ จึงมีความสำคัญที่ต้องมองถึงอนาคตและปัจจุบัน และเชื่อมโยงผลต่อการติดตามการดำเนินงานซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สำหรับโครงการ ข้อมูลจะมุ่งเน้นที่พื้นที่ที่ต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยจึงควรพิจารณาแผนสำหรับการศึกษาในอนาคตด้วย เช่น หลังจากได้ลงมาตรการไว้แล้ว

ทรัพยากรอะไรบ้างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้การวิจัยประสบความสำเร็จ

- ทรัพยากรบุคคล ที่มีประสบการณ์ และทักษะในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สังคม และคุ้นเคยกับประเด็นงานด้านน้ำ สุขาภิบาล และสุขอนามัย

- ทรัพยากรด้านการเงิน เพื่อใช้จ่ายแก่นักวิจัย เท่ากับเวลาที่สูญเสียไป ที่อยู่อาศัย การยังชีพ ค่าเดินทาง ค่าบริหารจัดการ ค่าฝึกอบรม ค่าอาหารว่างระหว่างการอภิปรายกลุ่ม โครงสร้างพื้นฐานต่างๆ เป็นต้น ยุทธศาสตร์ 5 กลุ่มของพฤติกรรมสุขอนามัยที่ศึกษา ขึ้นกับสิ่งที่สนใจจะศึกษา

กลุ่มของพฤติกรรมสุขอนามัย	ลักษณะและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง
การสุขาภิบาล การกำจัดสิ่งปฏิกูล (กลุ่ม A)	ที่ตั้งของสถานที่ขบถ่ายอุจจาระ การดูแลบำรุงรักษาห้องส้วม (โครงสร้างและความสะอาด) การกำจัดอุจจาระเด็ก การล้างมือและการใช้สารทำความสะอาด
การจัดการน้ำ แหล่งน้ำ (กลุ่ม B)	การป้องกันแหล่งน้ำ การปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลลงสู่แหล่งน้ำ การดูแลบำรุงรักษาแหล่งน้ำ การใช้น้ำที่แหล่งน้ำ

กลุ่มของพฤติกรรมสุขอนามัย	ลักษณะและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง
	กิจกรรมอื่นๆ ที่แหล่งน้ำ วิธีการเก็บสำรองน้ำ อุปกรณ์เครื่องใช้ และการขนส่ง
การจัดการน้ำ การใช้น้ำ (กลุ่ม C)	การจัดการสำรองน้ำและการปรับปรุงคุณภาพที่บ้าน การใช้น้ำ และการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ที่บ้าน การล้างมือ การอาบน้ำ การล้างอุจจาระเด็ก การซักเสื้อผ้า
สุขาภิบาลอาหาร สุขอนามัยด้านอาหาร (กลุ่ม D)	การเตรียมปรุงประกอบอาหาร การใช้อุปกรณ์สำหรับการปรุงประกอบอาหาร การเสิร์ฟอาหาร การให้อาหารเด็กเล็ก และการเก็บรักษาอาหารที่รับประทานเหลือ การล้างมือ การล้างภาชนะ วัสดุอุปกรณ์ การอุ่นอาหารที่เก็บไว้
สิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัย และสุขอนามัยสิ่งแวดล้อม (กลุ่ม E)	การทำความสะอาดพื้นและลานบ้าน การกำจัดของใช้ในครัวเรือน การทำความสะอาดทางเดิน พื้นที่เล่น และถนน การจัดการสัตว์เลื้อยในบ้าน การระบายน้ำพื้นที่รอบๆ สภาพที่อยู่อาศัย

วิธีการศึกษา

Focus group discussion method การอภิปรายกลุ่มในประเด็นที่ทำการศึกษา โดยกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกสูงสุด 10 คน

ประเด็นที่ทำการศึกษา ได้แก่

สุขอนามัย การล้างมือด้วยสบู่ การแปรงฟัน การอาบน้ำ การสระผม การตัดเล็บ

สุขาภิบาล การขับถ่าย ห้องส้วม (การทำความสะอาด และ ถังเกรอะ)

การใช้น้ำ แหล่งน้ำ การสำรองน้ำ การจัดการน้ำ

สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม ของเสียที่เป็นของแข็ง ของเสียที่เป็นของเหลว คอกสัตว์

ช่องทางการสื่อสาร แหล่งข้อมูล สื่อที่มีประสิทธิภาพ ข้อความที่มีประสิทธิภาพ

ปัจจัยที่มีผลกระทบอื่นๆ โปรแกรมรัฐบาล โปรแกรมเอกชน การมีส่วนร่วมของชุมชน การจัดลำดับความสำคัญของชุมชน

ผลการศึกษา

สุxonามัย การล้างมือด้วยสบู่ กลิ่น ถ้ามือมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ฉันทล้างมือของฉัน ถ้าไม่ฉันก็ไม่...

แสดงให้เห็นว่า

- การล้างมือด้วยสบู่ไม่ใช่พฤติกรรมปกติที่ทำ
- การล้างมือ ถ้ามือมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ วิธีการเลือกเพื่อกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้แก่ การใช้ใบไม้ การใช้โคลนล้าง
- การอาบน้ำ และการแปรงฟัน พฤติกรรมการอาบน้ำสัมพันธ์กับกิจกรรมของเด็ก
- การสระผม ในสภาวะบางอย่างเด็กสระผมโดยใช้น้ำเท่านั้น
- การตัดเล็บ พฤติกรรมการตัดเล็บจะสัมพันธ์กับการลงโทษของโรงเรียน

การขับถ่าย การใช้ห้องส้วม และการทำความสะอาดห้องส้วม ถ้าไม่สะดวกในการขับถ่ายในห้องส้วม ฉันชอบขับถ่ายลงในแม่น้ำมากกว่า เพื่อสะดวกกว่า

แสดงให้เห็นว่า

- ห้องส้วมไม่ได้ถูกใช้งานเพื่อการขับถ่ายโดยทั่วไป
- ห้องส้วมส่วนตัวมีการทำความสะอาด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ขณะที่ห้องส้วมสาธารณะไม่มีใครดำเนินการ

การใช้ถังเกรอะ อุจจาระจะถูกปล่อยทิ้งลงในสระน้ำ และปล่อยให้ปลากิน และปลาจะถูกกินโดยเรา

แสดงให้เห็นว่า

- การใช้ถังเกรอะยังน้อยอยู่
 - คนส่วนใหญ่ที่มีถังเกรอะไม่ได้มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับความสำคัญของมัน แต่บ้านของพวกเขาอยู่ไกลจากแม่น้ำ
 - ปัจจัยอื่นๆ ในพื้นที่ชายฝั่ง ประชากรบางกลุ่มมีปัญหาในการสร้างถังเกรอะ เนื่องจากน้ำขึ้นลึกถึง 2 เมตร
- การใช้น้ำ แหล่งน้ำสำหรับดื่ม บ่อน้ำ น้ำพุ PDAM AMDK (น้ำผ่านกระบวนการ) และในบางสภาวะ และบางพื้นที่ใช้น้ำแม่น้ำ น้ำสระ “สำหรับการอาบน้ำ และล้าง ปกติเราสำรองน้ำจากแม่น้ำ เราเห็นว่าน้ำใส และนั่นหมายถึงน้ำสะอาด” “เราจะตม่น้ำชั่วขณะหนึ่ง ถ้าไม่เช่นนั้นมันอาจเป็นสาเหตุของโรคติดต่อ”

แสดงให้เห็นว่า

- การเข้าถึงน้ำสำหรับดื่มยากลำบาก
- ความเข้าใจเกี่ยวกับการดื่มน้ำค่อนข้างดี

สาเหตุของการปัญหาการเข้าถึงน้ำ ได้แก่ ระยะทางของแหล่งน้ำ ระยะทางระหว่างบ้านกับแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลในน้ำจากบ่ออื่นๆ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติจากบริษัทต่างๆ เช่น เกษตรกรรมเหมืองแร่ บริษัทผลิตน้ำดื่ม

คุณภาพน้ำ ความรู้ของประชาชนเรื่องน้ำปลอดภัย คือ การตัดสินใจจากลักษณะที่เห็น ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ถ้าใส พวกเขาจะคิดว่าน้ำปลอดภัย

สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม ขยะของแข็ง ขยะที่ถูกทิ้งหลังข้าง และเผาไหม้ แต่มีหลายคนที่ยังขยะลงแม่น้ำ

แสดงให้เห็นว่า

- ความตระหนักในการทิ้งขยะในสถานที่ที่เหมาะสมยังต่ำ
- ความเข้าใจต่อการจัดการขยะมูลฝอยยังต่ำ

ของเสียที่เป็นของเหลวจากบ้านเรือน ตามปกติจะทิ้งลงคูคลอง แม่น้ำ และลานคอกสัตว์ “ฉันมีคอกเลี้ยงสัตว์ใกล้บ้านมานานหลายปี ฉันไม่เคยมีปัญหาใดๆ เกิดขึ้น...”

แสดงให้เห็นว่า

- ความเข้าใจในเรื่องระยะปลอดภัยระหว่างบ้านเรือนกับคอกสัตว์ยังต่ำ
- ประชาชนมีแนวโน้มที่จะรักษาพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้อง และจะเปลี่ยนแปลงเมื่อบางสิ่งที่ไม่ดี หรือเลวร้ายเกิดขึ้นกับพวกเขา

ช่องทางการสื่อสารประชาสัมพันธ์ สื่อข้อมูล เช่น โทรทัศน์ วิทยุ บางคนในพื้นที่ศึกษาได้รับข้อมูลจากหนังสือพิมพ์ วารสาร “การฟังวิทยุ เราจะฟังแต่เพลง และโปรแกรมบันเทิงจากโทรทัศน์เท่านั้น” “ในชุมชนข้อความ (ข้อความด้านสุขภาพ) เป็นเพียงคำขวัญเท่านั้น”

แสดงให้เห็นว่า

- ความกระตือรือร้นของประชาชนต่อข้อมูลด้านสุขภาพยังต่ำ
- มีสัดส่วนของข้อมูลด้านสุขภาพเพียงเล็กน้อยในสื่อข้อมูลที่เผยแพร่
- ประชาชนมีแนวโน้มที่จะไม่แยแสต่อข้อมูลด้านสุขภาพ

สื่อที่มีประสิทธิภาพ อยู่บนพื้นฐานของผลการศึกษา สื่อที่มีประสิทธิภาพเป็นข้อมูลที่ถ่ายทอดมาจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขโดยตรง ปัจจัยที่เป็นอุปสรรค ได้แก่ คนที่มีองค์ความรู้ไม่ได้มีส่วนสำคัญในการถ่ายทอดข้อความด้านสุขภาพ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขไม่เพียงพอต่อจำนวนประชากรและพื้นที่

ปัจจัยที่มีอิทธิพล “เงินมากกว่าสุขภาพ” “มันยากที่บอกให้ประชาชนทำความสะอาดสิ่งแวดล้อมรอบๆ ให้คนที่ได้รับเงินของรัฐบาลทำสี”

แสดงให้เห็นว่า

- สุขภาพไม่ได้เป็นสิ่งสำคัญลำดับต้นๆ ของพวกเขา
- การลดงานของชุมชน ซึ่งเป็นทุนทางสังคม มันเป็นปัจเจก

ปัจจัยอื่นๆ

- โปรแกรมของรัฐบาลเหมือนกับจะทับซ้อนกับงานของหน่วยอื่นๆ และไม่มีการประเมินผลและการกำกับดูแลอย่างต่อเนื่อง
- การบูรณาการระหว่างหน่วยงานภาครัฐกับหน่วยงานเอกชนน้อย
- บริษัทรอบๆ พื้นที่ที่ศึกษาไม่ได้มีส่วนช่วยสนับสนุนในการส่งเสริมสุขภาพของประชาชนอย่างแท้จริง

การส่งเสริมสุขอนามัยระหว่างชุมชนเมื่อกับชุมชนชนบท

- ทุกวันนี้ 1 ใน 4 ของประชากร หรือ 2 พันล้านคนทั่วโลกขาดการเข้าถึงน้ำดื่มปลอดภัย (WHO/UNICEF 2021)
- เกือบครึ่งของประชากรโลก หรือ 3.6 พันล้านคน ขาดการเข้าถึงสุขาภิบาลที่ปลอดภัย (WHO/UNICEF 2021)
- 494 ล้านคนยังคงมีพฤติกรรมขับถ่ายในที่โล่ง (WHO/UNICEF 2021)
- 1 ใน 3 ของประชากร หรือ 2.3 พันล้านคนทั่วโลก ขาดสิ่งสนับสนุนสำหรับการล้างมือขั้นพื้นฐานที่บ้าน

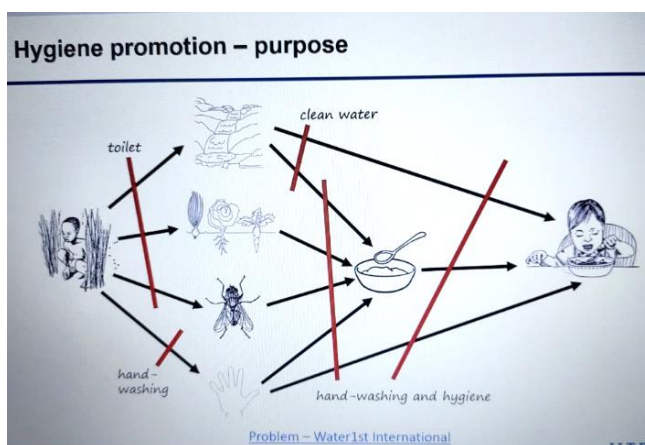
(WHO/UNICEF 2021)

- เพื่อให้การเข้าถึงการจัดการสุขาภิบาลที่ปลอดภัยสากลในปี 2030 จำเป็นต้องเร่งการดำเนินงาน 4 เท่า จากอัตราความก้าวหน้าปัจจุบัน (UN-Water 2021)

- เกือบครึ่งของโรงเรียนทั่วโลกไม่มีสิ่งสนับสนุนสำหรับล้างมือ พร้อมสบู่และน้ำ (WHO/UNICEF 2020)
 - น้ำประมาณ 50 ลิตร ต่อคนต่อวัน เป็นความจำเป็น เพื่อประกันว่าได้ตามความจำเป็นขั้นพื้นฐาน เป็นการรักษาระดับความเสี่ยงด้านสาธารณสุขให้ต่ำที่สุด (WHO, 2017)
 - ประชากร 207 ล้านคนใช้เวลากว่า 30 นาทีต่อรอบการเดินทาง เพื่อสำรอน้ำจากแหล่งน้ำที่มีการปรับปรุง (WHO/UNICEF 2019)
 - ทั่วโลก อย่างน้อย 2 พันล้านคนใช้แหล่งน้ำดื่มที่ปนเปื้อนด้วยอุจจาระ (WHO, 2019)
 - ทุกวัน เด็กอายุต่ำกว่า 5 ขวบ กว่า 700 คนเสียชีวิตจากโรคอุจจาระร่วงที่มีความเกี่ยวข้องกับน้ำ สุขาภิบาล และสุขอนามัยที่ไม่ดี (UNICEF, 2021)
 - เด็กอายุต่ำกว่า 5 ขวบ จำนวน 297,000 คน และ มากกว่า 800 คน ต่อวัน เสียชีวิตในแต่ละปีจากโรคอุจจาระร่วง เนื่องจากสุขาภิบาลที่ไม่ดี สุขอนามัยที่ไม่ดี หรือ น้ำดื่มที่ไม่ปลอดภัย (WHO, 2019)
 - เด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี ที่อาศัยอยู่ในประเทศที่ประสบกับความขัดแย้งยืดเยื้อ เสียชีวิตคิดเป็น 20 เท่าจากสาเหตุน้ำ และสุขาภิบาลที่ไม่ปลอดภัย มากกว่าจากความรุนแรงโดยตรง (UNICEF, 2019)
 - ในแต่ละปี ผู้เสียชีวิต 1 ล้านคน มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดที่ไม่สะอาด การติดเชื้อคิดเป็น 26 % ของทารกแรกเกิด และ 11% ของการตายของมารดา (WHO/UNICEF 2019)
 - การส่งเสริมสุขอนามัยเป็นมาตรการด้านสุขภาพที่คุ้มค่าที่สุด (World bank 2016)
 - การสูญเสียผลผลิตงบประมาณจากโรคที่สัมพันธ์กับน้ำและสุขาภิบาลของหลายประเทศคิดเป็น 5 % ของ GDP (WHO, 2012)
 - การเข้าถึงน้ำดื่มปลอดภัย สุขาภิบาลที่เหมาะสม และสุขอนามัยสากล จะลดความชุกการเกิดโรคทั่วโลกลง 10 % (WHO, 2012)
 - ในอินเดีย ครึ่งเรือน 53% หรือ ประชากร 600 ล้านคน ขับถ่ายในที่โล่ง โดย 69.3% อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ชนบท และ 18.6% อาศัยอยู่ในพื้นที่เขตเมือง
 - การศึกษาในพื้นที่พบว่าการใช้ห้องส้วมที่มีอยู่ทั้งในพื้นที่เขตเมืองและชนบทต่ำมาก
 - การเสียชีวิตด้วยโรคอุจจาระร่วงทั้งหมดในอินเดีย เกิดในเด็กอายุ 0 – 6 ปี ประมาณ 158,209 ราย และการตายตามสัดส่วนเนื่องจากโรคอุจจาระร่วงในเด็กอายุกลุ่มนี้คิดเป็น 9.1%
 - เด็กอายุต่ำกว่า 5 ขวบ ประมาณ 2,000 คน เสียชีวิตทุกปีจากโรคอุจจาระร่วง และจากจำนวนนี้ 1,800 คนเกิดจากสาเหตุที่ไม่สะอาด และสุข
- การส่งเสริมสุขอนามัยคืออะไร
- การส่งเสริมสุขอนามัยเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้คนเพิ่มการควบคุมและปรับปรุงสุขอนามัยของพวกเขา (ดัดแปลงจาก WHO)?
 - การส่งเสริมสุขอนามัยเป็นกระบวนการวางแผน ความพยายามอย่างเป็นระบบในการช่วยให้ประชาชนมีพฤติกรรมในการป้องกันหรือลดโรคที่เกี่ยวกับน้ำ สุขาภิบาล และสุขอนามัย (WASH Cluster)
 - การส่งเสริมสุขภาพนิยามได้ว่าเป็นการผสมผสานระหว่างความรู้ พฤติกรรม และทรัพยากรของประชาชนกับความรู้ และทรัพยากรของหน่วยงาน ซึ่งจะร่วมด้วยช่วยกันลดหรือหลีกเลี่ยงพฤติกรรมเสี่ยงด้านสุขอนามัย (SPHERE)

ทำไมการส่งเสริมสุขอนามัยจึงสำคัญ

- ทั่วโลก โรคอุจจาระร่วงคร่าชีวิตเด็กอายุต่ำกว่า 5 ขวบมากเท่ากับโรคมาลาเรีย HIV/AIDS และ TB รวมกัน (4,000 ราย ต่อวัน)
- ครึ่งหนึ่งของเตียงโรงพยาบาลในประเทศกำลังพัฒนาถูกใช้โดยผู้ป่วยด้วยโรคติดต่อที่เกี่ยวข้องกับ WASH
- โรคอุจจาระร่วงเป็นสาเหตุของโรคขาดสารอาหารในเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี
- การล้างมือด้วยสบู่จะช่วยลดความเสี่ยงของโรคอุจจาระร่วงลงได้ประมาณ 40 – 50 %
- การสุขาภิบาลที่ดีช่วยลดความเสี่ยงโรคอุจจาระร่วงลงได้ประมาณ 32% คุณภาพน้ำที่ดีในครัวเรือน ช่วยลดความเสี่ยงโรคอุจจาระร่วงลงได้ประมาณ 35% คุณภาพและปริมาณของน้ำที่ดีช่วยลดความเสี่ยงโรคอุจจาระร่วงลงได้ประมาณ 25%



ประเด็นหลักของการส่งเสริมสุขอนามัย

- สุขอนามัยส่วนบุคคล การล้างมือด้วยสบู่ การอาบน้ำ การจัดการสุขอนามัยระหว่างมีประจำเดือน การใช้ห้องส้วม
- สุขอนามัยในครัวเรือน ห่วงโซ่ที่ปลอดภัย การปรับปรุงคุณภาพน้ำในครัวเรือน การใช้ห้องส้วม สุขาภิบาลอาหาร ความสะอาดของบ้านเรือน การจัดการสัตว์เลี้ยง
- สุขอนามัยสิ่งแวดล้อม การจัดการแหล่งน้ำในชุมชน (การป้องกัน การสูมฝักระวัง) การจัดการของเสียของชุมชน การดูแลบำรุงรักษาห้องส้วม การระบายน้ำ การควบคุมสัตว์พาหะ การดูแลบำรุงรักษาสถานที่สาธารณะ
- โรคที่เกี่ยวข้องกับ WASH การแพร่ระบาด การป้องกัน การควบคุมและรักษา
- การระดมชุมชนเพื่อดำเนินการ การใช้และดูแลบำรุงรักษาส่งสนับสนุนด้าน WASH การเลือกและการกระจายวัสดุอุปกรณ์ด้านสุขอนามัย

ความเข้าใจในพฤติกรรมที่เป็นอยู่

“บ่อยครั้งที่เด็กเล็กไม่ใส่ผ้าอ้อม เนื่องจากมันจะจำกัดการเจริญเติบโต” “ผู้หญิงเผ่า Bane ในภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศเอธิโอเปีย จะไม่ซักเสื้อผ้าที่ต่ำกว่าเอว เพราะจะทำให้การเจริญพันธุ์ของพวกเขายหายไป” “หญิงตั้งครรภ์ในหลายภาคของประเทศยูกันดาไม่ใช้ส้วมหลุม เนื่องจากเป็นสิ่งที่ไม่ดี อาจเข้าตัวพวกเขา และฆ่าลูกๆ ของพวกเขา” เหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องทำความเข้าใจในวัฒนธรรมที่มีอยู่ เป็นเรื่องละเอียดอ่อนต่อการทำลายความเชื่อ

และการรับรู้ที่มีมาอย่างยาวนาน เป็นสิ่งที่สำคัญ เพื่อประกันถึงประสิทธิภาพของโครงการการส่งเสริมสุขอนามัย และไม่จบโครงการด้วยการทำให้ชุมชนเป้าหมายเกิดการแตกแยกหรือขุ่นเคือง

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม ได้แก่ ผลที่ตามมาที่รับรู้ได้ ความเสี่ยงที่รับรู้ได้ ประสิทธิภาพที่รับรู้ได้ ทักษะ การเข้าถึง วัฒนธรรม ศาสนา คิวสำหรับการกระทำ ความรู้ การทำความเข้าใจว่าพฤติกรรมที่มีอิทธิพลใดเป็น ขั้นตอนแรกในการพัฒนามาตรการที่สามารถช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้

สิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขาภิบาล - ห้องส้วม ท่อระบายน้ำ และระบบบำบัดน้ำเสีย

เป้าหมาย 6.2 สุขาภิบาลและสุขอนามัย

MDG/SDG	บันไดการบริการ	การตระหนักรู้แบบก้าวหน้า
SDG 6.2	สุขาภิบาลที่มีการจัดการอย่างปลอดภัย	สิ่งอำนวยความสะดวกส่วนตัวที่ปรับปรุงแล้วที่สิ่งปฏิกูลจะได้รับกำจัดอย่างปลอดภัย ณ สถานที่ตั้ง หรือ ขนส่งและกำจัด ประกอบกับมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการล้างมือ พร้อมน้ำและสบู่
MDG continuity	สุขาภิบาลพื้นฐาน	สิ่งอำนวยความสะดวกที่ได้รับการปรับปรุงซึ่งแยกของเสียจากการสัมผัสของมนุษย์ (ส่วนตัว)
	สุขาภิบาลที่ใช้ร่วมกัน	สิ่งอำนวยความสะดวกที่ได้รับการปรับปรุงซึ่งแยกของเสียจากการสัมผัสของมนุษย์ (ใช้ร่วมกันกับคนอื่นๆ)
	สุขาภิบาลที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง	สิ่งอำนวยความสะดวกที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงไม่ได้แยกของเสียจากการสัมผัสของมนุษย์
	ไม่มีให้บริการ	การขับถ่ายในที่โล่ง

ความครอบคลุมด้านสุขาภิบาลในอินเดียชนบท 85%

การใช้ห้องส้วมในอินเดียชนบท 91 – 97%

ห่วงโซ่สุขาภิบาลและการจัดการสิ่งปฏิกูล

การขับถ่าย	การเก็บ	การขนส่ง	การกำจัด	การนำกลับมาใช้
1. การลดการขับถ่ายในที่โล่ง 2. การเข้าถึงห้องส้วมที่ถูกหลักสุขาภิบาล	1. ระบบการเก็บที่ได้อัตราฐาน เพื่อหลีกเลี่ยงการรั่วในระบบ	1. การเก็บและการขนส่งสิ่งปฏิกูลที่ปลอดภัย เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายต่อสุขภาพ และการรั่วไหลไปยังสิ่งแวดล้อม	1. การบำบัดน้ำเสียจนถึงระดับการกำจัดที่ปลอดภัย	1. การนำผลิตภัณฑ์สุดท้ายกลับมาใช้ใหม่เพื่อสร้างผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ
ถังบำบัดน้ำเสีย ส้วมหลุม หลุมซึม		รถดูดส้วม (รถบรรทุกสุญญากาศ)	โรงบำบัดสิ่งปฏิกูล	พื้นที่เกษตรกรรม การฝังกลบ

1. ห้องส้วมส่วนตัว
2. ห้องส้วมใช้ร่วมกัน
3. ห้องส้วมชุมชน
4. ห้องส้วมสาธารณะ

1. การขับถ่ายในที่โล่ง
2. ส้วมชนิดเคลื่อนที่/ส้วมสนาม
3. ส้วมถ้ำ
4. ส้วมหลุมแบบง่าย
5. ส้วมหลุมที่ปรับปรุงระบบระบายอากาศ
6. ส้วมนั่งยองราด พร้อมบ่อหรือถังเกรอะ
7. ส้วมนั่งราบพร้อมถังบำบัดน้ำเสีย
8. ส้วมราดน้ำพร้อมถังบำบัดน้ำเสีย
9. ส้วมราดน้ำพร้อมถังเก็บ

ไม่นับเป็นสุขาภิบาลระดับพื้นฐาน
/ ปรับปรุง ใน MDGs

สามารถจัดอยู่ในสุขาภิบาล
ระดับพื้นฐาน/ปรับปรุงแล้ว ใน
MDGs ถ้าไม่มีรูเปิด แต่เป็นหลุมมี
แผ่นพื้นปิด ไม่ใช้ร่วมกัน ไม่เป็น
ส้วมสาธารณะ และมีการดูแลสิ่ง
ปฏิกูลอย่างเพียงพอ

การขับถ่ายในที่โล่ง / ส้วมชนิดเคลื่อนที่ / ส้วมสนาม

การขับถ่ายในที่โล่ง ประชากรประมาณ 2.4 พันล้านคนไม่สามารถเข้าถึงสุขาภิบาลระดับพื้นฐานได้ (WHO/UNICEF, 2006) และหลายคนใช้การขับถ่ายในที่โล่ง หรือใช้ถ้ำ ส้วมเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นความเสี่ยงทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญ ยกเว้นในพื้นที่ที่ความหนาแน่นของประชากรต่ำ หากฝนตกจะมีการพัดพาอุจจาระปนเปื้อนเข้าไปในน้ำ เป็นตัวอย่างของการเกิดเหตุการณ์ระบาดของโรคอุจจาระร่วงที่เพิ่มขึ้น ระหว่างฤดูฝน ในพื้นที่กึ่งเมืองในประเทศที่กำลังพัฒนา หรือด้อยพัฒนา

ส้วมเคลื่อนที่ การขับถ่ายในถุงพลาสติก และขว้างทิ้ง ปัญหาสำคัญที่พบ ได้แก่ ถุงพลาสติกอุดตันทางระบายน้ำ ถุงพลาสติกแตก และปล่อยสิ่งปฏิกูลออกมา สัตว์และเด็กเล็กมีโอกาสสัมผัสกับอุจจาระสดได้

ส้วมหลุมแบบง่าย การขับถ่ายจะเป็นส้วมลักษณะหลุมบนพื้น หลุมจะลึก 2 เมตรขึ้นไป ปิดด้วยแผ่นปิดส้วม เส้นผ่านศูนย์กลางหลุม 1 – 1.5 เมตร (จะเป็นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมก็ได้) รูอาจเรียงรายรอบด้านบนเพื่อป้องกันการยุบตัว หลุมถูกออกแบบให้ของเหลวจากสิ่งปฏิกูลซึมลงดิน มีใช้มากในพื้นที่ชนบท พื้นที่บริเวณรอบเมือง สลัม โรงเรียน ในสถานการณ์ฉุกเฉิน แคมป์ผู้พลัดถิ่น

ส้วมหลุมที่ปรับปรุงระบบระบายอากาศ คล้ายกับส้วมหลุมอย่างง่าย แต่เพิ่มท่อปล่อยอากาศและฉากกันแมลงวันได้ เพื่อลดกลิ่นและลดการแพร่พันธุ์ของแมลงวัน ห้องส้วมและหลุมควรมีดเพื่อไม่ปล่อยแมลงวัน ส้วมบางแห่งถูกสร้างเป็นโครงสร้างหลุมคู่ บ่อต้องไม่จมน้ำเพราะมีฉนวนกันน้ำจะเต็มเร็วเกินไป

ส้วมหลุมที่ปรับปรุงระบบระบายอากาศชนิดหลุมคู่ หลุมคู่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มพื้นที่หลุมให้ว่างและสามารถใช้ได้ตลอด นำมาใช้ซ้ำได้ เมื่อเทียบกับหลุมเดี่ยว หลุมถูกใช้สลับกันทุก 6 เดือน หรือ 12 เดือน แต่หากการจัดการสิ่งปฏิกูล และมีมลพิษสำหรับน้ำบาดาล ส้วมชนิดนี้ยังคงเป็นปัญหาได้

ส้วมหลุมชนิดราดน้ำ หลังจากขับถ่าย ต้องราดน้ำ 2-3 ลิตร ลงในโถส้วมเพื่อราดอุจจาระลงไปหลุมหรือถังบำบัดน้ำเสีย ในส้วมจะมีน้ำที่หล่อไว้ เพื่อลดกลิ่นและการสัมผัสโดยตรง และมีท่อระบายอากาศ เพื่อหลีกเลี่ยงกลิ่นและการรบกวนของแมลงวัน ส้วมราดสามารถตั้งอยู่ภายในบ้านได้ เนื่องจากมีน้ำหล่อส้วมเพื่อป้องกันกลิ่นไม่ตี และการรบกวนของแมลงวันแล้ว

ปัญหาทั่วไปของส้วมหลุม ได้แก่ กลิ่นแรง การแพร่พันธุ์ของแมลงวัน ส้วมเต็ม หลุมยุบตัว ไม่มีพื้นที่ว่างสำหรับขุดหลุมใหม่ ยากในการขุดหลุมใหม่ถ้าพื้นเป็นหินแข็ง ไม่มีระบบให้หลุมว่างเปล่า (ขาดการจัดการสิ่งปฏิกูล) ส้วมหลุมมีกลิ่น มลภาวะต่อน้ำบาดาลที่ตูดขึ้นในในระยะต้นๆ เพื่อเป็นแหล่งน้ำดื่ม

ทำไมส้วมหลุมจึงมีการใช้กันมากในพื้นที่รายได้น้อย ค่าก่อสร้างและค่าดูแลบำรุงรักษาถูกและง่าย ความคิดผู้ใช้งาน มาถ่ายและลึ้มได้เลย สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม ถ้าจำนวนประชากรน้อย สภาพดินเหมาะสม (ไม่เป็นหินแข็ง ทรายร่วม ขุดง่ายแต่มั่นคง) พื้นที่น้ำไม่ท่วม แหล่งน้ำบาดาลไม่อยู่ต้นแต่อยู่ค่อนข้างลึก ระบบรักษาความปลอดภัยดี (ไม่มีการล่องละเมิดผู้หญิงและเด็กในเวลากลางคืน)

ส้วมนั่งราบพร้อมถังเกรอะ ถังเกรอะเป็นแบบง่ายๆ มีช่องขับถ่ายเพียง 1 ช่อง ก๊าซชีวภาพถูกระบายออกทางท่อ น้ำหล่อโส้วมถูกใช้เพื่อป้องกันเป็นผื่นสำหรับสิ่งปฏิกูล ป้องกันกลิ่น แมลงวัน ฯลฯ สิ่งปฏิกูลส่วนที่เป็นของเหลวจะถูกกรองลงสู่พื้นดินผ่านทางรูของบ่อเกรอะ สิ่งปฏิกูลที่เป็นของแข็งจำเป็นต้องคัดออกบ่อยๆ และต้องมีการบำบัดต่อไป

บ่อเกรอะ เป็นช่องรับน้ำที่อยู่ใต้ดิน ส่วนใหญ่เป็นสี่เหลี่ยม บางครั้งเป็นทรงกลม สร้างด้วยอิฐ คอนกรีต ไฟเบอร์กลาส PVC หรือพลาสติก ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ณ ที่ตั้ง จากถังเก็บน้ำหรือโถสุขภัณฑ์แบบเท น้ำใช้บ้านเรือน หรือน้ำเสียอุตสาหกรรมที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตะกอนที่เป็นของแข็งจะอยู่ก้นถัง ซึ่งส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จะถูกกำจัดแบบการย่อยที่ไม่ใช้อากาศ อุปกรณ์ป้องกันสิ่งปฏิกูลย้อนกลับ ของเหลวที่ผ่านการบำบัดในระดับปานกลางเพียงชนิดเดียวจะไหลออกจากถังที่อยู่ตรงข้ามกับทางเข้า และซึมลงไปในดิน (ผ่านบ่อที่สอง บ่อฝังหรือเนินดิน) หรือขนส่งผ่านระบบท่อระบายน้ำแบบง่ายไปยัง (กึ่ง) ระบบบำบัดแบบรวมศูนย์ ทุกๆ สองสามปี ตะกอนที่สะสมในก้นถังจำเป็นต้องมีการนำไปกำจัดอย่างถูกต้อง

การทำงานของบ่อเกรอะ สิ่งปฏิกูลส่วนของแข็งจะนอนก้น ขณะที่ส่วนของน้ำมันไขมันจะลอยอยู่ด้านบน และของเหลวจะไหลออกไป (การบำบัดทางกายภาพ) เชื้อจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศที่อาศัยอยู่ในตะกอนที่นอนก้นถึงจะเริ่มย่อยสลายสารอินทรีย์ และเปลี่ยนเป็นแก๊สมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือเรียกรวมว่า ไบโอดีแก๊ส กระบวนการนี้เรียกว่า การย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ (การบำบัดทางชีวภาพ) ระบบนี้จำเป็นต้องมีการระบายอากาศด้วย ถ้าไบโอดีแก๊สไม่ถูกนำไปใช้ ความสามารถในการตกตะกอนส่วนที่เป็นของแข็งขึ้นกับอัตราการไหลของสิ่งปฏิกูล การไหลที่ค่อนข้างช้าจะทำให้ตกตะกอนได้ดี แต่ถ้าการไหลมีความปั่นป่วนจะเพิ่มการสัมผัสของสิ่งปฏิกูลใหม่ด้วยการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์สำหรับการย่อยสลาย

การออกแบบบ่อเกรอะ แบ่งเป็นช่องเล็กๆ 2 ส่วน ช่องตกตะกอน 1 ช่อง และต่อด้วยช่องที่ทำให้น้ำที่ปั่นป่วนสงบลง แผ่นกั้นระหว่างช่องเพื่อป้องกันส่วนของไขมัน และของแข็งจากช่องตกตะกอนที่ลอยฟุ้งหลุดออกไป ท่อออกมีลักษณะเป็นรูปตัว T (วางอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำ 30 เซนติเมตร) ลดไขมันและของแข็งจะหลุดออกไป ถ้ามีเพียง 2 ช่อง ช่องแรกควรจะมีขนาดยาว 2/3 ของทั้งหมด ความลึกของช่องควรอยู่ที่ 1.5 – 2.5 บางครั้งช่องแรกอาจทำให้ลึกกว่าเพื่อเพิ่มปริมาณการตกตะกอนให้มากขึ้น Hydraulic Retention Time (HRT) = 24 – 48 ชั่วโมง รวมกับปริมาณการสะสมของแข็ง = $1/3 - 1/2$ ของ HRT และ Sludge Retention Time (SRT) = หลายปี การผลิต Sludge ขึ้นกับจำนวนผู้ใช้งานและสัดส่วนของสิ่งปฏิกูลที่เป็นของแข็ง อุณหภูมิเฉลี่ยประจำปี ระยะกำจัดตะกอน ฯลฯ ดังนั้น ปริมาณที่ควรพิจารณาใช้ในครัวเรือน = 80 – 100 ลิตร

ประสิทธิภาพการบำบัดและการกำจัด BOD = 30 – 50% TSS = 40 – 60% E.coli = 1 log unit ของเสียที่ออกจากถังบำบัดเป็นอันตราย ดังนั้นจำเป็นต้องมีระบบกำจัดที่ปลอดภัย ได้แก่ บ่อแ่ ร่องลึกกระจายชลประทานใต้ผิวดิน สระน้ำ ระบบบำบัดของเสีย ณ ที่ตั้ง ระบบระบายน้ำทิ้ง

ถังบำบัดน้ำเสียกับประเด็นด้านสุขภาพ น้ำเสียที่ออกมาจากถังมีเชื้อโรคปนเปื้อน (WHO 1992) เนื่องจากไม่มีทางแยกความแตกต่างระหว่างของเสียที่เติมใหม่กับของเสียในถังเดิม กากตะกอนในถังบำบัดน้ำเสียจึงต้องพิจารณาว่ามีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ จึงไม่ควรนำน้ำเสียที่ออกมาจากถังไปใช้ประโยชน์โดยตรง แต่แนะนำให้ให้นำน้ำเสียซึมลงใต้ดิน ส่วน Sludge ควรมีการเก็บอย่างน้อย 4 สัปดาห์ ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ (WHO, 2006 Vol. III) การทำปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ ก่อนนำมาใช้จะช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพ ควรมีมาตรการดูแลระหว่างดำเนินการและการดูแลบำรุงรักษา (ป้องกันการสัมผัส Sludge และน้ำเสีย)

การปฏิบัติการ และการดูแลบำรุงรักษาถังบำบัดน้ำเสีย เริ่มต้น เติมน้ำ seeding ที่ต้องการ ไม่มีการใช้สารเคมีที่รุนแรงลงในถัง เนื่องจากจะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ ต้องมีการกำจัดตะกอนออกเมื่อตะกอนมีความลึก $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ (ระหว่างระดับน้ำกับก้นถัง) ที่อยู่ของ Sludge กับไขมัน การกำจัดตะกอนออกควรทำทุก 1-5 ปี โดยอาจใช้แรงคน หรือใช้เครื่องจักรกลได้ ตะกอนบางส่วนอาจต้องเหลือไว้ในถังเพื่อรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ กากตะกอนที่ทิ้งนำไปบำบัดด้วยการทำปุ๋ยหมัก ต่อด้วยการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มเติม บ่อบำบัดน้ำเสีย การสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำหรือบ่อแห้ง

ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบสำหรับการรวบรวมและขนส่งน้ำเสียของเทศบาลไปยังโรงบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบที่บรรจบกันของท่อระบายน้ำ (การเชื่อมต่ออาคาร ท่อระบายน้ำด้านข้าง ท่อระบายน้ำหลัก ท่อระบายน้ำทิ้ง และ ส่วนต่อท่อระบายน้ำเสียใหญ่)

ท่อระบายน้ำ ท่อส่งน้ำเสียส่วนใหญ่อาศัยแรงโน้มถ่วง ท่อระบายน้ำมีทั้งผลิตด้วยซีเมนต์รายหิน เหล็กดัด คอนกรีตเสริมแรง PVC ฯลฯ ท่อระบายน้ำอาคารจะนำสิ่งปฏิกูลจากอาคารไปยังท่อระบายน้ำด้านข้าง (เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 100 – 150 มิลลิเมตร แนะนำให้ควรมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร) ท่อระบายน้ำด้านข้างเป็นองค์ประกอบแรกของระบบบำบัดน้ำเสีย ท่อระบายน้ำหลักจะรับน้ำเสียจากท่อด้านข้าง และลำเลียงไปยังท่อระบายน้ำทิ้ง ท่อระบายน้ำทิ้งจะลำเลียงน้ำเสียจากท่อน้ำเสียหลักไปยังโรงบำบัดน้ำเสีย หรือส่วนต่อท่อระบายน้ำเสียใหญ่

การออกแบบท่อระบายน้ำ การออกแบบจะเกี่ยวข้องกับการหาความลาดเอียง slope และเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อระบายน้ำ ความลาดเอียงเพื่อประกันในเรื่องความเร็วในการทำความสะดวกด้วยระบบเองสำหรับการไหลที่เร็วสุด เส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับการไหลเต็มท่อบางส่วน ($d/D = 0.8$) ที่ระดับการไหลที่ออกแบบไว้ การออกแบบจะใช้สูตรของ Manning ซึ่งความเร็วในการไหลของน้ำควรอยู่ที่ 0.6 – 3.0 เมตร/วินาที ระหว่างช่วงการไหลเร็วสุด

Manning's Equation

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad D = 4 \left[\frac{n \cdot V}{S^{1/2}} \right]^{3/2}$$

$$Q = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad D = \left[\frac{4^{5/3} \cdot n \cdot Q}{\pi \cdot S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

V = velocity (m/sec)
 Q = flow rate ($m^3/sec.$)
 R = hydraulic radius (m)
 S = slope of the energy grade line
 n = Manning's roughness coefficient
 D = Diameter of the pipe

ค่า n จะลดลง ถ้ามีการเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ และปรับเปลี่ยนด้วยการไหลลึก ค่า n ของ Manning = 0.013 สำหรับท่อระบายน้ำบ่อใหม่และที่ใช้อยู่ และสำหรับท่อเก่า ค่าจะอยู่ที่ 0.015 มักใช้สำหรับเงื่อนไขการไหลแบบช่องเปิด การออกแบบท่อระบายน้ำ ระดับความเร็วที่ทำความสะอาดด้วยระบบเอง โดยการใช้สูตร Camp

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} [K_s (SG - 1) d_p]^{1/2}$$

SG คือ ความความถ่วงจำเพาะของอนุภาค

dp คือ ขนาดของอนุภาค

Ks คือ ค่าคงที่ (0.8)

ความเร็วในการทำมาสะอาดด้วยระบบเอง = 0.6 เมตร/วินาที ที่การไหลสูงสุด ณ ปัจจุบัน และค่าการไหลออกแบบแนะนำให้อยู่ที่ 0.8 เมตร/วินาที ความเร็วในท่อระบายน้ำแนะนำว่าไม่ควรมีค่าเกิน 3 เมตร/วินาที เพื่อหลีกเลี่ยงการสร้างความเสียหายแก่ท่อระบายน้ำอันเนื่องมาจากการพังทลาย

การคำนวณสำหรับการออกแบบ แผนที่ที่แม่นยำและละเอียดของพื้นที่ที่จะครอบคลุมโดยระบบบำบัดน้ำเสีย สเกลของแผนที่ 25 เมตร : 1 เซนติเมตร ที่ตั้งของถนน ทางด่วน ทางรถไฟ อาคารสาธารณะ สวนสาธารณะ ลำธาร/การระบายน้ำ ฯลฯ ลักษณะควรมีการระบุอยู่บนแผนที่ ระดับความสูงที่แม่นยำของเส้นกลางถนนทุก ๆ 15 เมตร ระยะทางและระดับความสูงในทุกตำแหน่งของการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของพื้นผิวอย่างกะทันหัน การออกแบบ การตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแนวท่อระบายน้ำ ให้วาดแผนที่ท่อระบายน้ำ ระบุตำแหน่ง และจำนวนของท่อเปิดบนแผนที่ท่อระบายน้ำ และให้รหัสท่อระบายน้ำ ตำแหน่งของการเปลี่ยนทิศทาง ทางแยกท่อระบายน้ำและปลายด้านบนของท่อระบายน้ำสามารถมีรูเปิดท่อระบายน้ำได้ รูเปิดท่อระบายน้ำมีได้ทุกๆ 30 – 120 เมตร หากระดับความสูงของผิวน้ำของปลายต้นท่อและปลายท่อน้ำของแต่ละท่อระบายน้ำ ระบุพื้นที่สาขาท้องถื่นของท่อระบายน้ำแต่ละแห่ง หาจำนวนเทียบเท่าประชากรที่ออกแบบ และ ณ ปัจจุบันในพื้นที่สาขาท้องถื่น หาค่าเฉลี่ยและอัตราการไหลสูงสุดของน้ำเสียที่ออกแบบ และ ณ ปัจจุบัน ในพื้นที่สาขาท้องถื่น เก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับเส้นทางของท่อระบายน้ำที่ถูกต้อง ข้อมูลโปรไฟล์ของถนน ตรอกซอกซอยที่มีอยู่และที่เสนอทั้งหมด ที่ตั้งของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กับพื้นผิวและใต้พื้นผิว ได้แก่ น้ำหลัก ระบบไฟฟ้า สายสื่อสาร และโครงสร้างใต้ดินอื่นๆ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะดิน ด้านล่างของท่อระบายน้ำที่เสนอไม่เกิน 1.5 เมตร จัดเตรียมตารางคำนวณการออกแบบท่อระบายน้ำใน Excel หรือ SewerCAD software คำนวณการออกแบบ โดย SewerCAD โดยป้อนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรูท่อระบายน้ำ ท่อ จุดปล่อยน้ำเสียสู่สิ่งแวดล้อม และจำนวนประชากรลงในซอฟต์แวร์ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่อ ได้แก่ ความยาว รูปร่างเส้นผ่านศูนย์กลาง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ง่ายๆ สำหรับการออกแบบระบบท่อน้ำทิ้ง

For total of N dwellings, the flow is given by
 $Q \text{ (litres/sec)} = 0.5\sqrt{(3N)}$

เพื่อให้มีการระบายอากาศได้ ความลึกของการไหล $d \leq 0.7 D$ สภาวะการทำความสะอาดด้วยระบบเองสามารถประกันได้โดยความลาดชัน = 1 ในเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) การบำบัดของเสีย ตัวเลือกขึ้นกับวัตถุประสงค์ที่

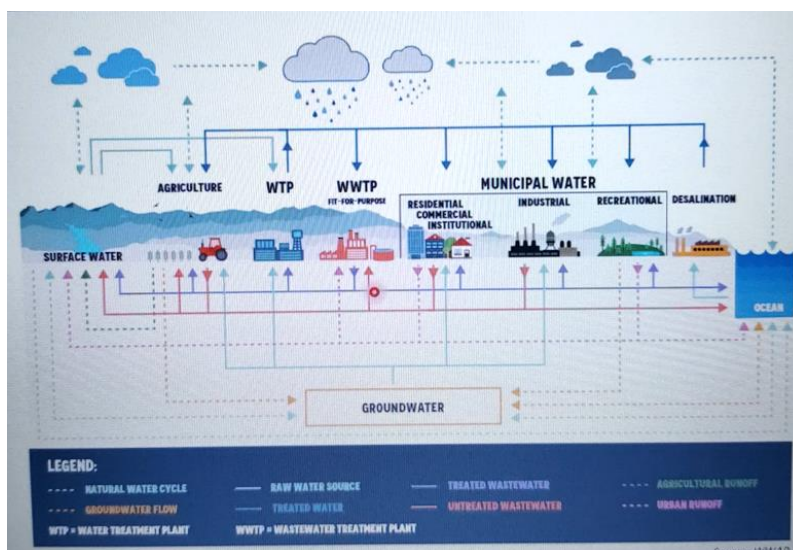
ต้องการ เรียงตามลำดับความสำคัญ ดังนี้ การกำจัดเชื้อก่อโรค การลดปริมาณสารอินทรีย์ การนำกลับมาใช้ประโยชน์ 1. การแยกส่วนที่เป็นของแข็ง 2. การรักษาเสถียรภาพของตะกอน 3. การทำให้ตะกอนแห้ง 4. การบำบัดตะกอน 5. การฆ่าเชื้อโรค 6. การกำจัดอย่างปลอดภัย/การนำกลับมาใช้ประโยชน์

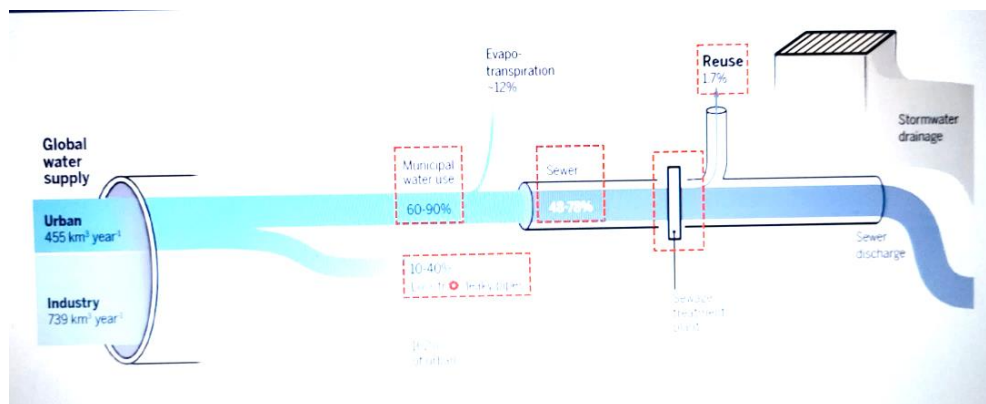
การบำบัด - การแยกของแข็ง ของเหลว และ การแยกน้ำ ได้แก่ ถังตกตะกอน และสระตกตะกอน >>> บ่อทำให้ตะกอนแห้ง >>>ลานตากตะกอนปลูกพืชธรรมชาติ บ่อทำให้ตะกอนแห้ง เป็นถังกรองดินๆ ที่บรรจุกรวด คัดขนาด ส่วนใหญ่ใช้สำหรับการเอาน้ำออกจากตะกอนที่รักษาเสถียรภาพ วัสดุกรองคัดขนาดมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกันถูกใช้ที่ความลึก 50-60 เซนติเมตร และปิดทับส่วนบนสุดด้วยทราย ของเหลวที่ปล่อยออกจากการกรองประมาณ 50-80% และระเหยออก 20-50% ความลึกของตะกอนต่อการจัดการจะไม่เกิน 30 เซนติเมตร เวลาที่ใช้ในการทำแห้งตะกอน 10-20 วัน ขึ้นกับอุณหภูมิ

การบำบัด - การรักษาเสถียรภาพตะกอน ได้แก่ การบำบัดร่วมกับน้ำเสีย การทำปุ๋ยร่วมกับการจัดการของเสียของเทศบาล การย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกาศ การย่อยสลายได้ Biogas เครื่องอัดเม็ด LaDePa ตัวเลือกการบำบัดทางกล การบำบัดร่วมกับน้ำเสีย การปล่อยน้ำเสียลงบ่อพักน้ำทิ้งบริเวณท่อน้ำทิ้งที่ใกล้ที่สุด ต้นน้ำโรงบำบัด >>> การปล่อยน้ำเสียที่โรงบำบัด >>> การปล่อยน้ำเสียเพื่อการย่อยตะกอน / ลานตากแห้งตะกอน

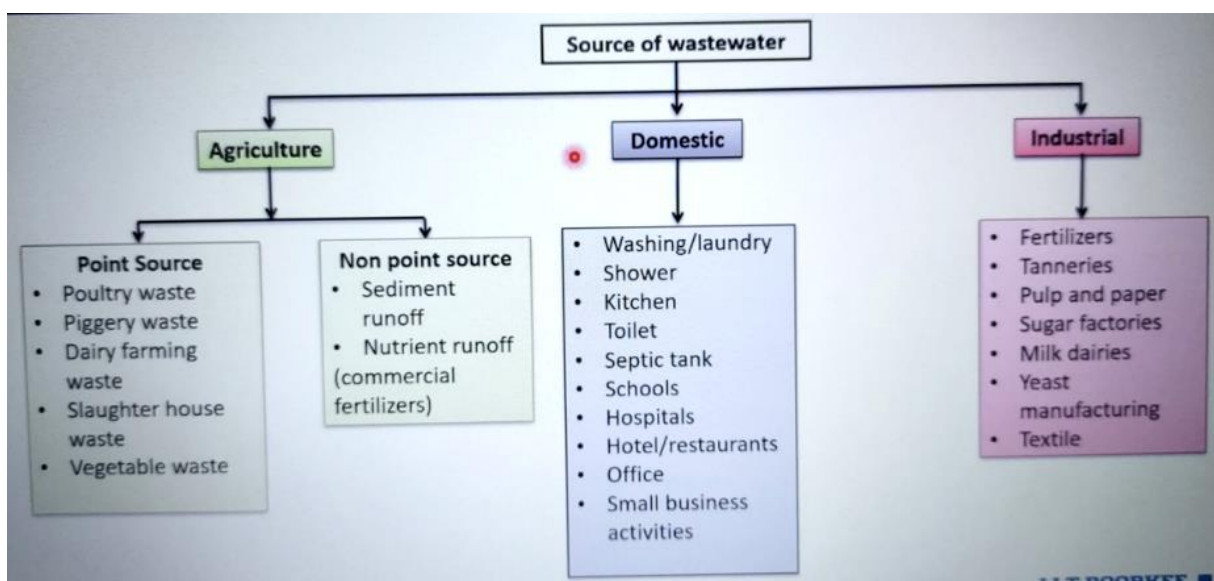
พารามิเตอร์	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด
pH	7.4	7.2
BOD	114	41
NH ₄ – N (mg/l)	4.7	0.8
NH ₃ – N (mg/l)	10.2	1.88
PO ₄	8.46	1.79
DO	0.25	5.92
<i>E.coli</i> (MPN/100 ml.)	3.06x10 ⁶	5.75x10 ³

การเก็บรวบรวม การบำบัด และการกำจัดน้ำเสีย
น้ำเสียในวัฏจักรน้ำ

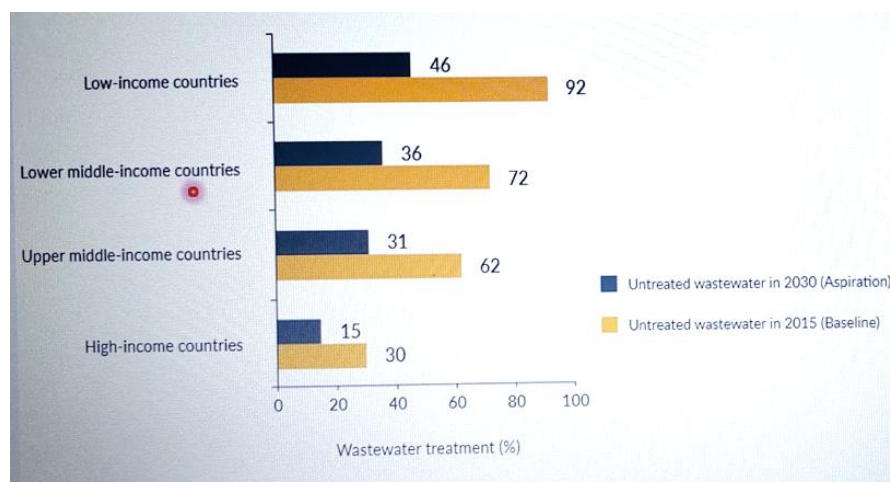




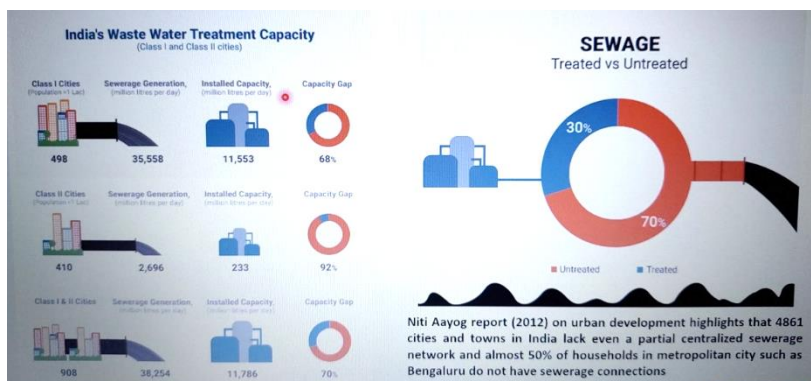
ชนิด/แหล่งของน้ำเสีย ได้แก่ น้ำเสียจากครัวเรือน น้ำเสียจากอุตสาหกรรม น้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม น้ำไหลบ่าจากพายุ



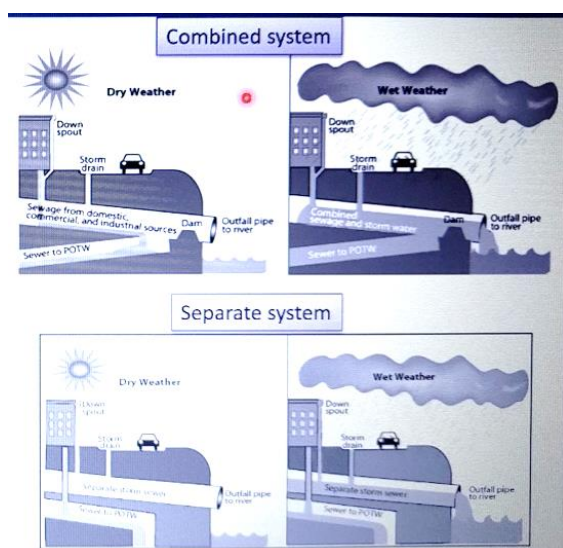
การจัดการน้ำเสีย : สถานการณ์โลก



การจัดการน้ำเสีย : สถานการณ์อินเดีย

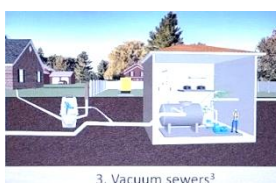
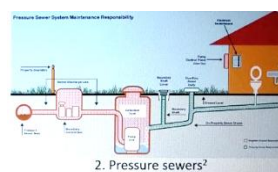
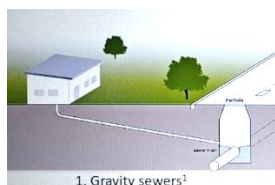


ระบบเก็บรวบรวมน้ำเสีย ออกแบบโดยการขนส่งน้ำเสียมายังโรงบำบัดน้ำเสีย ระบบการเก็บรวบรวมแบ่งเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆ คือ ระบบแยก และระบบรวม



ระบบรวบรวมน้ำเสีย

1. น้ำเสียระบบแรงโน้มถ่วง
2. น้ำเสียระบบแรงดัน
3. น้ำเสียระบบสุญญากาศ



วัตถุประสงค์การบำบัดน้ำเสีย

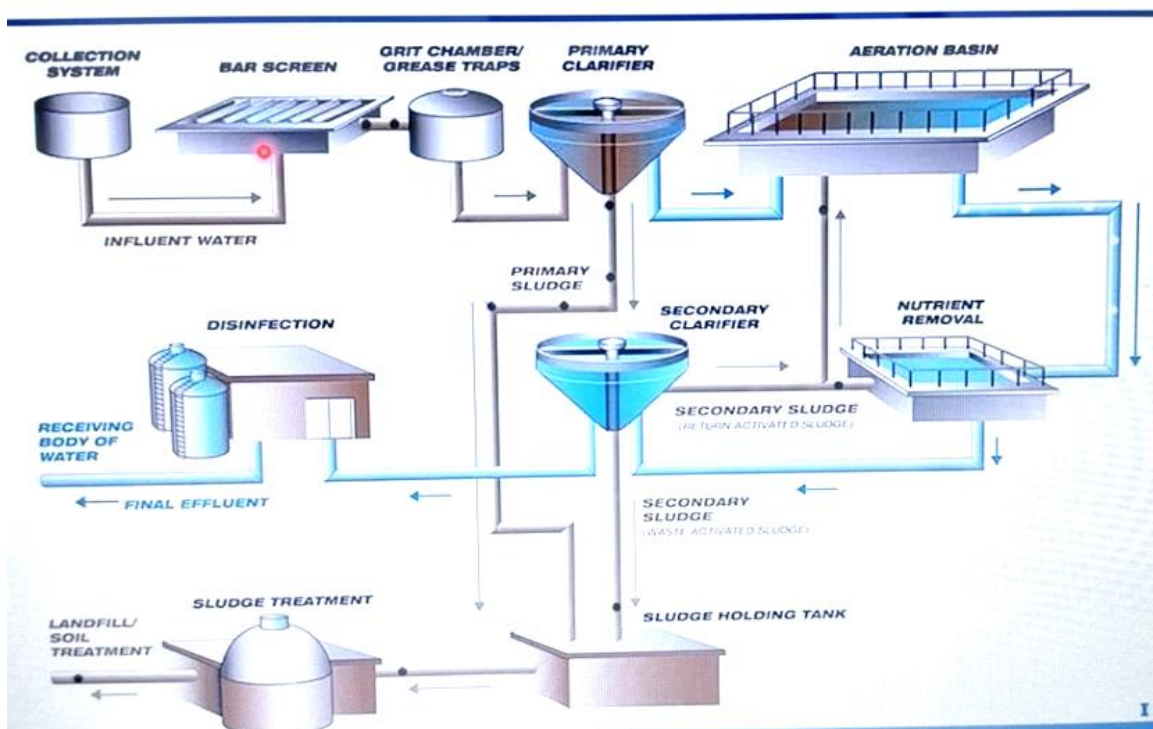
1. เก็บรวบรวมน้ำเสียจากชุมชนต่างๆ ในที่สุดน้ำเสียจะต้องส่งกลับคืนสู่แหล่งน้ำหรือนำไปใช้กับที่ดินหรือนำกลับมาใช้ใหม่หลังจากทำให้ปลอดภัยตามวัตถุประสงค์ จึงต้องทำให้แน่ใจว่าไม่มีอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนหรือทำลายสิ่งแวดล้อม

2. วัตถุประสงค์ของการบำบัดน้ำเสียเพื่อสกัดและแยกสิ่งปนเปื้อน และสารพิษต่างๆ รวมถึงสารแขวนลอยและสารที่ละลายน้ำได้ รวมถึงเชื้อก่อโรคที่มีอยู่ในน้ำเสียออก ทำให้คุณภาพของน้ำได้รับการปรับปรุงให้อยู่ในระดับที่อนุญาตให้ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมหรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้

3. ระดับของการบำบัดขึ้นกับลักษณะของน้ำเสีย และคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วที่ต้องการสำหรับการปล่อยออกหรือนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะควบคุมโดยมาตรฐานน้ำเสีย หรือมาตรฐานคุณภาพน้ำที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ขั้นตอนของการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การบำบัดขั้นต้น โดยการใช้ตะแกรงกรองสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ที่ลอยอยู่ในน้ำเสียออกก่อน การบำบัดขั้นที่ 1 การตกตะกอนของแข็งที่ไม่ละลายน้ำจากน้ำเสียทางกายภาพ โดยทั่วไปเรียกว่าการตกตะกอนเบื้องต้น การบำบัดขั้นที่ 2 ระบบบำบัดทางชีวภาพ ตามด้วยการทำให้ใสขั้นที่ 2 ด้วยการแยกของแข็งทางชีวภาพจากน้ำเสีย การบำบัดขั้นที่ 3 การบำบัดขั้นต่อจากการบำบัดขั้นที่ 2 เพื่อกำจัดสารอาหาร TDS ที่สูง เชื้อจุลินทรีย์ออกไป ฯลฯ

Typical wastewater treatment processes



กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ขั้นต้น	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นสูง
การใช้ตะแกรงกรอง สิ่งสกปรกขนาดใหญ่	น้ำเสีย การฆ่าเชื้อ การตกตะกอน	กระบวนการที่มีอัตราต่ำ ทำให้บ่อเติมอากาศ น้ำเสีย มีเสถียรภาพ การฆ่าเชื้อ กระบวนการที่มีอัตราสูง ระบบตะกอนเร่งยี่ห้อระบบกรอง ระบบบำบัดน้ำเสีย แบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ การตกตะกอนขั้นที่ 2	น้ำเสีย การฆ่าเชื้อ การกำจัดไนโตรเจน nitrification-denitrification selective ion exchange break point chlorination Gas stripping Overland flow การกำจัดฟอสฟอรัส ด้วยการตกตะกอนทางสารเคมี การกำจัดของแข็งแขวนลอย ด้วยการกรองการรวมตะกอนทางสารเคมี การกำจัดสารอินทรีย์และโลหะ ด้วยการดูดซับคาร์บอน การกำจัดของแข็งที่ละลายน้ำ ด้วยระบบ RO, electro dialysis การกลั่น
	กระบวนการเผาทดตะกอน การเผาอบแห้งแบบชีวภาพ-ไม่ใช่ชีวภาพ การกำจัด		

โรงบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยขั้นตอนบำบัดหลายขั้นตอนซึ่งครอบคลุมการทำงานและกระบวนการของหน่วย วิธีการบำบัดน้ำเสียที่ใช้แรงทางกายภาพเป็นหลักเรียกว่าการปฏิบัติการของหน่วย คือการแยกมลพิษทางกายภาพ เช่น การใช้ตะแกรง บ่อตกตะกอน ฯลฯ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีและชีวภาพเป็นหลักเรียกว่ากระบวนการของหน่วย ซึ่งในแต่ละหน่วย สารปนเปื้อนจะถูกเปลี่ยนทางเคมีหรือชีวภาพเป็นสารประกอบที่มีขนาดเล็กลง เช่น ขั้นตอนการย่อยสลายทางเคมี หรือ ทางชีวภาพ เมื่อน้ำเสียของเทศบาลและอุตสาหกรรมประกอบด้วยสารปนเปื้อนทางกายภาพและเคมี บ่อยครั้งจึงมีการผสมกันระหว่างการปฏิบัติการและกระบวนการเพื่อบำบัดน้ำเสียอย่างสมบูรณ์ การจัดหมวดหมู่ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ แบ่งเป็น

- กระบวนการทางธรรมชาติ ได้แก่ บ่อรักษาเสถียรภาพทางชีวภาพ ระบบบำบัดทางพื้นดิน
- กระบวนการที่มนุษย์สร้างขึ้น กระบวนการใช้อากาศ Activated sludge process และ Aerobic Biofilm process กระบวนการไม่ใช้อากาศ Conventional anaerobic digestion process และ Modern high rate anaerobic reactors

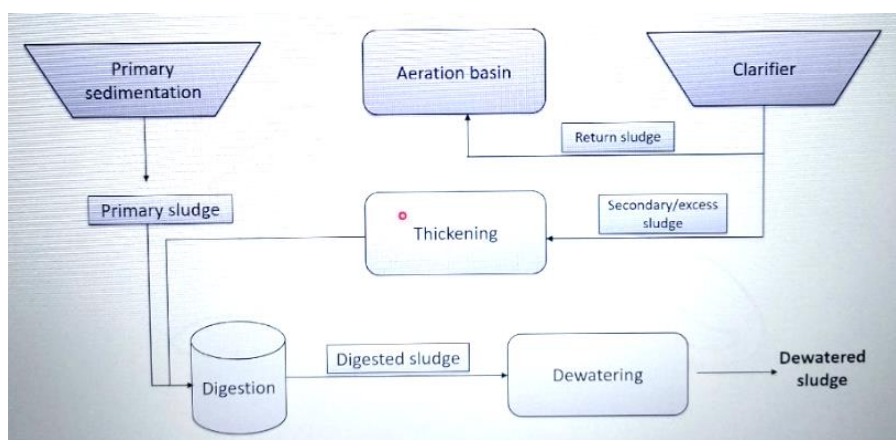
ตัวกรองไม่ใช้อากาศ ธรรมชาติของน้ำเสีย จากน้ำเสียครัวเรือนและอุตสาหกรรมที่ผ่านการบำบัดแล้วด้วยค่า COD และ BOD ที่แคบ ประโยชน์ของวิธีนี้ คือ ง่ายและทนทานพอสมควร ถ้าโครงสร้างระบบดี และน้ำเสียมีการบำบัดขั้นต้นอย่างเพียงพอ ประสิทธิภาพการบำบัดสูง พื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้น้อย ข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างสารกรองสูง การอุดตันของสารกรองสามารถเกิดขึ้นได้ น้ำเสียมีกลิ่นแรง สารที่จะถูกกำจัดออก ได้แก่

BOD TDS และ TSS การบำบัดโดยไม่ใช้อากาศ ได้แก่ biodigester, UASB เป็นต้น ธรรมชาติของน้ำเสีย จากอุจจาระของคน สัตว์ และของเสียจากเกษตรกรรม ประโยชน์ของวิธีนี้ คือ มีการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แก๊สที่ผลิตขึ้นสามารถนำมาเป็นตัวสร้างพลังงาน การปรุงประกอบอาหาร และแสงสว่าง Methane (biogas) เป็น greenhouse gas ที่มีพลังงานมากกว่า CO_2 ถึง 25 เท่า ข้อเสีย คือ การปฏิบัติการและการบำรุงรักษาที่ซับซ้อน อาจเกิดแก๊สรั่ว หรือการลดผลผลิตผลิตและเกิดการอุดตันของถังย่อยเนื่องจากของแข็ง การบำบัดโดยไม่ใช้อากาศ ทำให้กำจัดสารอาหารออกได้น้อย สารที่จะถูกกำจัดออก ได้แก่ BOD TDS และ TSS บ่อฝัง ธรรมชาติของน้ำเสีย จากครัวเรือนและเกษตรกรรม ชุมชนขนาดเล็ก การบำบัดขั้นที่สามสำหรับอุตสาหกรรม ประโยชน์ของวิธีนี้ คือ ไม่ต้องใช้พลังงานหรือใช้พลังงานต่ำ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ ข้อเสีย คือ ต้องการพื้นที่ เกิดการอุดตันของระบบได้ สารที่จะถูกกำจัดออก ได้แก่ COD TSS TN และ TP ระบบบำบัดทางชีวภาพโดยใช้อากาศ เช่น Activated sludge process ธรรมชาติของน้ำเสีย จากน้ำเสียครัวเรือนและอุตสาหกรรม aerators ต้องผลิตจากสแตนเลสที่ทนและไม่กัดกร่อนโดยน้ำเสีย ทำให้ระบบนี้เหมาะสมสำหรับโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมเคมี และสิ่งแวดล้อมหนักอื่นๆ ประโยชน์ของวิธีนี้ คือ สามารถกำจัด BOD ได้สูง และโรงบำบัดสามารถช่วยกำจัด N และ P ได้ ประหยัดหรือคืนทุนได้เร็วกว่าวิธีอื่น กลิ่นน้อย ข้อเสีย ได้แก่ จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาสูง ไม่มีประสิทธิภาพหากระดับน้ำลึก ดังนั้นบ่อบำบัดต้องตื้น ประสิทธิภาพการกำจัดแบคทีเรียต่ำ และการเกิดตะกอนสูง สารที่จะถูกกำจัดออก ได้แก่ BOD SS TN และ TP

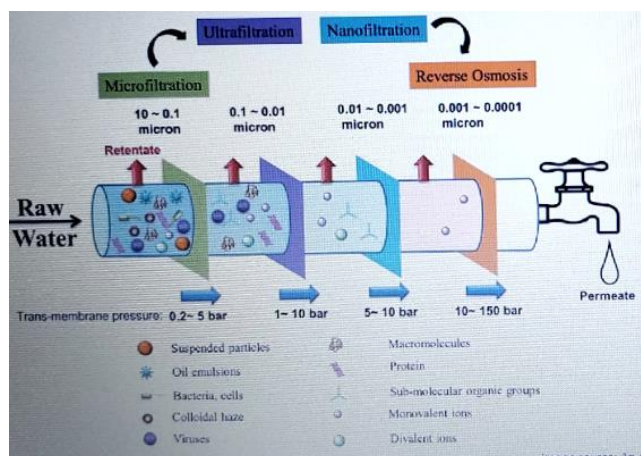
ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย โรงบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพมาตรฐานมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ แต่ทำให้เกิดตะกอนปริมาณมาก ตะกอนของเสียได้แก่ สารกึ่งของแข็งที่ยังเหลืออยู่ ซึ่งถูกสร้างเป็นผลผลิตตะกอนระหว่างการบำบัดเชื้อเสียอุตสาหกรรมหรือเทศบาล คุณภาพของตะกอนที่เกิดขึ้นขึ้นกับระดับของการบำบัด การจัดการกับตะกอนด้วยวิธี ASP อาจใช้งบประมาณสูงถึง 50% ของค่าใช้จ่ายของโรงบำบัดน้ำเสียทั้งหมด

ตะกอนขั้นที่หนึ่ง และขั้นที่สอง ตะกอนขั้นที่หนึ่ง ประกอบด้วยของแข็งที่ตกตะกอนสามารถกำจัดออกได้จากน้ำเสียตั้งแต่การบำบัดขั้นต้น (การตกตะกอนที่ตะแกรง) ปริมาณที่เกิด 110-170 กิโลกรัม/มิลลิลิตร ของน้ำเสียเทศบาล ตะกอนขั้นที่สอง / Waste activated sludge ตะกอนเกิดขึ้นจากกระบวนการทางชีวภาพ เช่น activated sludge process กระบวนการกรองแบบ Trickling ปริมาณตะกอนที่เกิด 70-100 กิโลกรัม/มิลลิลิตร (activated sludge) และ 60-100 กิโลกรัม/มิลลิลิตร (กระบวนการกรองแบบ Trickling) สารประกอบส่วนใหญ่เป็น biomass ที่เกิดจากสารอินทรีย์ และสารโพลิเมอร์จาก extracellular โดยแบคทีเรีย

ขั้นตอนของวิธีการ



วิธีการใช้เมมเบรน ได้แก่ Micro filtration, Ultra filtration, Nano filtration, RO ธรรมชาติของน้ำเสีย จากน้ำเสียที่ผ่านการตกตะกอนขั้นต้นแล้ว สามารถใช้รวมกับกระบวนการทางชีวภาพ (MBR MEER) ได้ ประโยชน์ของวิธีนี้ คือ กระบวนการใกล้เคียงวัฏจักรน้ำ และสามารถผลิตน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงสำหรับการนำกลับไปใช้ประโยชน์ ข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายสูง และต้องการทักษะในการปฏิบัติการ การบำรุงรักษา และใช้พลังงานสูง สารที่จะถูกกำจัดออก ได้แก่ Microfiltration Ultrafiltration กำจัดสารทางชีวภาพทั้งหมด รวมถึง macromolecule ส่วน Nano filtration กำจัดโมเลกุลสารอินทรีย์ที่ง่าย ๆ และ ระบบ RO กำจัดไอออนของสารอนินทรีย์ได้

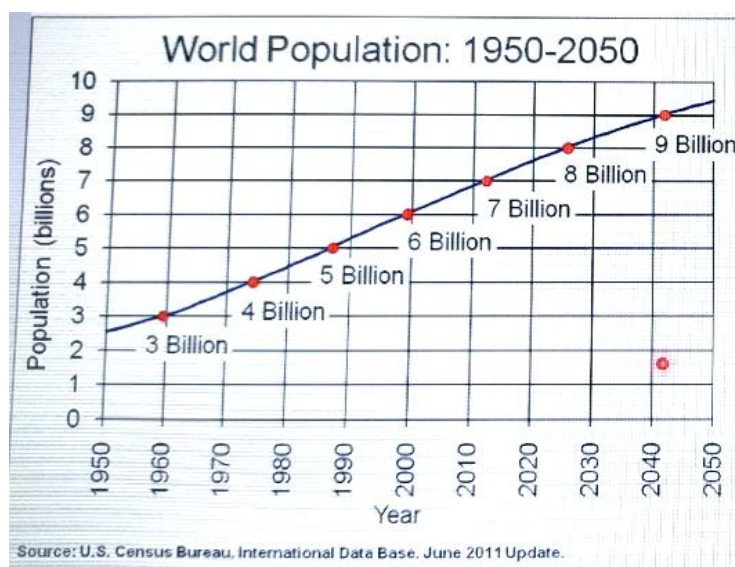


วิธีการกลั่นด้วยเมมเบรน (Membrane distillation; MD) เป็นกระบวนการ Non-isothermal process ที่ใช้ความแตกต่างของแรงดันไอน้ำเป็นแรงผลักดันในการแยกน้ำ หรือสารเคมีที่ระเหยได้ โดยการใช้เมมเบรน hydrophobic ชนิดของรูปแบบการกลั่นด้วยเมมเบรน ได้แก่ direct contact MD, air gap MD, vacuum MD, sweeping gas MD, vacuum multi-effect MD and permeate gap MD ศักยภาพของ MD ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ เหมือน อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม สิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี เยื่อกระดาษ น้ำเสีย อุตสาหกรรมแยกเกลือ เป็นต้น ทำไมต้องใช้ MD เมื่อต้องการความบริสุทธิ์ที่สูง ต้องการเอาไอออนหรือสารที่ไม่ระเหยออกไป (ทางทฤษฎี 100%) ค่าใช้จ่ายต่ำ อุณหภูมิและความดันที่ใช้ในการปฏิบัติการต่ำ คุณสมบัติของเมมเบรนต่ำ ความไวต่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำในของเสียต่ำ การใช้เกรดพลังงานความร้อนต่ำ (waste heat) พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดค่าใช้จ่าย บูรณาการกับกระบวนการเอาเกลือออกได้ง่าย ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำ ความท้าทายในเทคโนโลยี MD ความพยายามในปัจจุบันสำหรับทางการค้า การเปื่อยของเมมเบรน การเกิดตะกอน การเกาะติดของสิ่งสกปรกที่ผิวหน้าเมมเบรน และ water flux ต่ำ การไม่มีเมมเบรน MD ที่ออกแบบมาอย่างเฉพาะที่ hydrophobicity สูง รูพรุนที่สูง competitive permeate flux มีความคงตัวที่นาน และมีความเค้นเชิงกล นำเสนอตัวอย่างการประยุกต์ใช้การกลั่นด้วยเมมเบรนในการบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมผลิตยา

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำและการฆ่าเชื้อ

น้ำคือชีวิตสำหรับโลกของเรา และสิ่งมีชีวิตทั้งหมด ร่างกายของมนุษย์ตั้งแต่เกิดประกอบด้วยน้ำ 75% ร่างกายผู้ใหญ่ประกอบด้วยน้ำ 60% การมีชีวิตโดยปราศจากน้ำได้เพียง 3-3 วัน ซึ่งไม่สามารถจินตนาการได้ ไม่มี

ชีวิตใดในระบบนิเวศโดยไม่มีน้ำ ความสำคัญของน้ำ ใช้ในการปลูกพืช ให้เกิดอาหารของเรา เป็นพลังงานในอุตสาหกรรม ลดความร้อนอันเกิดจากโรงผลิตพลังงาน ส่วนประกอบของวัฏจักรน้ำ น้ำไม่เคยออกไปจากโลก มันอยู่ในวัฏจักร ในบรรยากาศ ทะเล และแผ่นดิน กระบวนการนี้ถูกเรียกว่า วัฏจักรน้ำ ซึ่งขับเคลื่อนโดยพลังงานจากแสงอาทิตย์ วัฏจักรน้ำเป็นตัวอย่างระบบปิดที่ดี ปริมาณน้ำทั้งหมดจะเท่าเดิม ไม่มีการเติมน้ำ หรือสูญเสียในวัฏจักร เพื่อแต่น้ำจะมีการเคลื่อนย้ายไปอยู่ในสถานที่เก็บกักรูปแบบอื่นเท่านั้น การระเหยของน้ำจากทะเลจะสมดุลกับน้ำที่กลั่นตัวและจะตกลงสู่พื้น น้ำทั้งหมดในโลก 1,386 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร (MKm³) ประกอบด้วย น้ำจืด 2.5% (35 MKm³) แบ่งเป็น น้ำที่เป็นน้ำแข็ง 24.4 MKm³ และ น้ำที่เป็นของเหลวจืด 10.6 MKm³ และ น้ำเค็ม 97.5% แบ่งเป็น น้ำบนแผ่นดิน 1% และ น้ำในมหาสมุทร 96.5% ด้วยประชากรโลกเพิ่มขึ้นทุกปี



ความเครียดด้านน้ำ (water stress) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใช้ได้ต่อปี ต่ำกว่า 1,700 ลูกบาศก์เมตรต่อคน การขาดแคลนด้านน้ำ หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใช้ได้ต่อปี ต่ำกว่า 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อคน ปริมาณการใช้น้ำ ในประเทศรายได้สูง น้ำส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรม 59% ใช้ในเกษตรกรรม 30% และใช้ในครัวเรือน 11% สำหรับประเทศรายได้ปานกลาง และรายได้น้อย น้ำส่วนใหญ่ใช้ในเกษตรกรรม 82% ใช้ในอุตสาหกรรม 10% และใช้ในครัวเรือน 8% (UNESCO, 2003) น้ำที่มีอยู่บนโลก 71% ของพื้นผิวโลกจะปกคลุมไปด้วยน้ำ เป็นน้ำจืดทั้งหมด 2.5% และเป็นน้ำเค็ม 97.5% และมีเพียง 1% เท่านั้นที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ได้ โดยมาจากแม่น้ำ ทะเลสาบ น้ำใต้ดินระดับตื้น แต่มนุษย์มีน้ำไม่จำกัดจากการนำน้ำมาผ่านกระบวนการเอาเกลือออก และการนำน้ำเสียกลับมาใช้ซ้ำ

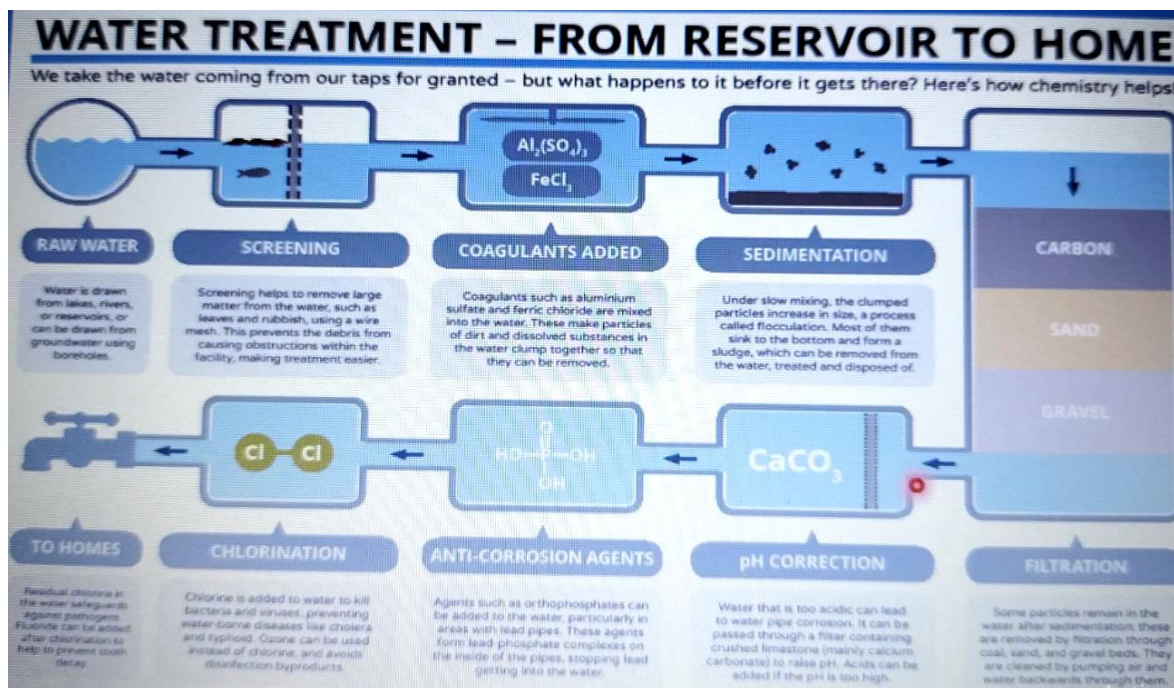
การปรับปรุงคุณภาพน้ำ (วิธีมาตรฐาน) ความจำเป็นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อให้มีปริมาณน้ำบริสุทธิ์ที่เพียงพอ เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ เพื่อกำจัดกลิ่น รสชาติที่ไม่พึงประสงค์ออกไปจากน้ำ เพื่อกำจัดแก๊สที่ละลายอยู่ในน้ำ สีของน้ำ เพื่อให้ทำให้น้ำเหมาะสมกับการนำมาใช้ในครัวเรือน อุตสาหกรรม และทางการค้า เพื่อกำจัดจุลินทรีย์และสารแขวนลอยต่างๆ กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีระบบทางวิศวกรรมที่แตกต่างกันไป ขึ้นกับแหล่งที่มาของน้ำและระดับของการปนเปื้อนในน้ำ เช่น

น้ำใต้ดิน ซึ่งจะมีความกระด้างสูง กระบวนการมาตรฐานที่ใช้คือ

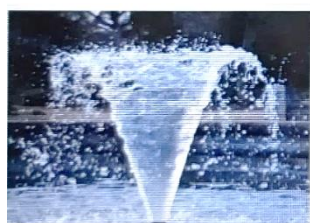
น้ำดิบ >> เติมน้ำอากาศ >> เติมน้ำปูนขาว/โซดา เพื่อทำให้น้ำอ่อน >> กรอง >> ฆ่าเชื้อโรค >> นำไปใช้

น้ำผิวดิน ซึ่งจะมีการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ กระบวนการมาตรฐานที่ใช้คือ

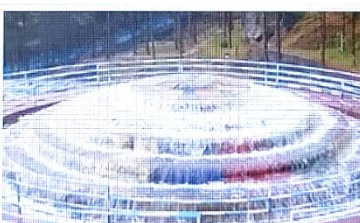
น้ำดิบ >> ตกตะกอนเบื้องต้น >> เติมน้ำช่วยเร่งการตกตะกอน สร้างตะกอน รวมตะกอน >> กรอง >> เกิดการดูดซับตะกอน >> ฆ่าเชื้อโรค >> นำไปใช้



การเติมอากาศ วัตถุประสงค์เพื่อกำจัดแก๊สที่ไม่พึงประสงค์ที่มีอยู่ในน้ำ รวมถึงสารต่างๆ เช่น H_2S CO_2 เหล็ก และแมงกานีส กระบวนการเติมอากาศ คือ การกระจายน้ำขึ้นไปในอากาศ หรือ การกระจายอากาศเข้าไปในน้ำ ชนิดของเครื่องเติมอากาศ



Fountains



Cascade



Tray

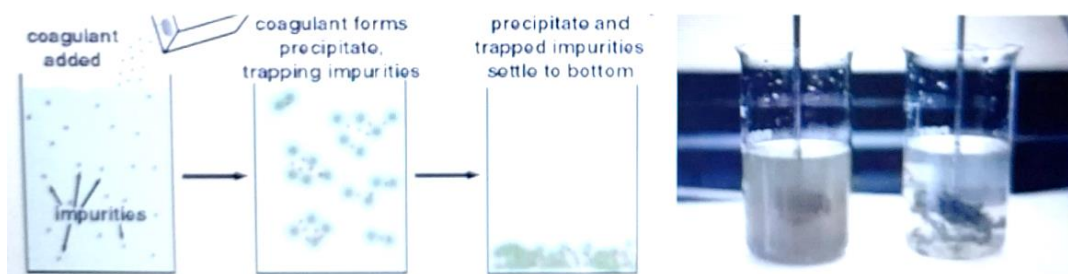
การกำจัดของแข็ง เป็นการแยกของแข็งออกจากน้ำ โดยการทำให้ของแข็งที่เบาหรือน้ำลอยออกมาก และการตกตะกอนของแข็งที่หนักกว่าน้ำ โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงเป็นแรงขับเคลื่อน ของแข็งแบ่งเป็น ของแข็งแขวนลอย ซึ่งจะไม่เสถียร ของแข็งที่ละลายน้ำ และคอลลอยด์ ซึ่งจะเสถียร ด้วยแรง Electro magnetic และ แรง Micro-hydrodynamic สารแขวนลอยที่เสถียร จะถูกทำให้ไม่เสถียรเพื่อช่วยให้เกิดการตกตะกอนได้

การตกตะกอน เป็นกระบวนการที่ทำให้ของแข็งแขวนลอยด้วยความหนาแน่นถูกกำจัดออกจากน้ำโดยการตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วง Specific Gravity > 1 ตะกอนจะจมตัวลง (ตัวอย่างในถังตกตะกอน) แต่ถ้า Specific Gravity < 1 ตะกอนจะลอย (ตัวอย่างในถังแยกน้ำมัน) การสร้างตะกอนและรวมตะกอน เวลาในการตกตะกอนอนุภาคที่มีความหนาแน่น 2,650 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

Diameter (m)	Types of particles	Settling time over 30 cm
10^{-2}	gravel	0.3 sec
10^{-3}	coarse sand	3 sec
10^{-4}	fine sand	38 sec
10^{-5}	silt	33 min
10^{-6}	bacteria	35 hours
10^{-7}	clay	230 days
10^{-8}	colloids	63 years

Source: <https://ocw.tudelft.nl>

การสร้างตะกอน และรวมตะกอน : การสร้างตะกอน (Coagulation) เป็นการรวมคอลลอยด์และอนุภาคที่แขวนลอยละเอียดในน้ำด้วยการเติมสารช่วยรวมตะกอนเข้าไปในน้ำ เพื่อสร้าง flocs ทำให้สามารถกำจัดออกไปจากน้ำในกระบวนการต่อไปได้ เช่น การตกตะกอน วัตถุประสงค์ เพื่อกำจัดสารปนเปื้อนในน้ำที่มีขนาด sixth order of magnitude เกิดการสะสมของประจุไฟฟ้าที่ผิวของอนุภาค ผิวของน้ำ อนุภาคของคอลลอยด์ส่วนใหญ่เป็นประจุลบ

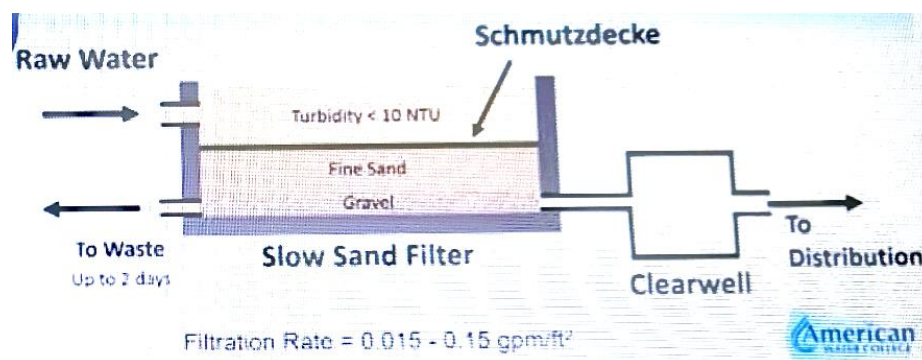


กลไกและกระบวนการสร้างตะกอนและรวมตะกอน : กระบวนการสร้างตะกอน เป็นการกำจัดเสถียรภาพของคอลลอยด์ ส่วนกระบวนการรวมตะกอน เป็นการรวมคอลลอยด์ที่ถูกทำให้เสียเสถียรภาพแล้ว สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการนี้ ได้แก่ Aluminium sulphate, Ferric chloride, Ferric sulphate, Polymer ที่เป็นสารช่วยสร้างตะกอน เช่น cationic, anionic, non-ionic, PAC - สารสร้างตะกอนตัวใหม่ ในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ การสร้างตะกอนจะประกอบด้วยกลไกหลายๆ อย่าง ซึ่งสัมพันธ์กับคุณสมบัติทาง physiochemical ของสารช่วยสร้างตะกอน และคุณภาพของน้ำ เช่น ความขุ่น pH ค่าความเป็นด่าง และสารปนเปื้อน

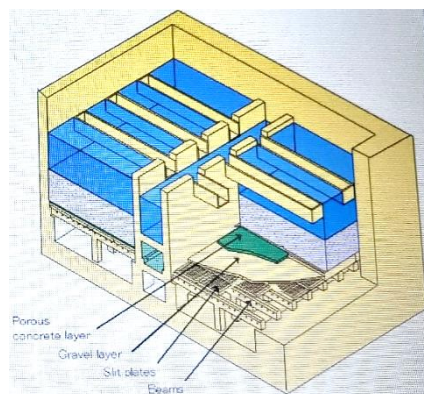
การกรอง กระบวนการที่กำจัด flocs ขนาดเล็ก หรือสารตกตะกอนที่ยังไม่ถูกกำจัดออกไปจากน้ำ การกรองโดยตรง เป็นการกำจัดความขุ่นขั้นแรก การกรองจะกำจัดเชื้อก่อโรคด้วย แต่ไม่ใช่กระบวนการปรับปรุงที่สมบูรณ์สำหรับความปลอดภัยด้านแบคทีเรีย ชนิดของการกรอง แบ่งเป็น 1. การกรองที่ผิว ความลึกไม่ใช่ประเด็นสำคัญ สารที่จะถูกกำจัดออกบริเวณผิว เช่น การใช้ตะแกรงดัก การใช้ตัวกรองระดับ micro การใช้ตัวกรองผ้า การใช้ตัวกรองสุญญากาศ 2. การกรองลึก ซึ่งความลึกเป็นประเด็นสำคัญ นั่นคือ การกรองที่ใช้แรงโน้มถ่วง เช่น การ

กรองในน้ำบาดาล การไหลผ่านตัวกรองที่มีรูพรุน ระบบกรองน้ำที่ส่วนใหญ่นิยมใช้กัน ได้แก่ ระบบทรายกรองช้า และระบบทรายกรองเร็ว

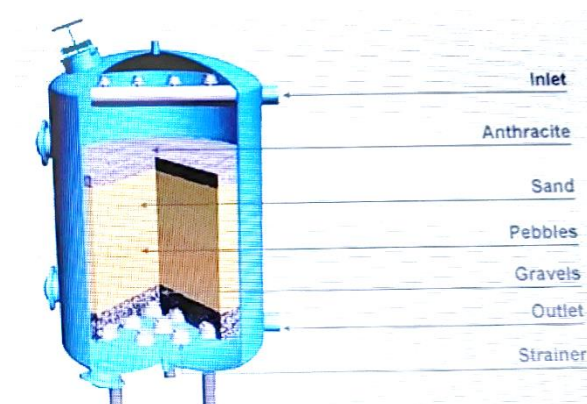
ระบบทรายกรองช้า เป็นระบบกรองที่ง่ายที่สุด ด้วยไม่ต้องใช้เครื่องมือกลไกใดๆ อาศัยรูขนาดที่เล็ก กลไกการกรองเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก และเกิดการฟอร์มของชั้นเมือกชีวภาพขึ้น อัตราการไหลของน้ำต่ำที่ 130-150 ลิตร/ตารางเมตร/ชั่วโมง ใช้การทำความสะอาดระบบด้วยมือ



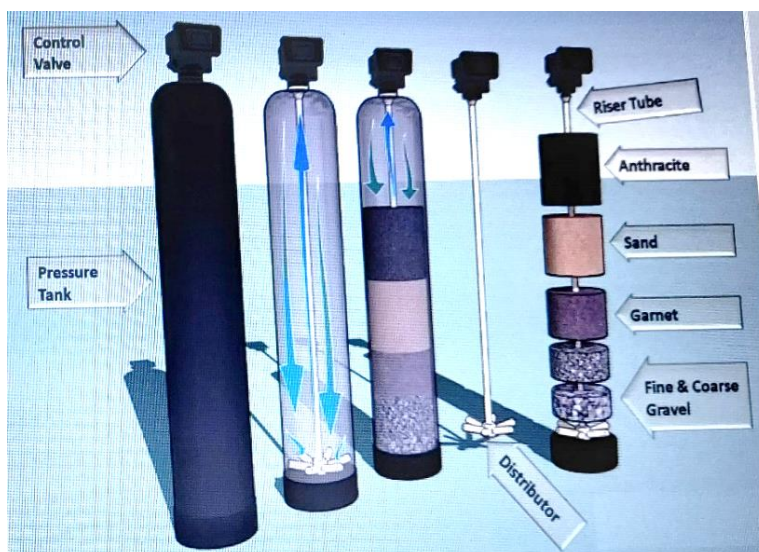
ระบบทรายกรองเร็ว เป็นการกรองอาศัยแรงโน้มถ่วงอย่างรวดเร็ว เป็นวิธีที่โรงผลิตน้ำใช้กัน สารกรองหยาบสูง 0.4-0.6 มิลลิเมตร หรือมากกว่า Uniformity coefficient = 1.3-1.7 อัตราการกรองอยู่ที่ 4,000-6,000 ลิตร/ตารางเมตร/ชั่วโมง การกำจัดออกอาศัยความลึก ใช้การทำความสะอาดด้วยการล้างย้อน



ระบบกรองที่ใช้สารกรองหลายชนิด เป็นการรวมสารกรองสองชนิดที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน สารกรองหยาบ และสารกรองน้ำหนักเบาจะอยู่ด้านบน ส่วนสารกรองหนักและละเอียดจะอยู่ด้านล่าง

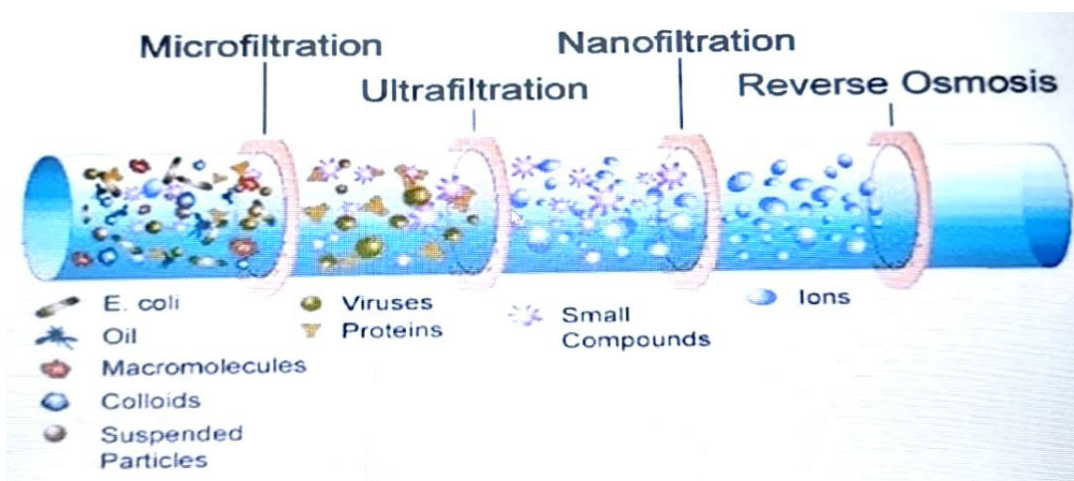


สารกรองถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) และเครื่องกรองใช้แรงดัน เป็นระบบปิด จะมี head loss มากกว่า ใช้กับน้ำใต้ดินที่มีเหล็ก และแมงกานีส การติดตั้งใช้พื้นที่น้อย

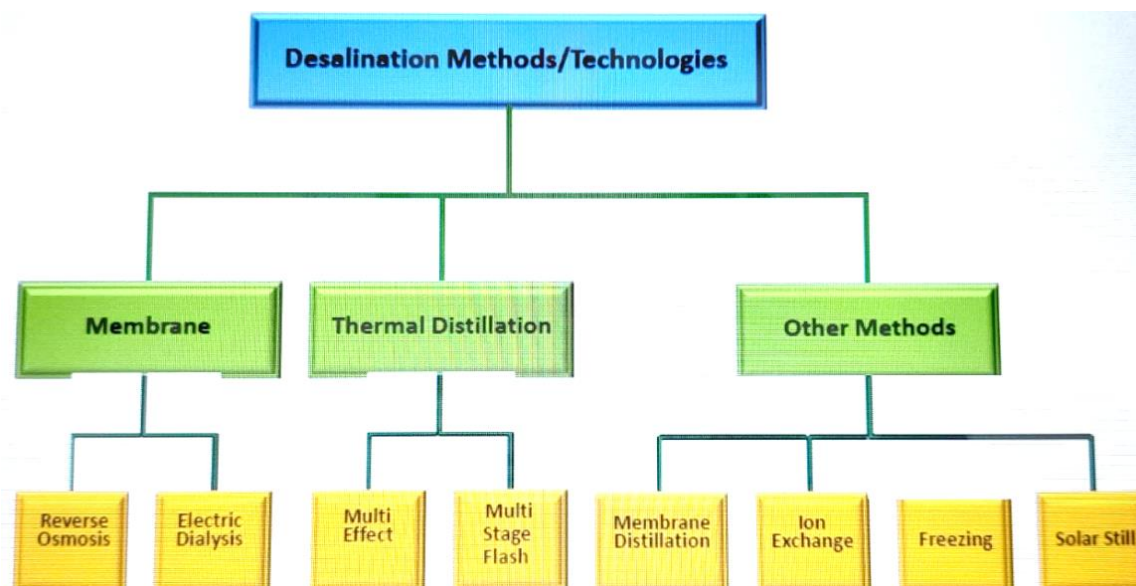


ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำขั้นสูง และการนำเกลือออก : การนำเกลือออกคือ การแปดสภาพน้ำทะเล หรือน้ำกร่อยให้กลายเป็นน้ำที่ดื่มได้ โดยการแยกเกลือออกจากน้ำ การกำจัดเกลือ (NaCl) และแร่ธาตุอื่นๆ ออกจากทะเล เพื่อให้ให้น้ำมีความเหมาะสมต่อการบริโภคของมนุษย์ และ/หรือใช้เพื่อประโยชน์อื่นๆ เช่น อุตสาหกรรม หรือเกษตรกรรม เช่น การใช้เมมเบรนและแรงดัน RO ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายที่สูง และการกลั่น ซึ่งไม่ใช้กัน

การเปรียบเทียบการปรับปรุงคุณภาพน้ำแต่ละวิธีกับขนาดของอนุภาค

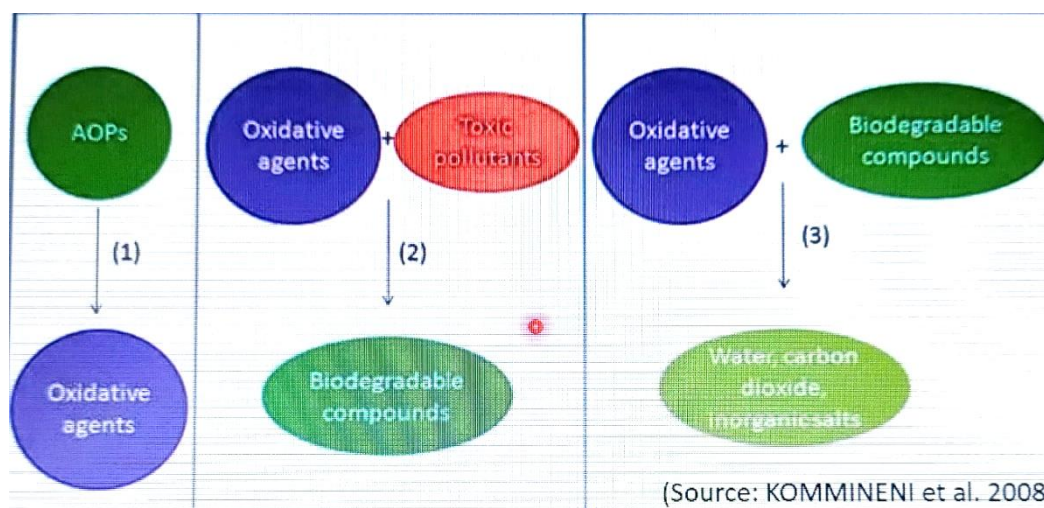


รูปแบบเทคโนโลยีการกำจัดเกลือ : RO > Multi-stage Flash > Multi-effect distillation > Nanofiltration > electrodialysis แต่ประเด็นที่ต้องพิจารณา คือ การสร้างของเสียเกลือทั่วโลกประจำวันอยู่ที่ 142 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็นปริมาณที่สูงมาก



หลักการทั่วไปของการกลั่นโดยใช้เมมเบรน (Membrane distillation) เป็นการกำจัดสิ่งปนเปื้อน 100% ใช้ในการผลิตน้ำที่มีคุณภาพสูง อุณหภูมิที่ใช้ปานกลาง 60°C ปฏิบัติการภายใต้ความดันบรรยากาศ สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นการประหยัดน้ำ และลดการสูญเสียน้ำจากน้ำเสีย ไม่มีตะกอน หรือสารตะกอนเป็นผลิตภัณฑ์ by-product เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

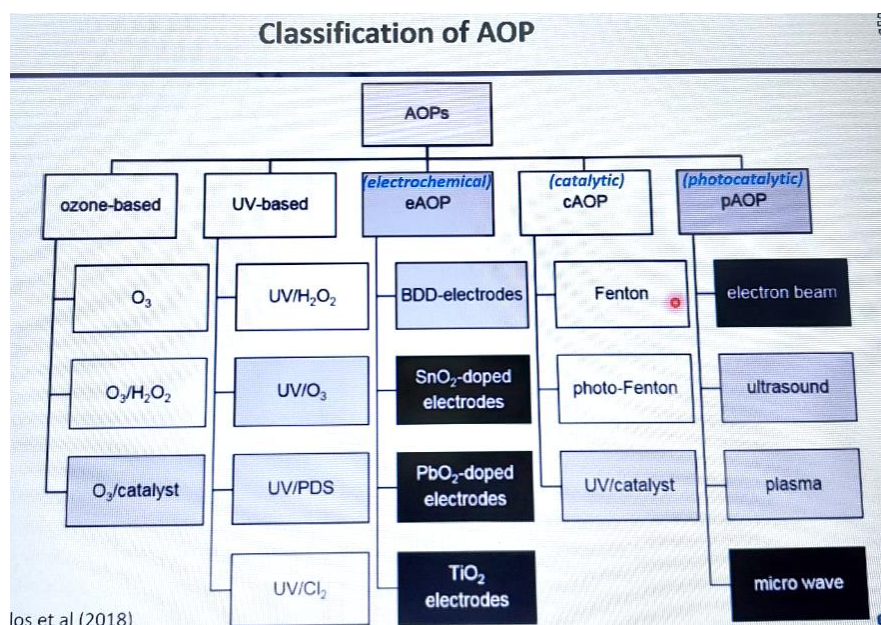
การฆ่าเชื้อโรค เป็นกระบวนการกำจัดเชื้อก่อโรค หรือทำให้หมดสภาพ วิธีการฆ่าเชื้อโรค ได้แก่ การปรับปรุงโดยใช้สารเคมีและกายภาพ การใช้พลังงานความร้อนโดยตรง การใช้รังสี UV grammar X และ คลื่นไมโครเวฟ การใช้ ultrasonic การเติมสารเคมีฆ่าเชื้อโรค คุณสมบัติของสารฆ่าเชื้อโรค ต้องสามารถฆ่าเชื้อก่อโรคได้ มีประสิทธิภาพที่ pH และส่วนประกอบของแร่ธาตุที่กว้าง ไม่มีการสร้างสารที่ก่อความเป็นพิษ มีผลการฆ่าเชื้อหลงเหลืออยู่ กลไกการทำงาน มีผลต่อโปรตีนเซลล์ที่ไม่มีผลต่อการทำงานของระบบเอนไซม์ที่สำคัญที่จำเป็นต่อการมีชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์ ทำลายผนังเซลล์ และส่งผลต่อความสามารถในการผ่านเข้าออกของเซลล์ เปลี่ยนธรรมชาติความเป็นคอลลอยด์ของ protoplasm



กลไกการทำงานของสารฆ่าเชื้อโรค ขั้นตอนเกี่ยวข้อง สารฆ่าเชื้อโรคแทรกซึมผ่านเข้าไปในผนังเซลล์ จากนั้นเกิดการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ที่อยู่ภายในผนังเซลล์ ไอออนที่เป็นกลางที่ active มาก เปรียบเทียบกับ anions Cl_2 O_3 chlorine di oxide จะทำการ oxidize เซลล์ สารฆ่าเชื้อโรคที่นิยมใช้กัน ได้แก่ ฮาโลเจน เช่น คลอรีน โบรมีน ไอโอดีน เป็นต้น โอโซน เป็นสารฆ่าเชื้อที่ดีมาก แต่ราคาแพง ต่างกับทิม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ Metal ions เช่น ไอออนเงิน (ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย) ทองแดง (ฆ่าสาหร่าย) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารเคมี ได้แก่ ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ปริมาณ การกระจายตัว และสภาวะ ธรรมชาติของสารฆ่าเชื้อโรค และความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ อุณหภูมิ อัตราและสภาวะของน้ำที่จะฆ่าเชื้อโรค เวลาในการสัมผัส

Hydroxyl radicals (OH) เกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรงในน้ำ มีชีวิตสั้น พฤติกรรมฆ่าเชื้อไม่เลือก ความเข้มข้นสถานะความคงตัวต่ำมาก ($10^{-12} - 10^{-13}$ M) สารนี้ผลิตขึ้นโดยวิธีที่แตกต่างกัน เช่น การรวมตัวกันของสาร oxidizing เช่น H_2O_2 และ O_3 รังสี เช่น UV หรือ ultrasound และ catalysts เช่น Fe^{2+} ปฏิกิริยาของ OH จะมี redox potential สูง (2.80 V) ฆ่าเชื้อไม่เลือก ทำงานได้ดี ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ต่างๆ ได้เร็ว Electrophilic

Redox potentials of selected oxidants (V)	
Fluorine (F_2)	3.06
Hydroxyl radical ($\text{OH}^\bullet$)	2.80
Sulfate radicals ($\text{SO}_4^{\bullet-}$)	2.60
Ozone atom (O)	2.42
Ozone (O_3)	2.08
Hydrogen peroxide (H_2O_2)	1.78
Potassium permanganate (KMnO_4)	1.70
Hypochlorite (HOCl)	1.49
Chlorine (Cl_2)	1.36
Oxygen (O_2)	1.23
Hypochlorous acid (HOCl)	0.95
Sodium hypochlorite (NaOCl)	0.94

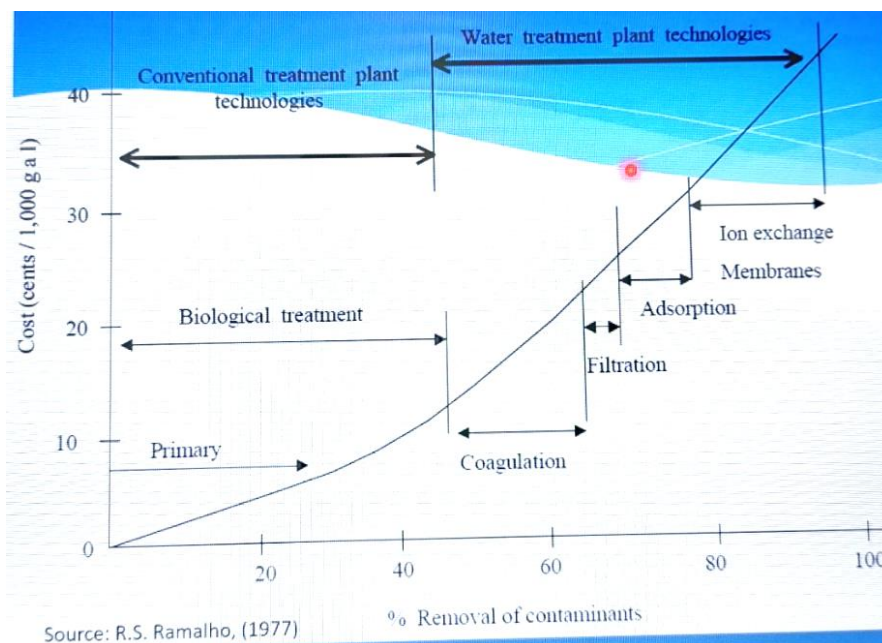


Advanced Oxidation Technologies			
Process	Principle reactions	Process	Principle reactions
O_3	$3O_3 + H_2O \rightarrow 2OH\cdot + 4O_2$	Fenton's reagent	$H_2O_2 + Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + OH\cdot + OH^-$
Ultrasound (US)/ O_3	$O_{3(g)} \rightarrow O_{2(g)} + O(^3P)_{(g)}$ $O(^3P)_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow 2\cdot OH_{(g)}$	<i>Note: wastewater pH 3-5; adding the iron catalyst (as a solution of $FeSO_4$); adding slowly the H_2O_2 (if the pH is too high, the iron precipitates as $Fe(OH)_3$ and catalytically decomposes the H_2O_2 to oxygen)</i>	
O_3/H_2O_2	$H_2O_2 + 2O_3 \rightarrow 2OH\cdot + 3O_2$	US/Fenton	$H_2O_2 + Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + OH\cdot + OH^-$ $H_2O_2 + Fe^{2+} \rightarrow Fe^{+}OOH^{2+}$ $Fe^{+}OOH^{2+} \rightarrow Fe^{2+} (isolated) + HO_2\cdot$ $Fe^{2+} (isolated) + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH\cdot + OH^-$
UV/ O_3	$O_3 + H_2O \xrightarrow{UV} 2OH\cdot + O_2$	Photocatalysis	$TiO_2 \xrightarrow{UV} e^- + h^+$ $TiO_2 (h^+) + H_2O_{ad} \rightarrow TiO_2 + HO_{ad}\cdot + H^+$ $TiO_2 (h^+) + HO_{ad} \rightarrow TiO_2 + HO_{ad}\cdot$ $TiO_2 (h^+) + RX_{ad} \rightarrow TiO_2 + RX_{ad}\cdot$
UV/ H_2O_2	$H_2O_2 \xrightarrow{UV} 2OH\cdot$		
UV/ O_3/H_2O_2	$O_3 + H_2O_2 + H_2O \xrightarrow{UV} 4OH\cdot + O_2$		
Source: Stasinakis (2008)			
Dark AOP		Light/solar driven AOP	
- Ozone (O_3) - Fenton ($Fe^{2+} + H_2O_2$) - Electrolysis (electrodes + current) - Sonolysis (Ultrasounds)		- Photolysis (UV + H_2O_2) - Photocatalysis (light + catalyst) - Photo-Fenton (solar light + Fenton)	

การใช้งาน petroleum hydrocarbons aromatic hydrocarbons (toluene, benzene, xylene เป็นต้น) phenols chlorinated hydrocarbons (TCE, PCE, vinyl chloride เป็นต้น) สีย้อมผ้า สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ยา explosives (TNT, RDX และ HMX) และอื่นๆ

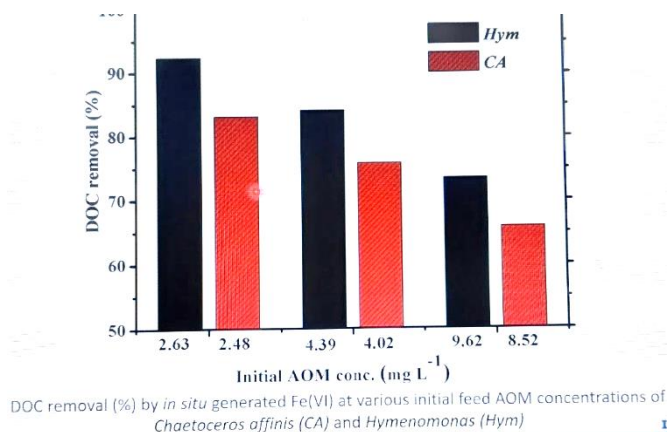
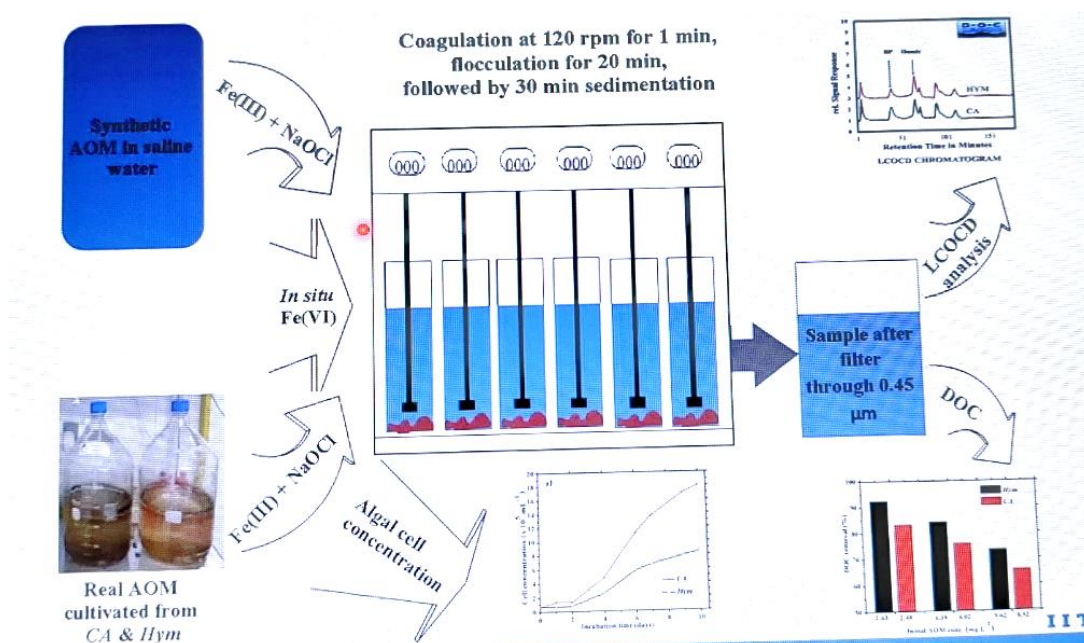
ประโยชน์ ทำลายสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นพิษ โดยไม่เคลื่อนย้ายมลพิษไปอยู่ในสถานะรูปแบบอื่น มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดมลพิษสารอินทรีย์ทั้งหมด และกำจัดโลหะที่เป็นพิษบางตัว ทำงานเป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ราคาถูกในการติดตั้ง ปรับใช้ได้ในสเกลที่เล็กในประเทศที่กำลังพัฒนา ข้อเสีย ได้แก่ มีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากต้องใช้สารเคมีและพลังงาน เกิดสารพิษ oxidation intermediates potentially toxic เช่น DBPs ต้องการทักษะทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบและการปฏิบัติการ เทคโนโลยียังคงต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อไป

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายกับวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

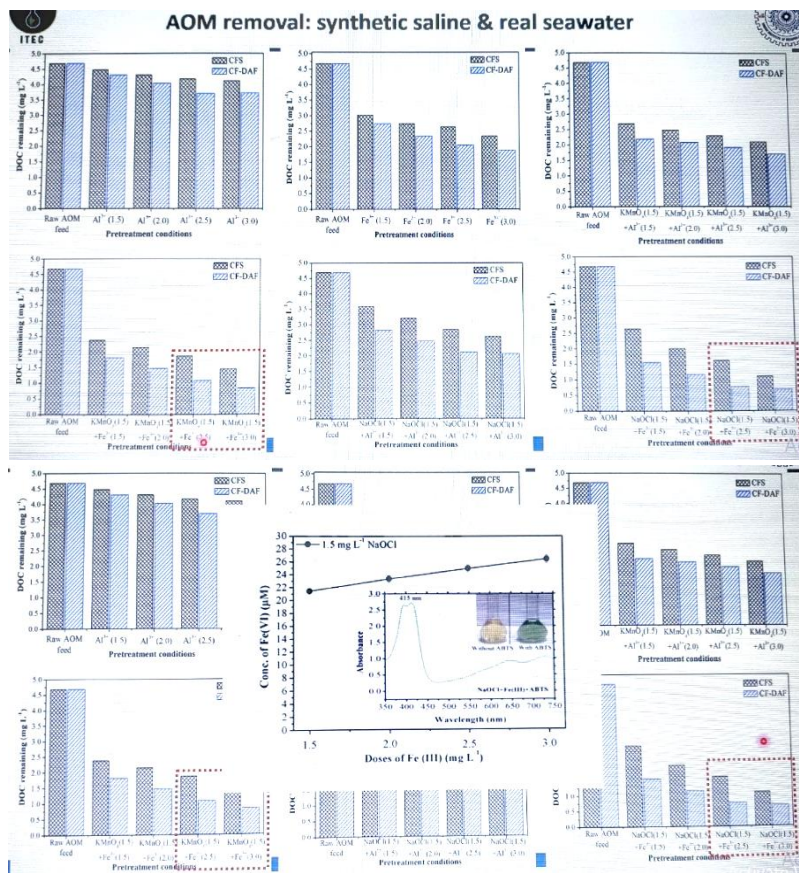


กรณีศึกษา 1 : การกำจัดสารอินทรีย์สาหร่ายที่ละลายน้ำ

Ferrate เกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของ Sodium hypochlorite กับ ferric ความเข้มข้นของ Ferrate วัดได้โดยใช้ indirect ABTS UV-Vis method สารอินทรีย์สาหร่ายถูกกำจัดออกโดย Ferrate จาก ferric โดย Ferrate ที่เกิดขึ้นแสดงถึงประสิทธิภาพที่สูงในการ oxidizing humic substances และสามารถกำจัด biopolymers โดยการ forming aggregates



กรณีศึกษา 2 การควบคุมการเกิด membrane fouling ธรรมชาติหรือสารอินทรีย์ของสาหร่ายประกอบด้วยสารชีวโมเลกุล polysaccharide โปรตีน ฯลฯ ซึ่งทำให้เกิด foul ที่เมมเบรนได้ระหว่างการกำจัดเกลือในน้ำทะเล การสร้างสารฆ่าเชื้อที่เป็นอันตรายระหว่างกระบวนการ oxidation ยังเป็นประเด็นที่กังวล การลอยของอากาศที่ละลายในน้ำด้วยสารเคมีสีเขียวที่สร้างขึ้น ferrate แสดงถึงความสามารถในการลดการเกิด membrane fouling ได้ โดยเทคนิค non-destructive monitoring






MF feed quality in different pretreatment scenarios

Table: MF feed quality and comparison of flux decline in MF

Type of treatment scenario	MF Feed					MF permeate				
	pH	Turbidity (NTU)	Conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	DOC (mg L^{-1})	UV ₂₅₄ (cm^{-1})	Turbidity (NTU)	Conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	DOC (mg L^{-1})	UV ₂₅₄ (cm^{-1})	
Seawater with AOM feed	8.1	4.5	48.3	5.1	0.107	0.52	41.2	2.28	0.035	
CF-DAF by $1.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ KMnO}_4$ + $2.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ Fe}^{3+}$	7.43	2.12	36.4	1.41	0.031	0.26	32.3	1.21	0.017	
CF-DAF by $1.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ NaOCl}$ + $2.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ Fe}^{3+}$	7.51	1.61	35.9	1.01	0.019	0.27	31.1	0.87	0.010	

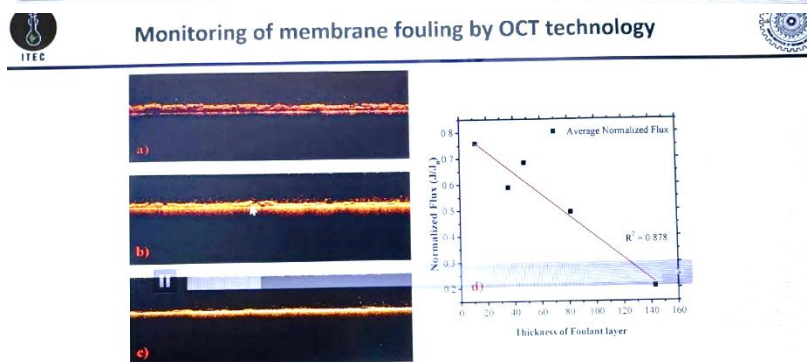


Figure: OCT images of MF membranes with different pretreatments for the removal of synthetic AOM (initial DOC conc. approx. 5 mg C L^{-1}) in real seawater a) without treatment (control), b) under CF-DAF with KMnO_4 and Fe^{3+} scenario, c) under CF-DAF with *in situ* Fe^{3+} and d) The average normalized flux decline as a function of foulant thickness growth.

สรุป การกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เช่น NOM หรือ ADM เป็นความจำเป็นต่อหลีกเลี่ยงการเกิดสาร DBPs สารฆ่าเชื้อโรคสีเขียว เช่น Ferrate (Fe^{6+}) แสดงบทบาทที่สำคัญในเทคโนโลยีการปรับปรุงคุณภาพน้ำสุดท้าย การลดการเกิด membrane fouling ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และการกำจัดเกลือออกประสบความสำเร็จได้โดยการประยุกต์ hybrid oxidation-coagulation เป็น pretreatment

Water, Sanitation, and Hygiene (WASH)

ธรรมาภิบาล: กรอบการทำงานของระบบเศรษฐศาสตร์และสังคม โครงสร้างกฎหมายและการเมือง เป็นการจัดการของมนุษย์ด้วยตัวเอง (UNED, 2002) ธรรมาภิบาลกว้างลงอย่างที่สุดเกี่ยวกับการสร้างสภาวะสำหรับการจัดลำดับกฎกติกา และการรวบรวมกิจกรรม ทั้งภายใต้และเหนือระบบรัฐบาล ธรรมาภิบาลเป็นกระบวนการทั้งหมดของการจัดการ ที่ดำเนินการโดยรัฐบาล ตลาด หรือเครือข่าย ไม่ว่าจะเกินกรอบครัวเรือน องค์กรที่เป็นทางการ หรือไม่เป็นทางการ หรือภูมิภาค และไม่ว่าจะผ่านกฎหมาย ระเบียบ อำนาจ หรือภาษาของสังคมก็ตาม

ธรรมาภิบาลเป็นมากกว่ารัฐบาล แต่บ่อยครั้งที่เกี่ยวข้องกับรัฐบาล โครงสร้างของธรรมาภิบาลทั่วไป ได้แก่ หน่วยงาน Multilateral เช่น UN WHO EU หน่วยงานระดับชาติ เช่น UK Sierra Leone หน่วยงานท้องถิ่น เช่น เมือง เทศบาล หน่วยงานอิสระ เช่น OFWAT คณะกรรมการความร่วมมือ เช่น ภายใต้บริษัทข้ามชาติ ภาคเครือข่ายธรรมาภิบาลทั่วไป ได้แก่ ประชาชน เช่น ผ่านทางกระบวนการประชาธิปไตยโดยตรง หรือ ประชาธิปไตยโดยเจตนา ผู้บริโภค เช่น ผ่านทางชมรมผู้บริโภค หรือโครงสร้างอื่นๆ ประชาสังคม เช่น NGOs กลุ่มที่สนใจร่วมกัน influencers ในรูปแบบต่างๆ ภาคส่วนเอกชน เช่น ผ่านทางธรรมาภิบาลด้วยตัวเอง หรือ กระบวนการธรรมาภิบาลอย่างกว้าง หน่วยสังคมอื่นๆ เช่น ชนเผ่า

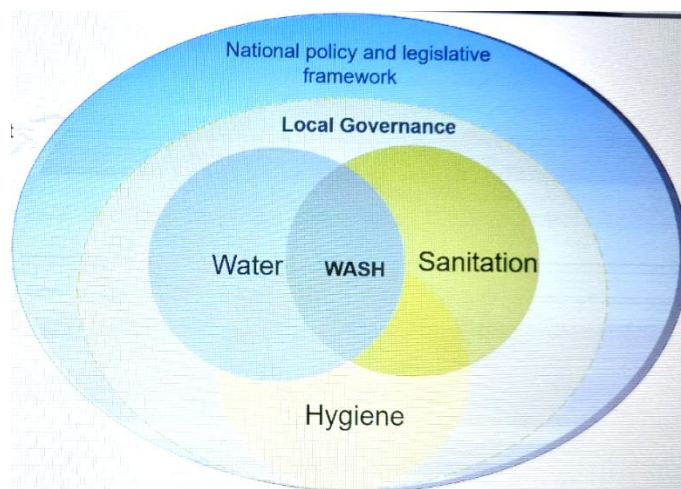
ธรรมาภิบาลโลก (น้ำ สุขภาพ พลังงาน) : โลก >> ชาติ >> ท้องถิ่น Top-down การจัดตั้งวาระ ความเสี่ยงระดับโลกที่ต้องมีการจัดการ เช่น การค้า ภูมิอากาศ สงคราม เป็นต้น สิทธิมนุษยชน การติดตามและการลงโทษการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนด Bottom-up การนำการตีความ ความเสี่ยงระดับต่ำที่ต้องมีการจัดการ กระบวนการระดับที่สูงกว่าที่ส่งผลกระทบ ความสนใจในการสร้างสมดุล และการสร้างความร่วมมือสำหรับความดีโดยรวม ระบบธรรมาภิบาลสามารถทำให้เกิดการทับซ้อนกันและขัดแย้งกันในเรื่องที่ซับซ้อนมากขึ้น มันเกี่ยวข้องกับระบบการคิด แต่มากกว่าการเข้าใจระบบเชิงประจักษ์ เพื่อพิจารณาสิ่งที่คล้ายกับคุณค่าทางการเมืองและคำถามศีลธรรม

ธรรมาภิบาลที่ดีคืออะไร หลักการ (UNDP, 2002) คือ การมีส่วนร่วม การมุ่งผลสัมฤทธิ์ การเคารพสิทธิและกฎหมาย ประสิทธิภาพ ความโปร่งใส ประสิทธิภาพ กรอบแนวคิด ความสามารถ – มุ่งผลสัมฤทธิ์ – ความรับผิดชอบ ได้แก่ ความสามารถในการทำสิ่งต่างๆ ให้สำเร็จ ความสามารถในการทำให้ประชาชนมีความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการและสิทธิของประชาชน การเติบโตของวาระธรรมาภิบาลที่ดี ในปี 1980 โครงการของ World bank 1% เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถาบัน เป็นองค์ประกอบหลัก โดยในปี 2010 สิ่งนี้ได้เพิ่มขึ้นเป็นโครงการระหว่าง 50-65% ในแต่ละปีจะมีเงินช่วยเหลือ 10 พันล้านดอลลาร์ ใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการธรรมาภิบาล

ธรรมาภิบาลสำหรับบริการ WASH ที่ยั่งยืน รวมถึงกระบวนการ กลไก ความสัมพันธ์ และองค์กร ผ่านทางภาคีเครือข่ายสามารถใกล้เคียงความสนใจของพวกเขา แบบฝึกหัดด้านสิทธิของพวกเขา และ ภาระผูกพัน และทำการตัดสินใจสำหรับการส่งเสริมและการจัดหาบริการ ธรรมาภิบาลที่ดีจะเกี่ยวข้องกับความร่วมมือเชิงบวกระหว่างภาคส่วนที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ การรับผิดชอบต่อการใช้พลังงาน และ การ

จัดหาบริการที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ธรรมชาติที่ตื้นเขินได้เมื่อภาคีเครือข่ายมีการสัญญาและเข้าร่วมกับอีกฝ่ายในวิถีของความร่วมมือ ความโปร่งใส และการมุ่งผลสัมฤทธิ์ เพื่อให้การบริการที่ดีกว่าประสบความสำเร็จ โดยปราศจากการคอร์รัปชันและใช้ในทางที่ผิด และอยู่ภายใต้กรอบของกฎหมาย

ธรรมชาติด้านน้ำคือ ชุดของระบบที่ควบคุมการตัดสินใจในการจัดการเรื่องน้ำ และการแจกจ่ายบริการด้านน้ำ จะเกี่ยวข้องกับ ใครได้รับน้ำอะไร เมื่อไร และอย่างไร เป็นการเมืองอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะที่ซึ่งมีการแข่งขันด้านทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด ระบบธรรมชาติด้านน้ำกระทบการเมือง และความจริงด้านวัฒนธรรมที่ระดับชาติ จังหวัด และท้องถิ่น ธรรมชาติด้านน้ำที่มีประสิทธิภาพมาก กรอบการทำงานด้านนโยบายที่จะปกป้องแหล่งน้ำและประกันว่าน้ำสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม องค์การจัดการน้ำจะมีส่วนช่วยด้านความร่วมมือของภาคีเครือข่ายทั้งหมดในวิถีของความโปร่งใส การมุ่งผลสัมฤทธิ์ ความอ่อนไหวเรื่องเพศ และความเท่าเทียมกัน กลไกการตัดสินใจ และกฎระเบียบ เพื่อบรรลุความรับผิดชอบต่อการใช้อำนาจทางการเมือง การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด การพัฒนาอย่างยั่งยืน และระบบนิเวศที่ยั่งยืน ธรรมชาติด้านน้ำ เกี่ยวข้องกับ มิติด้านสังคม เศรษฐกิจ การเมือง และสิ่งแวดล้อม



ธรรมชาติด้าน WASH กินความหมายกว้างกว่า การจัดการน้ำ สุขาภิบาล และสุขอนามัย โดยเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติสำหรับการพัฒนาแบบบูรณาการของท้องถิ่น ต้องมีการสร้างความร่วมมือ และการสื่อสารเพื่อส่งเสริมบริการ WASH ดังนั้น การสื่อสารสามารถแสดงถึงความต้องการและสร้างทางเลือก โครงสร้างและกลไกสำหรับการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่าย ที่มีภาคีเครือข่ายทั้งหมดมารวมตัวกันเพื่อสร้างทางเลือกและการตัดสินใจที่ดี กลไกจะรับประกันธรรมชาติที่มีความโปร่งใส และมุ่งผลสัมฤทธิ์ และการจัดหาบริการ องค์การ WASH เข้าถึงการสนับสนุนขีดความสามารถที่จะทำให้พวกเขามีโครงสร้าง ระบบ ความสามารถ ศักยภาพ และทักษะที่จำเป็น เพื่อประกันว่าธรรมชาติที่ดีด้านบริการ WASH และการจัดการที่ยั่งยืน ภาคีเครือข่ายด้าน WASH เข้าถึงการเรียนรู้และการแลกเปลี่ยน รวมถึงการแลกเปลี่ยนในหมู่เพื่อน และการจัดการความรู้ การมุ่งสู่ธรรมชาติ WASH และการหาบริการ ต้องคำนึงถึงสิทธิทางเพศและความเท่าเทียมกัน ที่ซึ่งความต้องการของกลุ่มคนที่ยากจนที่สุดจะได้รับ ส่วนของ WASH เป็นความรับผิดชอบสำหรับสิทธิต่อการบริการ WASH สำหรับประชาชนที่อาศัยร่วมกับโรค HIV และ AIDS ทางเลือกเทคโนโลยีที่ดีเป็นกุญแจสำคัญของความสำเร็จของการจัดหาบริการที่ยั่งยืน ต้องมีการจัดทำระบบและวิธีการติดตาม ประเมินผล และรายงานผล

องค์ประกอบธรรมาภิบาล 6 ข้อของบริการน้ำ และสุขาภิบาล ได้แก่

- นโยบายและกฎหมาย: มาตรฐานบริการ สถานะด้านเทคนิค มาตรฐานคุณภาพ ระดับของบริการ การจัดหาสำหรับการพัฒนาและปฏิบัติการด้านโครงสร้าง การกำหนดและโครงสร้างภาษีและการจ่ายค่าบริการ

- การวางแผน และแผนพัฒนา บริการน้ำและสุขาภิบาลจำเป็นต้องวางแผนสำหรับท้องถิ่น -โดยทั่วไปเขตอำนาจศาล- เป็นส่วนของการพัฒนาแบบบูรณาการ กระบวนการวางแผนต้องสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการบริการน้ำ สุขาภิบาล และสุขอนามัย โดยเฉพาะชุมชนที่ไม่สามารถเข้าถึงบริการได้ การวางแผนประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ การมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่าย การตัดสินใจด้านยุทธศาสตร์ การระบุและจัดลำดับความสำคัญของโครงการ และการจัดสรรทรัพยากรเพื่อดำเนินการแผน ได้แก่ โครงสร้าง ทรัพยากรน้ำ งบประมาณ ระยะเวลา โครงสร้างภาษี ผู้ให้บริการ ผลิต และการบำรุงรักษา การติดตามและประเมินผล รวมถึงการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค

- การเงิน การลงทุนที่เพียงพอจะรับประกันการเข้าถึงบริการสำหรับทุกคน ผู้มีอำนาจในท้องถิ่นต้องสนับสนุนส่งเสริมความยั่งยืน การเข้าถึง และการเงินสำหรับการบริการน้ำและสุขาภิบาล รวมถึงการออกแบบเครื่องมือทางการเงินเพื่อประกันรายได้ที่เพียงพอ การวางแผนทางการเงินควรกระจายงบประมาณอย่างเพียงพอสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และโครงสร้าง งบประมาณ WASH สำหรับพื้นที่ต้องมีทั้งงบประมาณแผ่นดินและงบประมาณดำเนินการ รวมถึงแหล่งของรายได้ เพื่อจัดการช่องว่างทางการเงิน

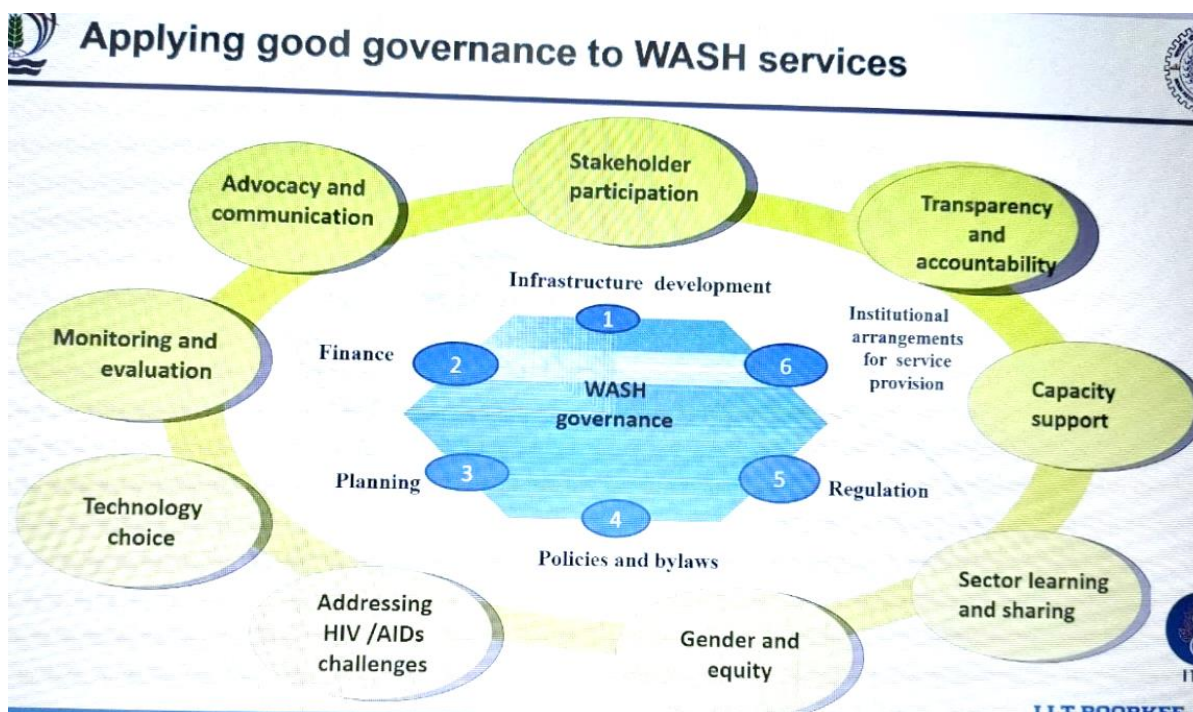
- การพัฒนาด้านโครงสร้าง เป็นหนึ่งด้านของความท้าทายที่ใหญ่ที่สุดของรัฐบาลท้องถิ่นในการดูแลด้านโครงสร้างการกระจายน้ำและสุขาภิบาล การพัฒนาโครงสร้างรวมถึงวัฏจักรของโครงการทั้งหมด กระบวนการที่จำเป็นทั้งหมด เพื่อรับประกันว่าการจัดหาบริการจะคงอยู่ต่อไป เป็นการลงทุนทั้งเรื่องเวลา และทรัพยากรในการปรับปรุงโครงสร้างด้าน WASH จากมุมมองธรรมาภิบาล การพัฒนาโครงสร้าง รวมถึงกิจกรรมเพื่อการวางแผน การจัดการ และการติดตามโครงการ การวางแผนและการลงทุนด้านโครงสร้าง การระบุโครงการเกี่ยวกับโครงสร้างใหม่ การมองถึงการใช้โครงการประเทศผ่านทางวัฏจักรโครงการ การรับประกันประเด็นความยั่งยืนในโครงการ รวมถึงการจัดให้มีการบริการอย่างต่อเนื่อง การจัดการทรัพย์สิน รวมถึงการเปลี่ยนมือทรัพย์สินที่ปลายทางของชีวิต

- การจัดการองค์กรสำหรับการจัดหาบริการ การบริการ WASH สามารถจัดทำได้โดยหน่วยงานขึ้นกับนโยบายของประเทศ และกรอบแนวทางการทำงาน ซึ่งรวมถึงรัฐบาลของท้องถิ่นเอง องค์กรระดับชุมชน หน่วยงานเอกชน บริษัทผลิตน้ำ NGO หรือการรวมกันของทุกภาคส่วน หน่วยจัดหาบริการจะเรียกว่าผู้ให้บริการ หรือผู้ให้บริการด้านน้ำ การตัดสินใจที่หน่วยงานจะจัดหาบริการด้านน้ำในพื้นที่เฉพาะเป็นหนึ่งในตัดสินใจของธรรมาภิบาลที่สำคัญที่สุด ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดหาบริการ ดังนี้ ที่ตั้งและขนาดของพื้นที่รับบริการ จำนวนของผู้บริโภค ชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ แหล่งน้ำ การจัดสรรงบประมาณ ทักษะและความเชี่ยวชาญที่มี การเข้าถึงการสนับสนุนของประเทศ

- กฎระเบียบ วัตถุประสงค์เพื่อปกป้องผู้บริโภค เพื่อประกันว่าบริการจะได้ตามมาตรฐานของประเทศ และนโยบายของรัฐบาลท้องถิ่น และกฎหมาย ซึ่งกฎระเบียบจำเป็นต้องทำให้แน่ใจว่าบริการ WASH จะมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล สามารถเข้าถึงได้ และยั่งยืน เนื่องจากบริการ WASH มีการกระจายอำนาจให้แก่รัฐบาลท้องถิ่นมากขึ้น ดังนั้นรัฐบาลท้องถิ่นต้องรับผิดชอบต่อชุมชนในการแจกจ่ายให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ

การมีส่วนร่วมและความตระหนักของชุมชน ต่อกิจกรรมทั้งหมดเป็นการทำให้แน่ใจว่าชุมชนจะมีกำลังต่อการเข้าร่วมเป็นภาคีเครือข่ายอย่างเท่าเทียมในวัฏจักรโครงการและเหนือขึ้นไป โดยต้องเป็นกิจกรรมอย่างต่อเนื่องผ่านทางวัฏจักรโครงการ กิจกรรมหลักได้แก่ การจัดหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ และการดำเนินงานอย่างไร บทบาทของชุมชนในโครงการนั้น การประเมินความต้องการของชุมชน ระดับความชอบและการเข้าถึงได้ การสื่อสารและการมีส่วนร่วมในการอำนวยความสะดวก การแน่ใจว่าสมาชิกในชุมชนมีกำลังในการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การสร้างความตระหนักต่อประเด็นเรื่องการจัดการน้ำ สุขาภิบาล สุขภาพ และสุขอนามัย

ประโยชน์ของการมีส่วนร่วมของชุมชน พัฒนาการออกแบบโครงการ โดยให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมวัฒนธรรมและสังคมที่ถูกต้อง ให้ความเข้าใจเกี่ยวกับความต้องการและการจัดลำดับความสำคัญของภาคีเครือข่ายได้ดีขึ้น การช่วยในการแก้ปัญหา/จัดการลดความขัดแย้ง ระบุถึงพื้นฐาน จัดหาแนวทางการแก้ไขเพื่อให้ได้รับการตอบสนองต่อความต้องการทั้งหมด เสริมศักยภาพขององค์กรท้องถิ่น เช่น ทักษะการบริหารจัดการ การพึ่งพาตนเอง การสร้างความมั่นใจในตนเอง ความโปร่งใสและการมุ่งผลสัมฤทธิ์ การเข้าถึงทรัพยากรที่ใหญ่กว่า จัดหาการติดตามประโยชน์ของการบริการน้ำที่ได้รับการพัฒนาได้ดีขึ้น กิจกรรมเยียวยาสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและง่าย ความเป็นธรรมและความมุ่งมั่น กระบวนการที่น่าเชื่อถือที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ประชาชนให้การยอมรับต่อความรับผิดชอบมากขึ้น เมื่อพวกเขาได้เป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินใจและร่วมดำเนินการ บริการ WASH จะยั่งยืนและใช้ได้ดี เมื่อทุกภาคส่วนของชุมชน (ผู้หญิง/ผู้ชาย/คนจน/คนรวย) ได้มีโอกาสในการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การบริหารจัดการ และการรับผลประโยชน์ร่วมกัน



จัดทำ แปลและเรียบเรียง โดย
นางสาวพรเพชร ศักดิ์ศิริชัยศิลป์
กลุ่มพัฒนาระบบจัดการคุณภาพน้ำบริโภค สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ