



บทที่ 3

การจัดการน้ำสะอาดและการบำรุงรักษา

โดย

อาจารย์ดวงรัตน์ เลือคำ

สาขาวิชาอาชีวอนามัย และความปลอดภัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม



คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

Science and Technology Faculty of NPRU



น้ำบริโภค หมายถึง น้ำจากแหล่งน้ำสำหรับ ใช้ปรุงประกอบอาหาร
ล้างหน้า บ้วนปากและแปรงฟัน ได้แก่ น้ำประปา น้ำบ่อบาดาล น้ำบ่อตื้น
น้ำฝน ที่ถูกสุขอนามัย ในปริมาณ 5 ลิตรต่อคนต่อวัน ทั้งนี้องค์การอนามัย
โลกและยูนิเซฟให้คำจำกัดความว่า หมายถึง “น้ำซึ่งไม่มีสารเคมีหรือสารพิษ
ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเจ็บปนและปราศจากกลิ่น สีและรสที่ไม่
เป็นที่ยอมรับ”

หัวข้อการนำเสนอ



1. การจัดหาแหล่งน้ำสะอาด และการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เหมาะสม
2. หลักการในการทำการประปา
3. ขั้นตอนต่าง ๆ ของการผลิตน้ำประปา
4. มาตรฐานของน้ำเพื่อการอุปโภค
5. วิธีการจัดหาแหล่งน้ำสะอาด

สิทธิมนุษยชนเกี่ยวกับน้ำ



☐ น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติอันมีจำกัดและเป็นสินสาธารณะที่จำเป็นขั้นพื้นฐานต่อชีวิตและสุขภาพ สิทธิมนุษยชนเกี่ยวกับน้ำเป็นสิ่งจำเป็นอันขาดเสียมิได้ในการดำเนินชีวิตอย่างมีศักดิ์ศรีของมนุษย์และเป็นสิ่งจำเป็นต่อการได้รับสิทธิมนุษยชนด้านอื่นๆ

☐ สิทธิมนุษยชนเกี่ยวกับน้ำคือ การที่ทุกคนมีสิทธิที่จะได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ปลอดภัย เป็นที่ยอมรับได้ เข้าถึงได้โดยทางกายภาพ ในราคาที่สามารถจ่ายได้เพื่อใช้ส่วนตัวและในครัวเรือน

ที่มา: แนวทางปฏิบัติและมาตรฐานสิทธิมนุษยชนระหว่างประเทศ “สิทธิเกี่ยวกับน้ำ”

การสร้างบ่อน้ำ



โดยทั่วไปบ่อน้ำที่เกิดจากการสร้างโดยมนุษย์ทำได้โดยการขุด การตอก และการเจาะ ซึ่งเป็นวิธีที่นำน้ำใต้ดินมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น บริโภค อุตสาหกรรม และการเกษตร เป็นต้น การขุดหรือเจาะบ่อน้ำจะทำด้วยมือหรือเครื่องจักรก็ได้ ดังนั้นประเภทของการบ่อน้ำจึงขึ้นกับชนิดของบ่อและวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ สามารถแบ่งได้ดังนี้



1. ประเภทของบ่อน้ำตามลักษณะของชั้นดิน

1.1 บ่อน้ำตื้น (Shallow well) หมายถึง บ่อน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 100 ฟุต เป็นบ่อน้ำที่ขุดลงไปจนถึงชั้นดินอุ้มน้ำชั้นแรก (Unconfined aquifer) ในชั้นนี้จะอยู่ระดับเดียวกันกับระดับของน้ำใต้ดิน (Water table) น้ำใต้ดินชนิดนี้เกิดขึ้นเนื่องจากผิวดินซึมลงไปจะถูกกักเก็บไว้ไม่นานก็จะซึมผ่านต่อไปจนถึงชั้นดินอุ้มน้ำชั้นที่สอง (confined aquifer)



1. ประเภทของบ่อน้ำตามลักษณะของชั้นดิน

1.2 บ่อน้ำลึกหรือบ่อน้ำบาดาล (Deep well or artesian well) เป็นบ่อน้ำที่ขุดหรือเจาะลึกผ่านชั้นดินอุ้มน้ำชั้นแรกลึกลงไปจนถึงชั้นดินอุ้มน้ำชั้นที่สอง (Impervious barrier) น้ำจึงถูกกักเก็บไว้เป็นจำนวนมาก น้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในชั้นดินชั้นนี้จะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับของความดันของน้ำ (Hydraulic gradient) เมื่อขุดหรือเจาะลงไปในระดับน้ำใต้ดินชั้นนี้ น้ำจะพุ่งขึ้นมาทันที แต่จะพุ่งสูงมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับความดันของน้ำบ่อนั้น



2. ประเภทของบ่อน้ำตามลักษณะของการขุดหรือเจาะ

2.1 บ่อขุด (Dug wells)

2.2 บ่อตอก (Driven wells)

2.3 บ่อเจาะ (Bored wells)

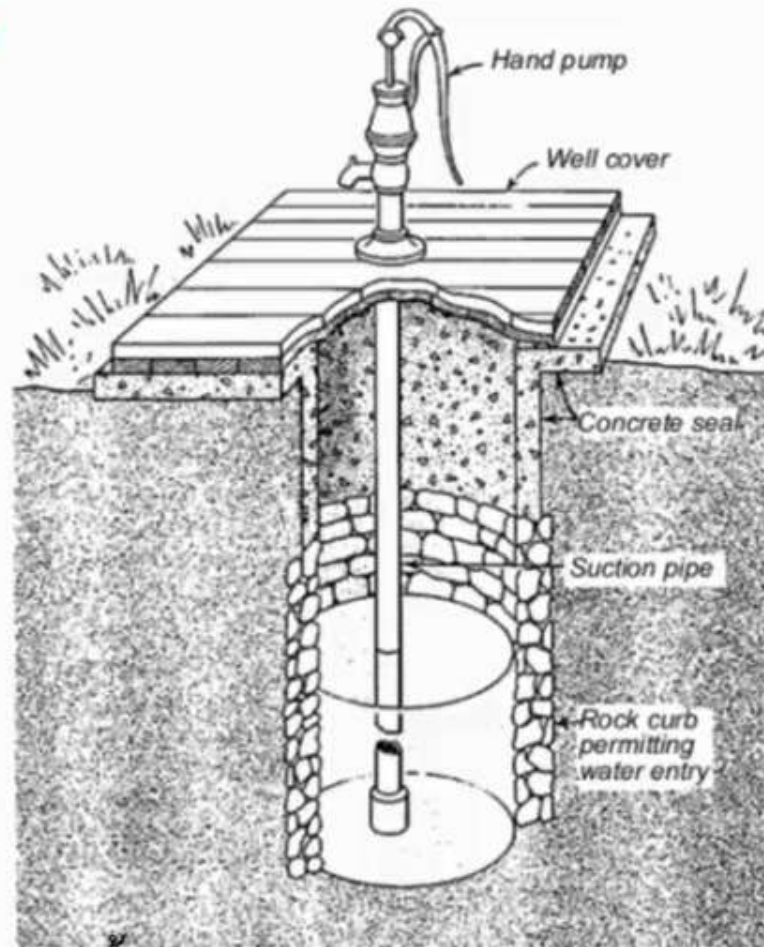
2.4 บ่อเจาะลึก (Drilled wells) → บ่อลึก

} บ่อตื้น



2. ประเภทของบ่อน้ำตามลักษณะของการขุดหรือเจาะ

2.1 บ่อขุด (Dug wells)

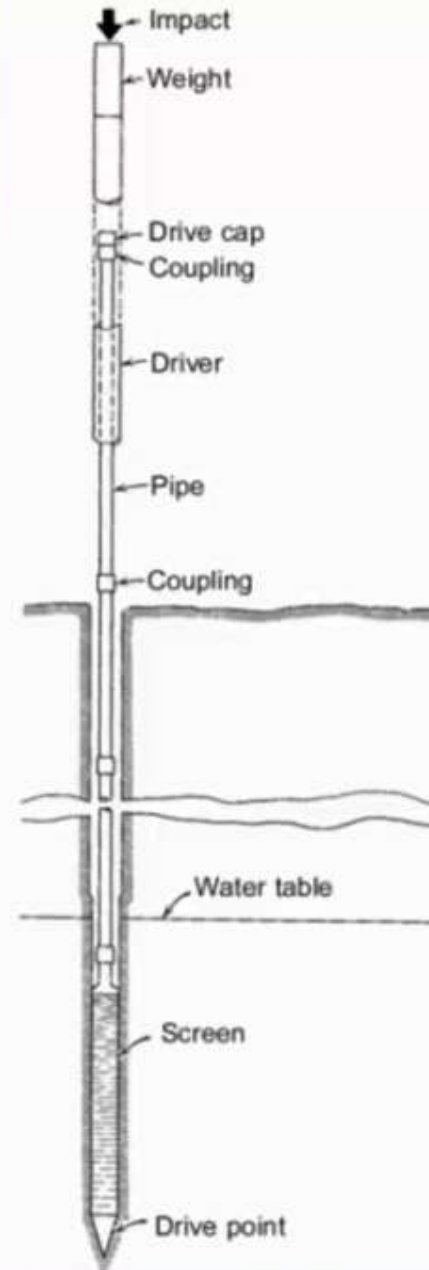


ลักษณะของบ่อน้ำบาดาลชนิดบ่อขุด (Dug well) (จาก Todd, 1980)

2. ประเภทของบ่อน้ำตามลักษณะ ของการขุดหรือเจาะ

2.2. บ่อดอก (Driven wells)

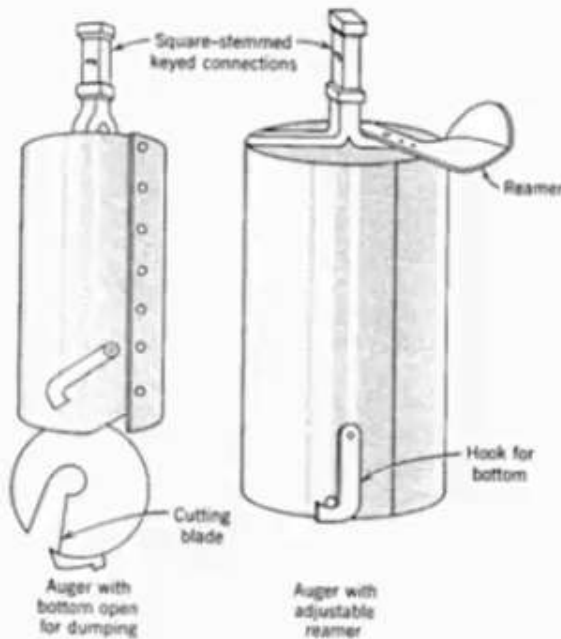
ลักษณะของบ่อดอก
(Driven well) (จาก Todd, 1980)





2. ประเภทของบ่อน้ำตามลักษณะของการขุดหรือเจาะ

2.3 บ่อเจาะ (Bored wells)



วิธีการเจาะด้วยสว่านแบบ Bucket auger
(จาก Johnson Division, 1975)

ลักษณะของหัวเจาะโดยวิธีการเจาะด้วยสว่าน
(จาก Todd, 1980)



2. ประเภทของบ่อน้ำตามลักษณะของการขุดหรือเจาะ

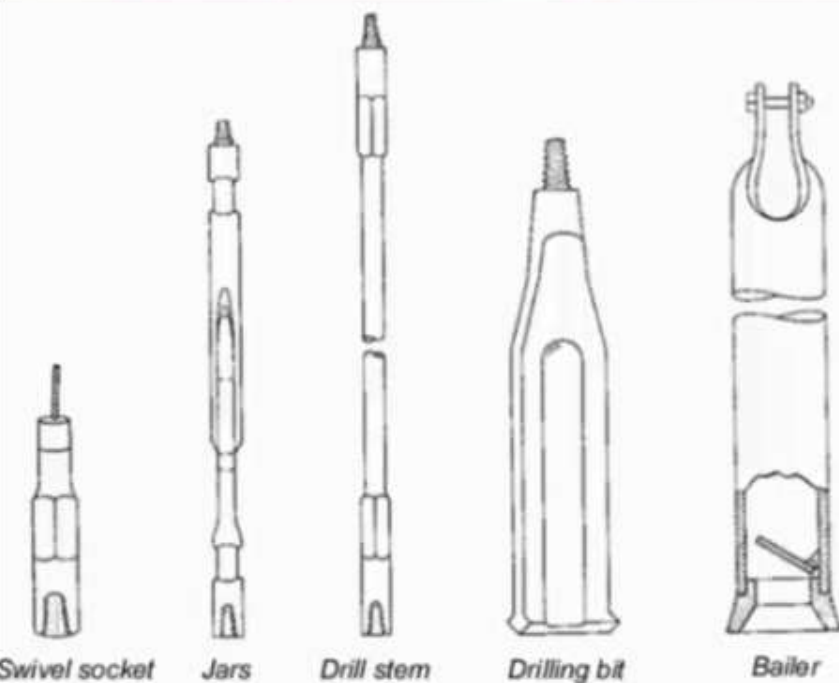
2.4 บ่อเจาะลึก (Drilled wells)

วิธีการเจาะบ่อลึก แยกได้เป็น 2 วิธี คือ

- (1) การเจาะแบบกระแทก (Cable tool drill หรือ Percussion drill)
- (2) การเจาะแบบหมุน (Rotary drill)

การจะเลือกเจาะโดยวิธีไหนนี้ ขึ้นอยู่กับวัสดุหรือหินที่เป็นชั้นหินอุ้มน้ำว่าเป็นหินร่วน หินกึ่งร่วน กึ่งแข็ง หรือหินแข็ง ในแต่ละบ่ออาจจะใช้วิธีการเจาะเพียงวิธีเดียวหรือหลายวิธีรวมกันก็ได้

การเจาะแบบกระแทก (Cable tool หรือ Percussion drill)



อุปกรณ์สำคัญของเครื่องเจาะแบบกระแทก
(จาก Todd, 1980)

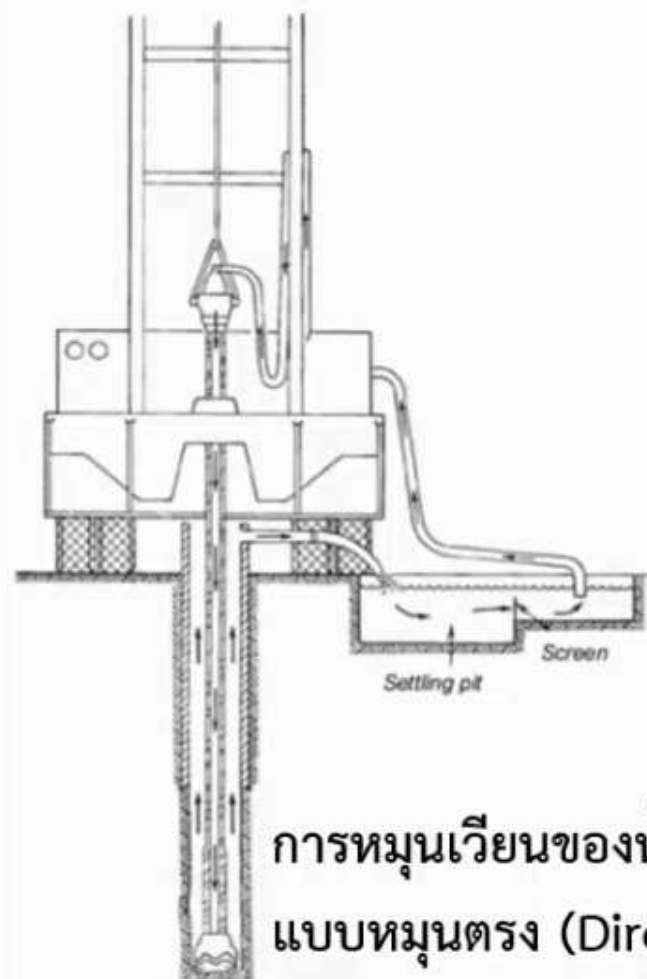
ข้อดี

ได้ตัวอย่างที่แน่นอนของชั้นหินที่เจาะผ่านลงไป และเมื่อถึงชั้นน้ำจะทราบทันที เหมาะสำหรับการเจาะในพื้นที่แห้งแล้งและหาน้ำเพื่อการเจาะลำบาก ราคาต้นทุนของเครื่องเจาะถูกและง่ายต่อการบำรุงรักษา

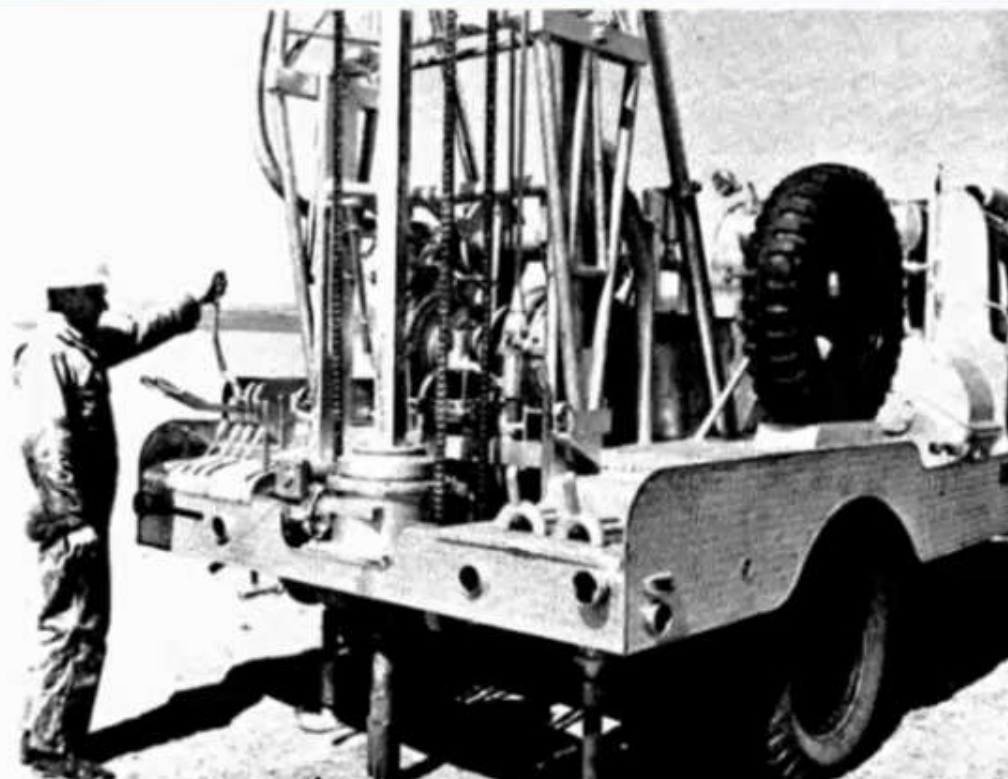
ข้อเสีย

ถ้าเจาะในหินร่วน บ่อจะพังได้ง่าย ต้องมีการลงท่อกันพังช่วยความเร็วในการเจาะค่อนข้างน้อย เพราะต้องคอยตักขึ้นจากกันหลุม ในกรณีเจาะในชั้นหินแข็งและถ้าชั้นหินไม่อยู่ในแนวระนาบ มีการเอียงตัว อาจจะทำให้หัวเจาะสั่นไถลออกไปตามแนวเอียงตัวของหิน ทำให้บ่อคดหรือเอียง ซึ่งเป็นอุปสรรคในการลงท่อกรู ท่อกรองภายหลัง

การเจาะแบบหมุน (Rotary drill)



การหมุนเวียนของน้ำโคลนในการเจาะ
แบบหมุนตรง (Direct rotary drill)



เครื่องเจาะแบบหมุน (Rotary drill)
(Rotary table) (จาก Johnson
Division, 1975)

การเจาะแบบหมุน (Rotary drill)



ข้อดี

- (1) ถ้าเจาะในหินร่วน จะเจาะได้เร็วกว่าการเจาะแบบกระแทก บ่อไม่พัง เพราะมีน้ำโคลนช่วยในการพยุงและฉาบผนังบ่ออยู่ ไม่จำเป็นต้องใส่ท่อกรุในช่วงที่ทำการเจาะ
- (2) สามารถเจาะได้ความลึกมากกว่าการเจาะแบบกระแทก ปัญหาบ่อคดมีน้อย

ข้อเสีย

การเจาะในหินแข็ง มักจะเจาะได้ช้ากว่าการเจาะแบบกระแทก

- (1) ใช้กำลังคนมากกว่าการเจาะแบบกระแทก เพราะต้องคอยตักเศษหินและทรายออกจากบ่อพักน้ำโคลนเพื่อเก็บตัวอย่างและคอยกวนบ่อน้ำโคลนให้โคลนกับน้ำผสมกันอย่างต่อเนื่อง
- (2) ใช้น้ำในการเจาะมากและเมื่อถึงชั้นน้ำ น้ำโคลนจะหาย (Lost circulation)
- (3) ตัวอย่างของหินที่ได้จะคละก้น ไม่ทราบตำแหน่ง ความลึกที่แน่นอน



การปรับปรุงคุณภาพน้ำ

การปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อให้มีคุณภาพสำหรับอุปโภค-บริโภค นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะว่าแหล่งน้ำบางแหล่งมีคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา ไม่เหมาะสมต่อการอุปโภค-บริโภค กรรมวิธีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีหลายวิธี แต่ละวิธี มีความเหมาะสมและ จำเป็นสำหรับน้ำแต่ละแหล่งไม่เหมือนกัน วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่สำคัญ พอสรุปได้ดังนี้





การต้ม (Boiling)

วิธีนี้เป็นการปรับปรุงคุณภาพของน้ำแบบง่ายที่สุด และเป็นที่ยอมรับกัน
อย่างแพร่หลายทั่วโลกมาตั้งแต่สมัยโบราณ เป็นวิธีที่มุ่งทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มี
อยู่ในแหล่งน้ำให้หมดไป

สมการการทำน้ำระด้างชั่วคราวให้หายไป



การกลั่น (Distillation)



การปรับปรุงคุณภาพของน้ำโดยวิธีการกลั่นนี้ จะสามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำได้ดีที่สุด คือ สามารถทำให้น้ำปราศจากคุณสมบัติ ทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ แต่กรรมวิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยาก และค่าดำเนินการค่อนข้างแพง ส่วนใหญ่วิธีการกลั่นน้ำนั้นมักทำในวงจำกัดเฉพาะในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และทางการแพทย์เท่านั้น เพราะกิจกรรมทั้งสองอย่างต้องการน้ำที่มีคุณภาพสูง



การใช้สารเคมี (Chemical treatment)

ด่างทับทิม (Potassium permanganate)

ทิงเจอร์ไอโอดีน (Tincture iodine)

คลอรีน (Chlorine)

ผงคลอรีน (Chlorine powder)

ก๊าซคลอรีน (Chlorine gas)

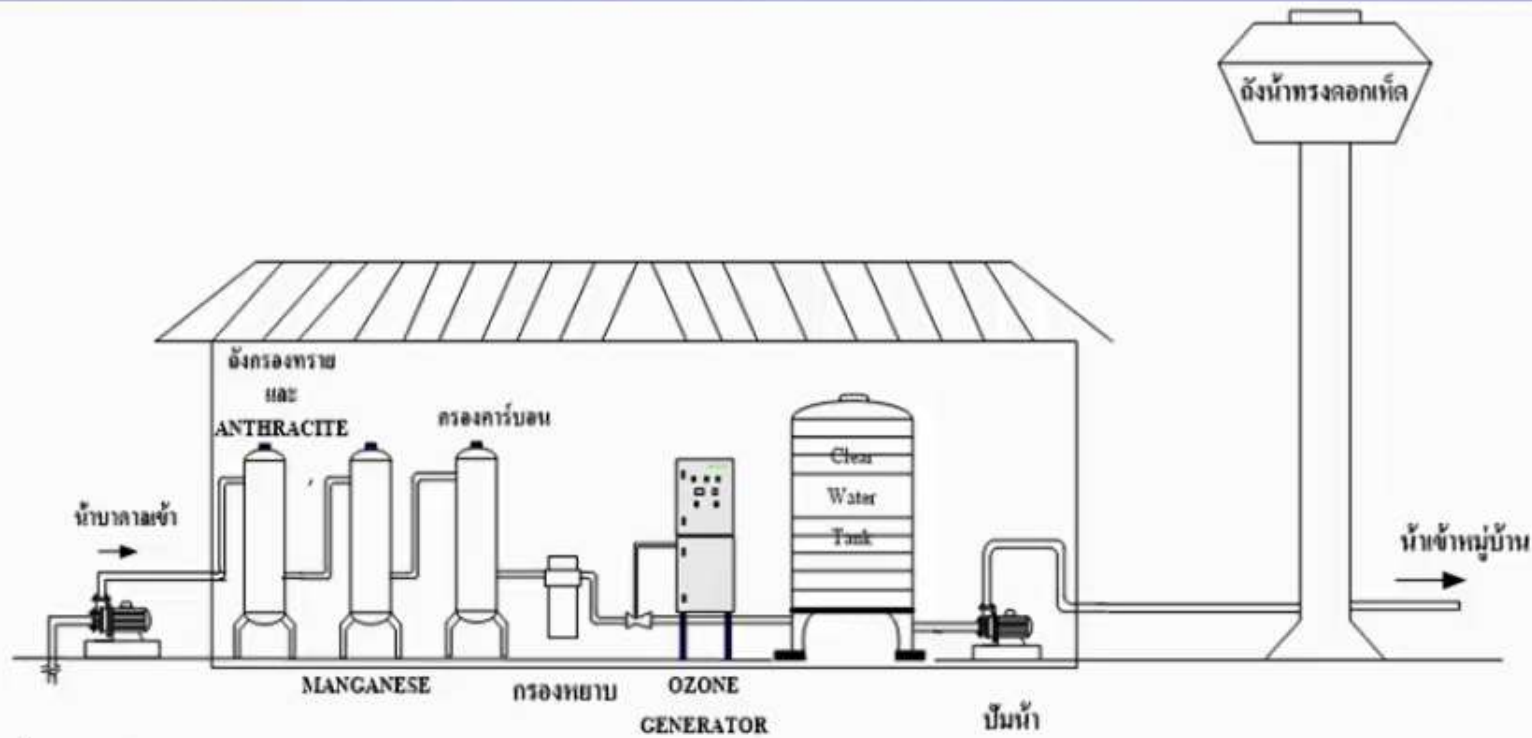
การใช้คลอรีน



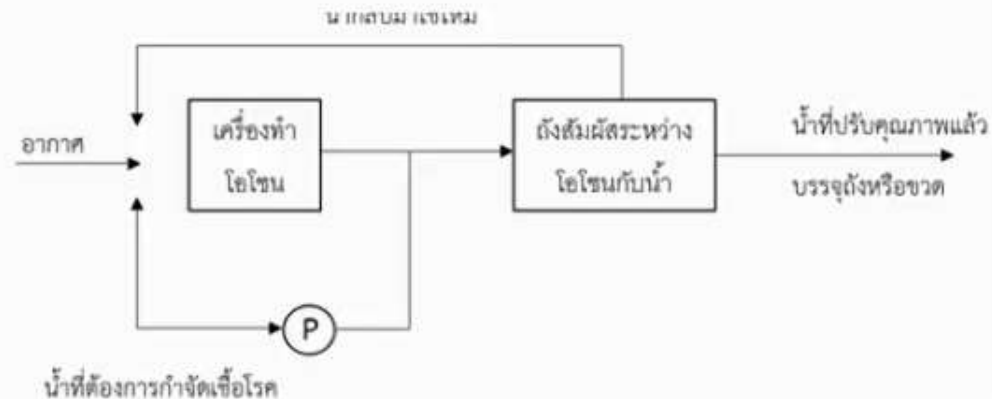
- การใช้คลอรีนประเภทใดก็ตาม องค์การอนามัยโรคได้เสนอแนะว่า น้ำประปาไม่ควรจะมีปริมาณของคลอรีนเหลือค้าง (Residual Chlorine) น้อยกว่า 0.5 พีพีเอ็ม
- ระยะเวลาของการออกฤทธิ์เพื่อทำลายเชื้อโรค (Contact time) ไม่ควรน้อยกว่า 30 นาที
- เราสามารถทำการตรวจหา Residual chlorine (คือ จำนวนคลอรีนที่เหลืออยู่ในน้ำ) ผลการตรวจเราจะวินิจฉัยได้ว่า ปริมาณคลอรีนที่ใส่ลงไปนั้นเพียงพอที่จะทำลายเชื้อโรคนั้นหรือไม่ การทดสอบมักจะกระทำหลังจากที่เติมคลอรีนลงไปในน้ำแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง



การฆ่าเชื้อโรคด้วยโอโซน (Ozonization)



ที่มา: <http://www.ozone-otech.com>



การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet)

การฉายแสงอุลตราไวโอเลตก็เป็นกระบวนการฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกแบบหนึ่งของการทำน้ำประปา แสงแดดตามธรรมชาติจะมีมีพวกอัลตราไวโอเลตเหลืออยู่บ้าง ซึ่งถ้าน้ำถูกนำมาผึ่งแดดเป็นเวลานาน ก็สามารถจะฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้เหมือนกัน

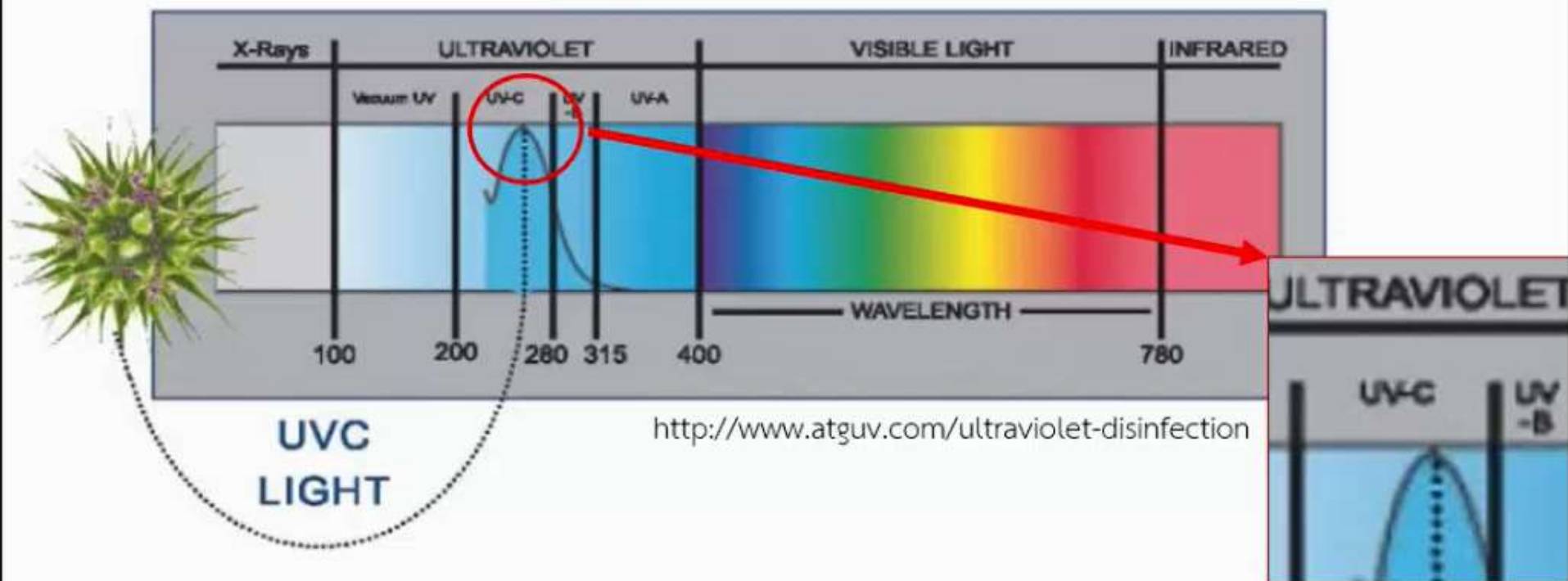
XXXL-solution: Sediment and Carbon block filter cartridges - with UV sterilizer for top quality domestic water supply



การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet)

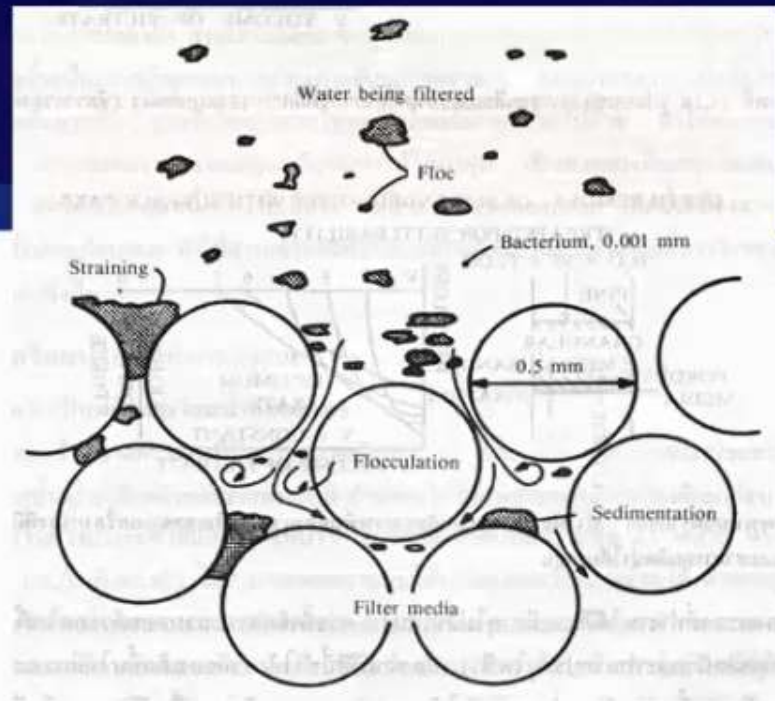


แสงอุลตราไวโอเลตที่มีประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อจะมีความยาวคลื่นระหว่าง 250 ถึง 270 nanometer



การกรอง (Filtration)

การกรองอาศัยหลักการนำน้ำที่สกปรกมาผ่านวัสดุบางชนิดที่เป็นตัวกรอง (Filter media) โดยวัสดุนี้ต้องมีคุณสมบัติหรือสามารถกักกันน้ำมิให้ไหลผ่านลงไปได้



รูป กลไกการกรองน้ำ

(ที่มา : วิศวกรรมการประปา, มั่นสิน ตัญจุลเวศม์)

โดยทั่วไปแล้วการกรองมักคำนึงถึงการลดความสกปรกทางด้านฟิสิกส์และแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่ เช่น ลดความขุ่น และลดจำนวนแบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำให้เหลือน้อยที่สุด วัสดุที่ใช้กรอง เช่น Membrane filter หรือใช้กรวดหินและทรายเป็นวัสดุกรองได้ การกรองที่นิยมใช้ทั่วไป คือ

- ✓ การกรองด้วยทรายแบบช้า (Slow sand filter)
- ✓ การกรองด้วยทรายแบบเร็ว (Rapid sand filter)





เครื่องกรองน้ำด้วยทรายแบบช้า (slow sand filter)

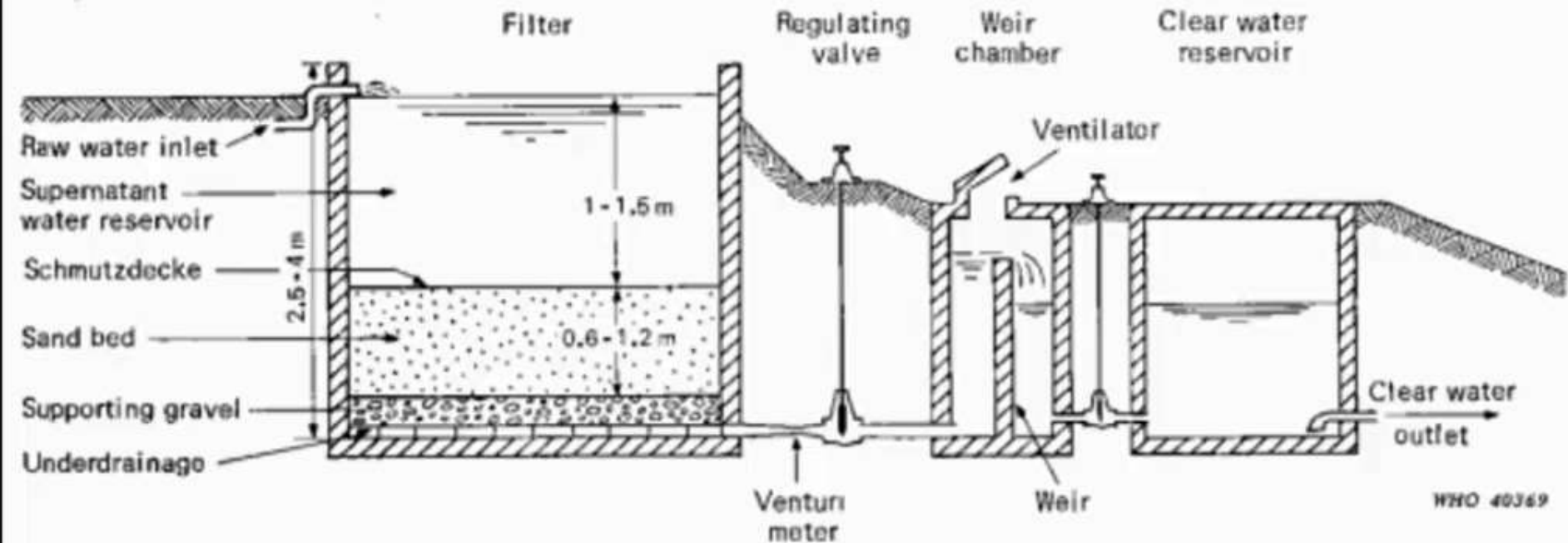
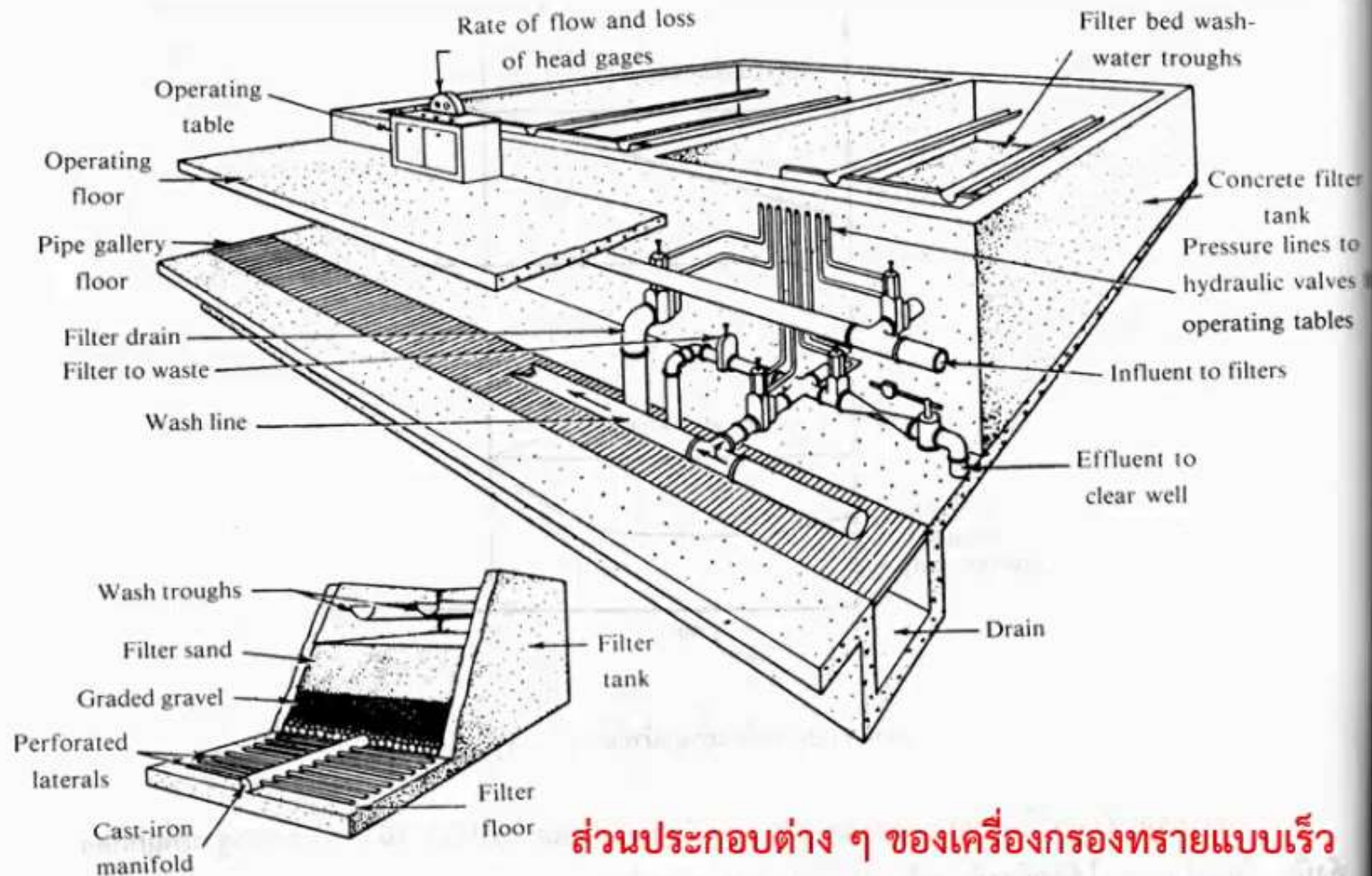


Illustration of a slow sand filter with a regulating valve and a subsequent reservoir. Source: HUISMAN (1974)

ที่มา <http://www.sswm.info/>

เครื่องกรองน้ำด้วยทรายแบบเร็ว (fast sand filter)



ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องกรองทรายแบบเร็ว



ระบบประปา (Water Supply Systems)

การประปา หมายถึง การจัดบริการน้ำดื่ม น้ำใช้ที่สะอาด ปลอดภัยมีปริมาณเพียงพอ และส่งไปถึงผู้ใช้โดยระบบท่อที่มีแรงดันมากพอ การประปามีวัตถุประสงค์ คือ

- ผลิตน้ำสะอาดเพื่อใช้ในการอุปโภค – บริโภค ให้มีความสะอาดและปลอดภัย (Safe and Wholesome)
- ผลิตน้ำให้พอกับความต้องการของผู้ใช้น้ำ (Adequate Quantity)
- พร้อมที่จะแจกจ่ายน้ำให้กับผู้ที่ต้องการใช้น้ำได้อย่างทั่วถึง (Readily Available to the Users)



หลักการพิจารณาในการทำน้ำประปา

1. ต้องมีการวางแผนการจัดการระบบประปา มีการออกแบบสำรวจและประมาณการก่อสร้าง มีการกำหนดแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และมีการคาดประมาณการใช้น้ำเพื่อระยะยาว
2. ต้องคำนวณปริมาณน้ำที่จะผลิตต่อวัน โดยประมาณการจากประชาชนที่ใช้น้ำและกิจการต่าง ๆ ที่อยู่ในชุมชน
3. พิจารณาแหล่งน้ำที่จะนำมาทำระบบประปา ว่าจะต้องมีปริมาณน้ำที่เพียงพอ
4. พิจารณาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะนำมาทำประปาวามีคุณสมบัติเบื้องต้นอย่างไร เพื่อกำหนดวิธีการปรับปรุงที่เหมาะสม
5. จัดระบบบริการจ่ายน้ำให้เหมาะสมและมีการบริการตลอดเวลา

วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำในการทำประปา



หลักการทำน้ำประปานั้นมีจุดประสงค์เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาด ปลอดภัย มีปริมาณเพียงพอและจ่ายได้ทั่วถึง ในการนำน้ำดิบจากแหล่งต่าง ๆ มาทำน้ำประปา มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. Aeration

เป็นวิธีทำน้ำให้สะอาดขั้นแรก โดยอาศัยหลักตามธรรมชาติซึ่งทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น สูบน้ำพ่นขึ้นไปในอากาศให้แตกเป็นฝอย เพื่อให้น้ำมีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนมากที่สุด แล้วออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับสารที่ติดมากับน้ำให้เปลี่ยนสภาพไปหรือกระทำการสัมผัสอากาศโดยปล่อยน้ำไหลตกลงเป็นชั้นบันได คือ ปล่อยให้น้ำไหลตกลงมาเป็นชั้น ๆ

วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำในการทำประปา



2. Coagulation

เป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ โดยใช้สารเคมีบางอย่างใส่ลงไป เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า ทำให้ตกตะกอนลงสู่พื้นล่าง สารที่เป็นตัวทำให้เกิดตกตะกอน เช่น สารส้ม (Aluminum Sulphate) เฟอริกซัลเฟต (Ferric Sulphate) เฟอริกคลอไรด์ (Ferric Chloride) และพวกลูบขาว (Lime) การที่จะใช้สารเคมีให้ตกตะกอนชนิดใด จะให้ดีที่สุดก็คือทำการทดสอบโดยวิธี Coagulation Test เสียก่อนว่า น้ำที่ต้องการตกตะกอนได้ดีที่สุดกับสารเคมีชนิดใด แต่โดยทั่ว ๆ ไป นิยมใช้สารส้มเป็นตัวตกตะกอน เพราะเป็นตัวที่ทำให้ตกตะกอนได้ดีและราคาถูก

วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำในการทำประปา



3. Sedimentation

เป็นวิธีการทำให้ตะกอนที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของสารเคมีตกลงสู่พื้นล่าง โดยการปล่อยน้ำไหลผ่านถังตกตะกอนช้า ๆ ในอัตราการไหลไม่เกิน 3 ฟุตต่อนาที่ จนกระทั่งปล่อยให้น้ำอยู่นิ่ง ๆ จนตะกอนตกลงสู่พื้นล่างทำให้น้ำใสขึ้น

4. Filtration

เป็นวิธีการกรองน้ำ หลังจากที่ผ่านมากรรมวิธีทำให้น้ำขุ่นกลายเป็นน้ำใสสะอาดแล้ว นิยมใช้แบบ rapid sand filter หรือการกรองน้ำด้วยทรายแบบเร็ว น้ำก่อนที่จะนำมาเข้าเครื่องกรองควรมีความขุ่นไม่เกิน 10 หน่วย



5. Disinfection

เป็นวิธีการทำลายเชื้อโรคในน้ำโดยใช้สารเคมีได้ เช่น ใส่คลอรีนลงไป
ในน้ำ หลังจากที่ผ่านมาการกรองมาแล้วเพื่อให้น้ำปลอดภัยยิ่งขึ้น เพราะน้ำที่
ผ่านเครื่องกรองมาอาจจะมีเชื้อโรคเหลือตกค้างอยู่ จึงจำเป็นจะต้องทำลาย
ให้หมดสิ้นไปโดยการใช้คลอรีน โดยถือหลักว่า เมื่อเติมสารคลอรีนลงไปแล้ว
จะต้องให้เหลือ residual chlorine อยู่ไม่ต่ำกว่า 0.2-1 ppm

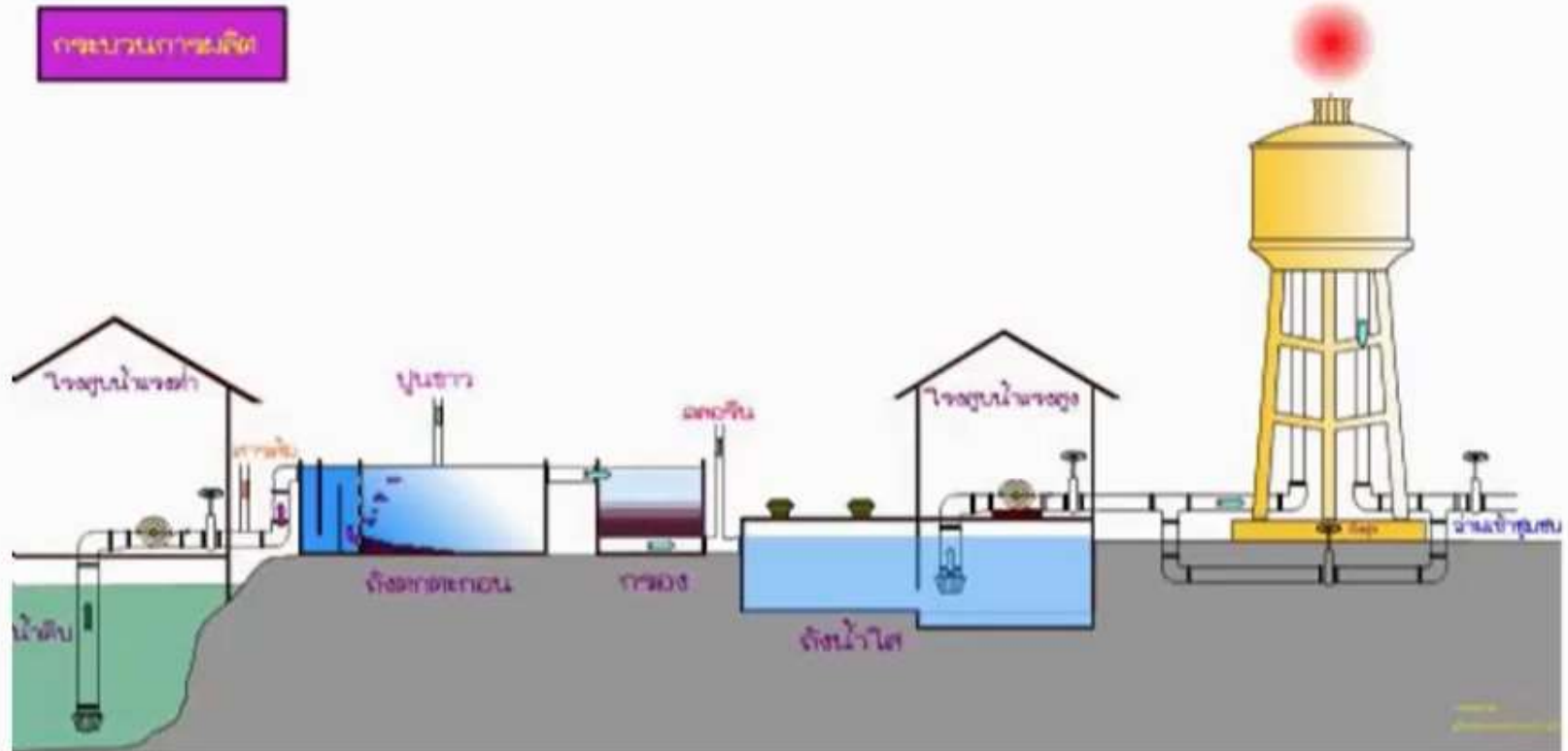
วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำในการทำประปา



เมื่อนำน้ำดิบจากแหล่งต่าง ๆ มาผลิตน้ำประปาในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วก็จะได้น้ำสะอาดที่พร้อมจะแจกจ่ายให้แก่ประชาชนหรือผู้ใช้น้ำ โดยเก็บไว้ในถังเก็บน้ำใส (Clear Well Water) เพื่อเป็นน้ำสำรองไว้แจกจ่ายให้ประชาชน ให้ทันกับความต้องการ การเก็บน้ำสะอาดจะต้องทำให้มีดซิด และไม่ให้แสงแดดผ่านเข้าถึงมิเช่นนั้นจะทำให้เกิดตะไคร่น้ำสีเขียว

ส่วนวิธีการจ่ายน้ำ (Distribution) นั้นจะต้องบริการจ่ายน้ำออกไปให้กับประชาชนตลอดเวลาและสม่ำเสมอ รวมทั้งให้มีแรงดันของน้ำในท่ออยู่ในระดับเดียวกันและสม่ำเสมอเช่นกัน การจ่ายน้ำจะต้องผ่านท่อน้ำเพื่อมิให้มีสิ่งสกปรกเจือปน

ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา





Q&A