



กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำบาดาล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไกรวิชญ์ เรืองถาวร

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์

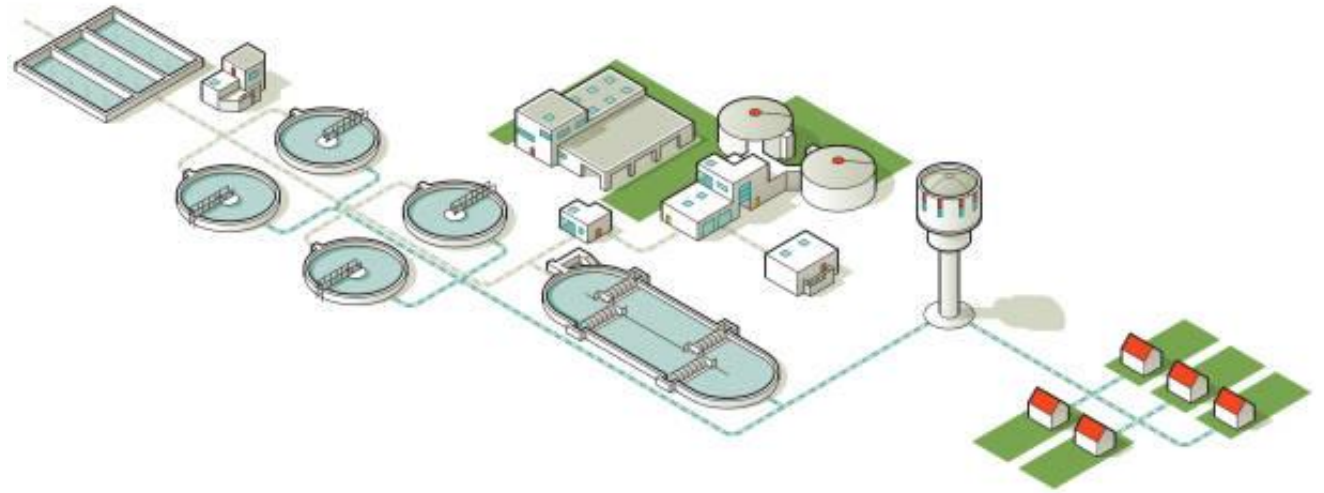
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

“การจัดการคุณภาพน้ำบริโภคสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน”

กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำบาดาล

หัวข้อการบรรยาย

- ☐ ความสำคัญของระบบประปา
- ☐ แหล่งน้ำดิบ (น้ำบาดาล)
- ☐ กระบวนการผลิตน้ำประปา
- ☐ การควบคุมคุณภาพน้ำประปา
- ☐ แนวทางการจัดการและดูแล บำรุงรักษาระบบประปาอย่างมีประสิทธิภาพ



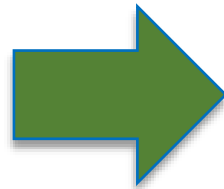
ความสำคัญของระบบประปา

ระบบผลิตน้ำประปา(แหล่งน้ำบาดาล)

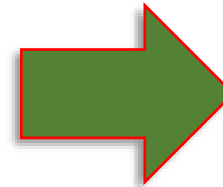
ความสำคัญของระบบประปา

❑ ความสำคัญของน้ำสะอาดและสุขภาพ

การบริโภค-อุปโภคน้ำที่มีความสะอาด
ปลอดภัยไม่มีการปนเปื้อนด้วยสารเคมี
และแบคทีเรีย



การอุปโภค-บริโภคน้ำที่มีความ
สะอาด เกิดผลดีต่อร่างกาย



สุขภาพร่างกายที่ดี ลด
การเกิดโรคและเจ็บป่วย

ความสำคัญของระบบประปา

- ☐ กระบวนการหรือวิธีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำดิบให้กลายมาเป็นน้ำประปาที่มีความสะอาดและปลอดภัยต่อการนำไปใช้อุปโภคบริโภค
- ☐ กระบวนการในการกำจัดสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำดิบ (เชื้อโรค และสิ่งเจือปนอื่นๆ) ทำให้น้ำสะอาดมากพอจนกระทั่งอุปโภค-บริโภคได้
- ☐ กระบวนการในการกำจัดจุลินทรีย์ สารเคมี ตะกอนดิน สิ่งเจือปนขนาดใหญ่อย่างขยะและวัชพืชต่างๆ
- ☐ ปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้นและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่สามารถนำมาใช้อุปโภค-บริโภคได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย

ความสำคัญของระบบประปา: ผลกระทบด้านสุขภาพ

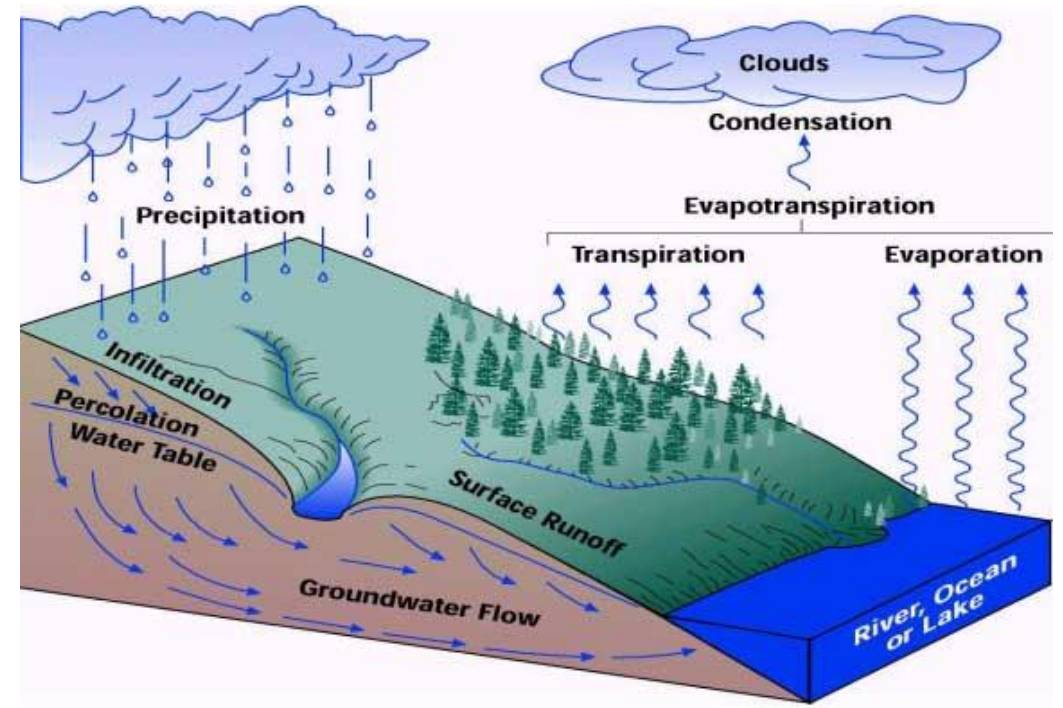
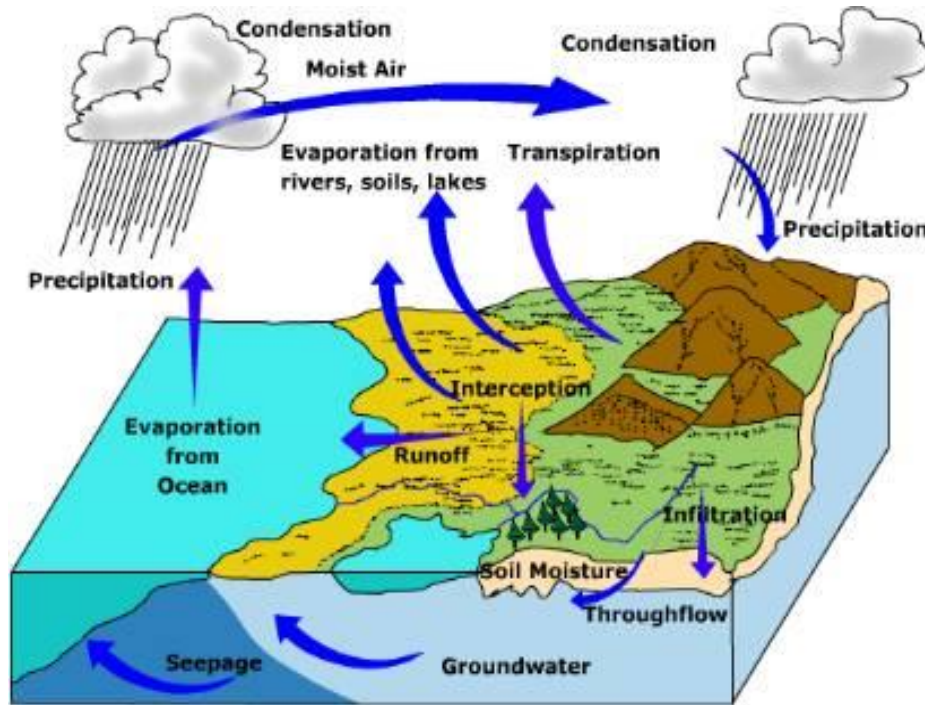
- ☐ ค่าความกระด้างน้ำประปา: ไม่มีผลต่อสุขภาพมากนัก แต่ถ้าบริโภคไปนานๆ อาจทำให้เกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ
- ☐ ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS): การบริโภคน้ำดื่มที่มี TDS สูงอาจทำให้เกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ
- ☐ เหล็ก: ทำให้เกิดรสที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้เป็นที่น่ารังเกียจของผู้บริโภค นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการอุดตันของท่อน้ำ เกิดปัญหาคราบสนิมที่สุขภัณฑ์
- ☐ แอมโมเนีย: ไม่มีอาการเฉียบพลัน แต่พิษจะสะสมเรื้อรัง มีความเป็นพิษต่อระบบประสาท และมีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก

แหล่งน้ำดิบ (น้ำบาดาล)

ระบบผลิตน้ำประปา(แหล่งน้ำบาดาล)

แหล่งน้ำดิบ (น้ำบาดาล):วัฏจักรของน้ำ (Hydrologic Cycle)

Hydrologic Cycle: ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำที่อยู่บนผิวโลกและน้ำในบรรยากาศที่เกิดขึ้นและดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไม่จบสิ้น



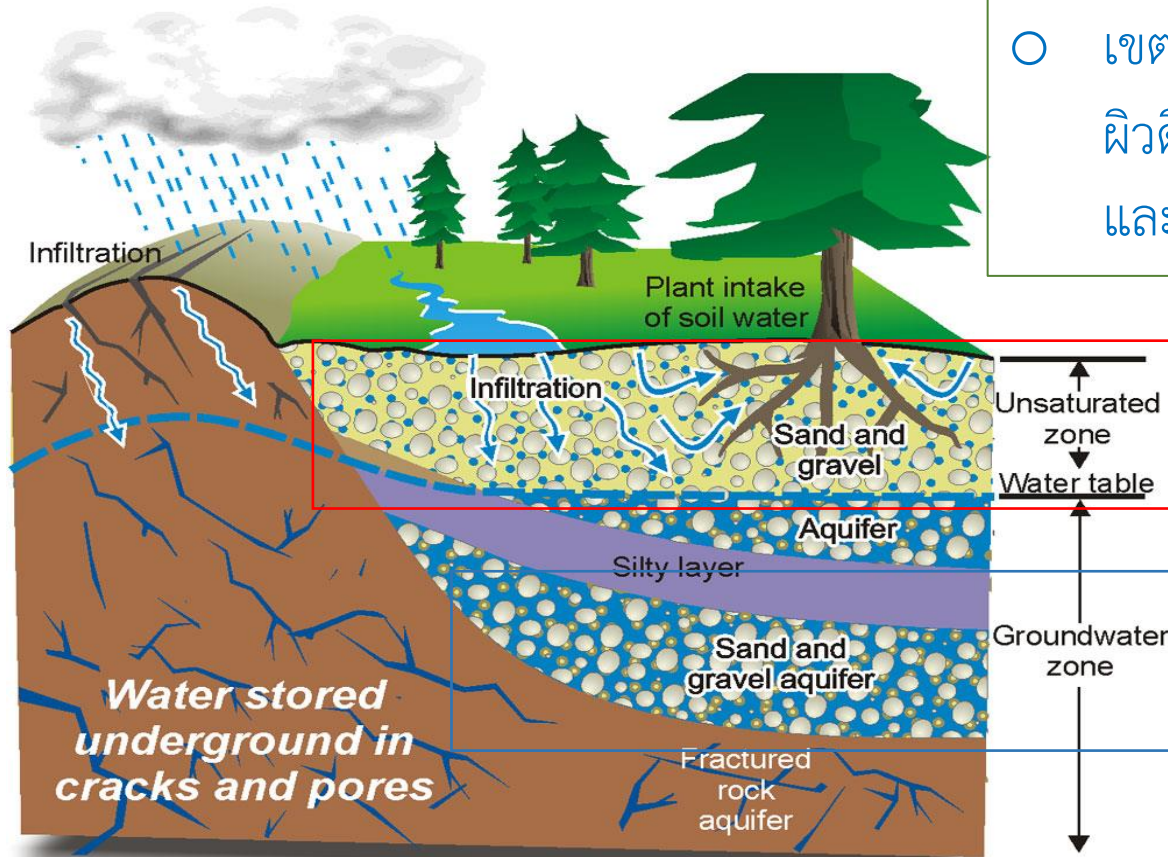
Hydrologic Cycle

แหล่งน้ำดิบ (น้ำบาดาล):วัฏจักรของน้ำ (Hydrologic Cycle)

- ❑ น้ำบาดาล (Groundwater) คือ น้ำใต้ดินที่ถูกกักเก็บและสะสมอยู่ภายในช่องว่างและรอยแตกของชั้นหินและชั้นดินตะกอนลึกลงไปใต้พื้นดิน
- ❑ ต้นกำเนิดจาก“วัฏจักรน้ำ” (Hydrologic Cycle) ในธรรมชาติ ตกลงสู่พื้นดินจนกลายเป็นน้ำผิวดิน (Surface Water) กำเนิดแม่น้ำ ลำคลอง และมหาสมุทร
- ❑ น้ำผิวดินบางส่วนไหลลงสู่ใต้ดิน ซึมอยู่ภายในช่องว่างของเม็ดดินกลาย ไหลลึกลงไปสู่ชั้นหินและชั้นดินตะกอนด้านล่าง เต็มเต็มช่องว่างและรอยแตกของชั้นหินเหล่านั้น จนกลายเป็นจุดกำเนิดของแหล่งน้ำใต้ดิน (Subsurface Water) หรือน้ำบาดาล

แหล่งน้ำดิบ (น้ำบาดาล)

- ❑ ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน: เขตน้ำใต้ดิน (Zone of Subsurface water) ออกเป็นสองเขต คือ เขตมีอากาศแทรกในชั้นหิน และเขตอิ่มตัว



- เขตที่มีอากาศแทรกในชั้นหิน (Zone of Aeration) เป็นชั้นน้ำขังผิวดิน ปริมาณน้ำสะสมมีจำนวนน้อย มีการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรีย และแร่ธาตุจากผิวหน้าดิน ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ผลิตน้ำประปา

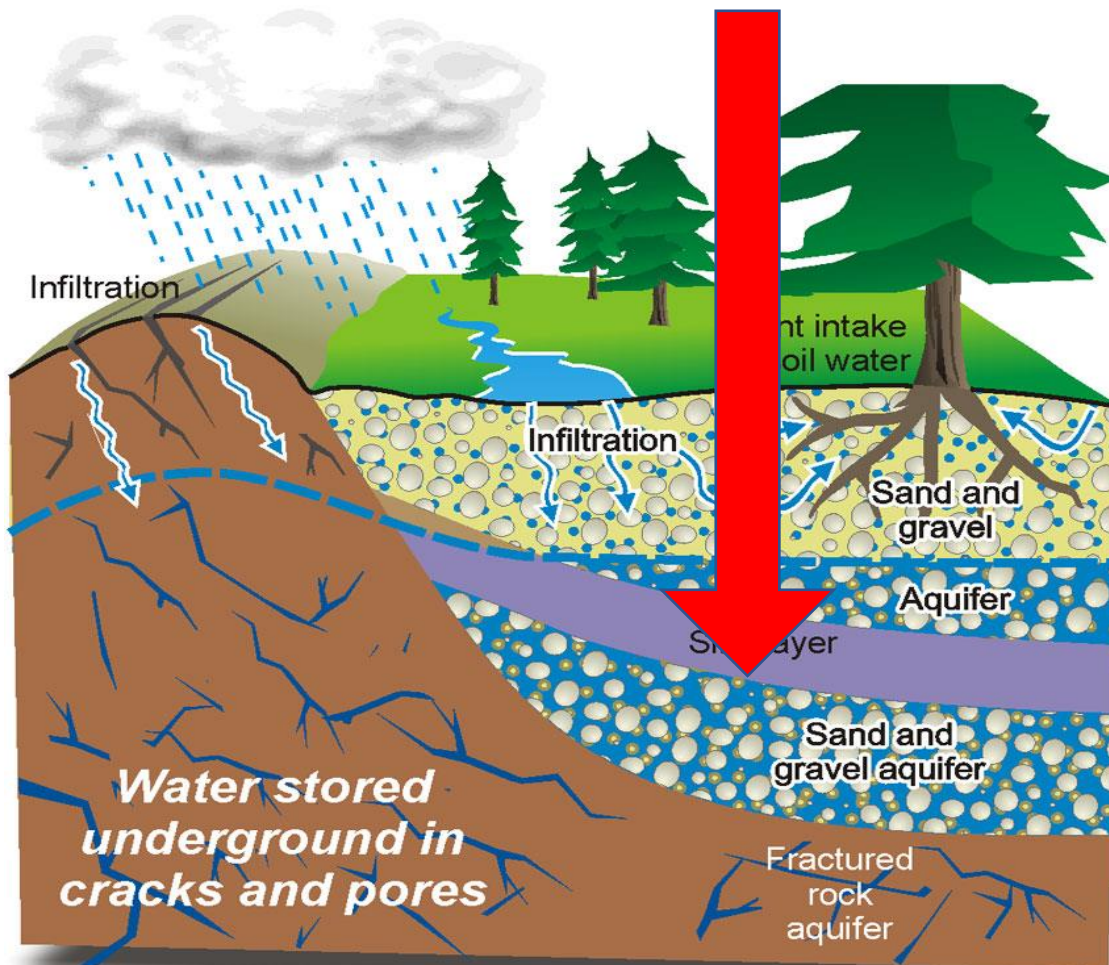
- เขตอิ่มตัว (Zone of Saturation) เป็นชั้นที่มีปริมาณน้ำที่แน่นอน นำมาใช้ในการผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

แหล่งน้ำดิบ (น้ำบาดาล)

- ❑ เขตที่มีอากาศแทรกในชั้นหิน (Zone of Aeration) : ปริมาณของน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ผิวดินในระดับตื้น ระดับน้ำจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล
- ❑ เขตอิ่มตัว (Zone of Saturation) เป็นเขตที่มีน้ำใต้ดินขังอยู่เต็มทุกช่องว่างในเนื้อดิน เราเรียกน้ำในเขตนี้ว่าเป็นน้ำใต้ดิน ระดับบนสุดของระดับน้ำ ณ เขตนี้เป็นระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) โดยชั้นดินหรือชั้นหินที่มีปริมาณน้ำมากจนอิ่มตัว
- ❑ มลพิษจากพื้นดินไม่สามารถปนเปื้อนลงไปได้ แต่อาจมีแร่ธาตุบางอย่างปะปนอยู่ ชั้นให้น้ำแบบปิดนี้อาจมีหลายชั้นสลับกันไป

การปนเปื้อนสารมลพิษของแหล่งน้ำดิบ (น้ำบาดาล)

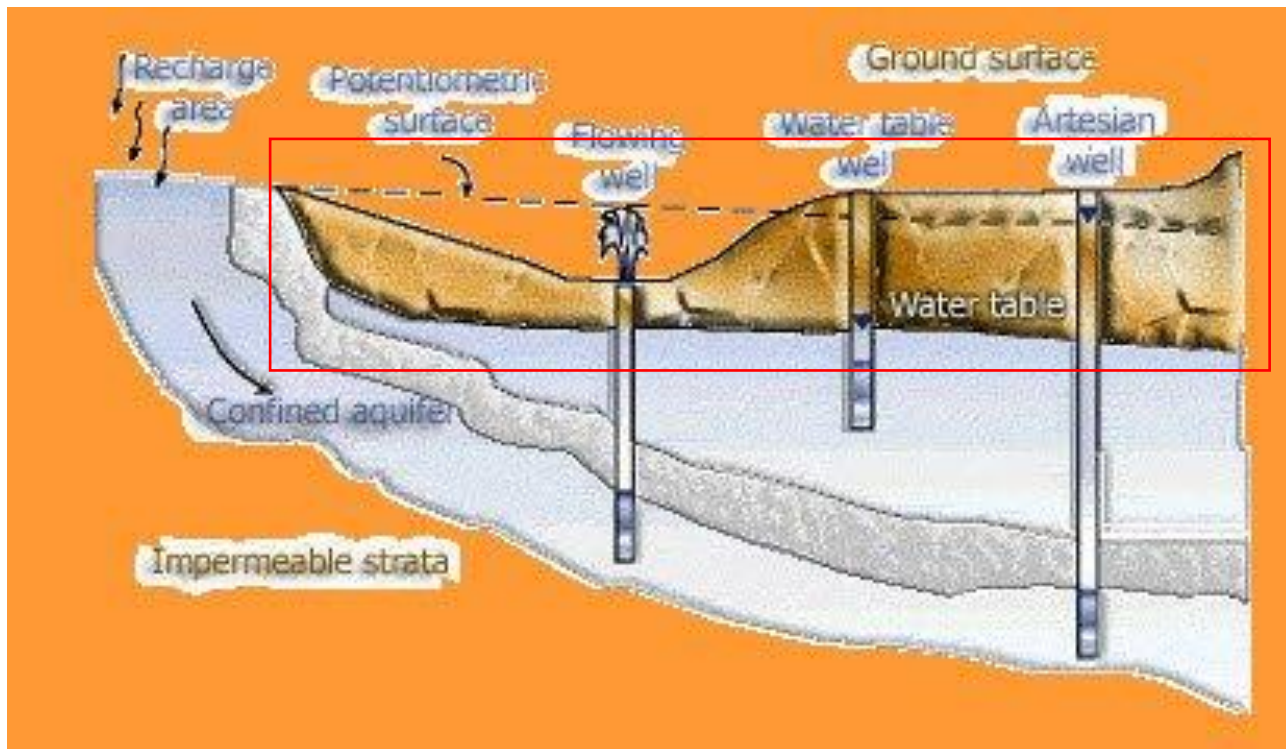
ทิศทางการไหลซึมผ่านของน้ำจากผิวดินจนถึงชั้นน้ำบาดาล



- ☐ เกิดกระบวนการกรองสารต่างในน้ำโดยชั้นของดิน/หิน ทำให้น้ำมีความใส แต่ยังมีการปนเปื้อนด้วยสารที่สามารถละลายน้ำได้
- ☐ คุณภาพของแหล่งน้ำบาดาลจะขึ้นอยู่กับชั้นดิน/หินในบริเวณนั้น ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่
- ☐ น้ำบาดาลส่วนใหญ่มีการปนเปื้อนด้วยสารเคมี ที่ละลายจากชั้นดิน ทำให้พบสารเคมีพวกเหล็ก แมงกานีส และหินปูน
- ☐ คุณภาพน้ำบาดาลมีปริมาณแบคทีเรียน้อย มีความใส

แหล่งน้ำดิบ (น้ำบาดาล)

ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table)



- ❑ ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) คือผิวบนของเขตอิมน้ำ หมายถึงระดับของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมน้ำใต้ดินที่ไม่อาจซึมต่อไปได้ แต่ระดับน้ำใต้ดินจะไม่คงที่แน่นอน
- ❑ มีการเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาล เช่น ในบริเวณภูเขาที่มีฝนตกสม่ำเสมอ ระดับน้ำใต้ดินอาจอยู่ลึก 2-3 เมตร ถึงหลายร้อยเมตรใต้ผิวดิน

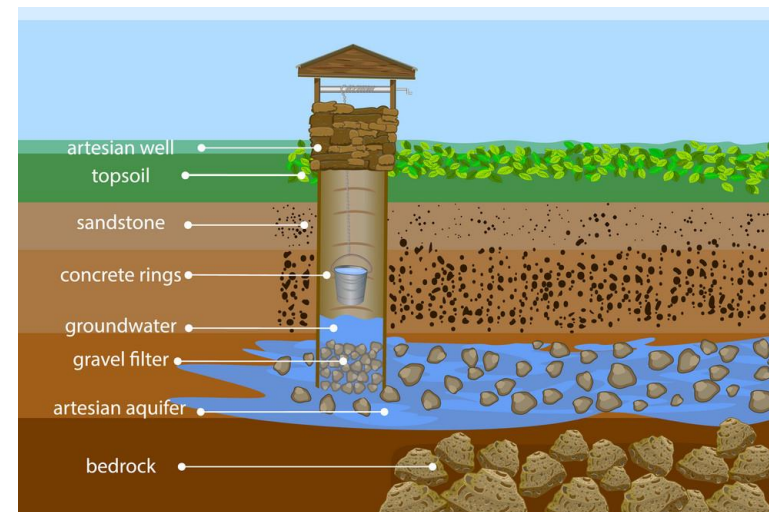
ทบทวน

คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางกายภาพ	1.สี (Colors)	ปลาตินัม-โคบอลต์	5	15
	2.ความขุ่น(Turbidity)	หน่วยความขุ่น	5	20
	3.ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	7.0-8.5	6.5-9.2
ทางเคมี	4.เหล็ก (Fe)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.5	1.0
	5.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.3	0.5
	6.ทองแดง (Cu)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 1.0	1.5
	7.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 5.0	15.0
	8.ซัลเฟต (SO ₄)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 200	250
	9.คลอไรด์ (Cl)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 250	600
	10.ฟลูออไรด์ (F)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.7	1.0
	11.ไนเตรด (NO ₃)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 45	45
	12.ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness as CaCO ₃)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 300	500
	13.ความกระด้างถาวร (Non carbonate hardness as CaCO ₃)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 200	250
	14.ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 600	1,200

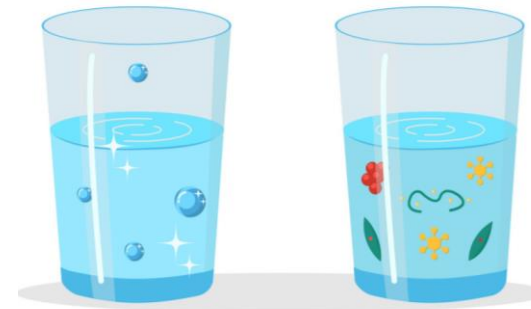
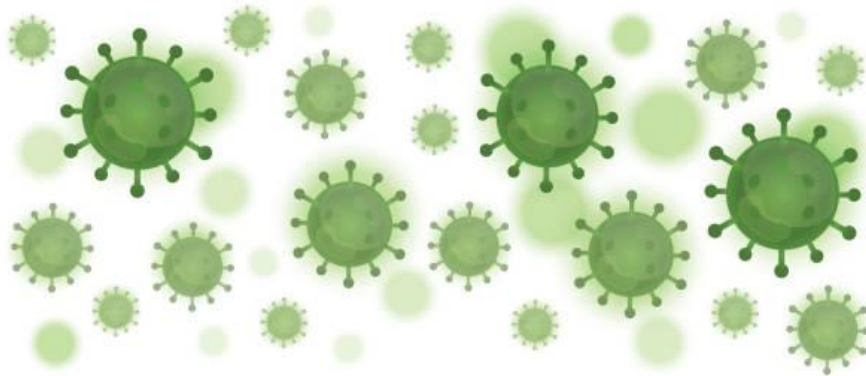
สารพิษ	15.สารหนู (As)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.05
	16.ไซยาไนด์ (CN)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.1
	17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.05
	18.ปรอท (Hg)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.001
	19.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.01
	20.ซีลีเนียม (Se)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.01
ทางแบคทีเรีย	21.แบคทีเรียที่ตรวจพบโดยวิธี Standard plate count	โคโลนีต่อ ลบ.ซม.	ไม่เกินกว่า 500	-
	22.แบคทีเรียที่ตรวจพบโดยวิธี Most Probable Number (MPN)	เอ็ม.พี.เอ็น ต่อ 100 ลบ.ซม.	น้อยกว่า 2.2	-
	23.อี.โคไล (E.coli)	-	ต้องไม่มีเลย	



มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ❑ คุณสมบัติทางกายภาพ : สี รส ความขุ่น และอุณหภูมิ
- ❑ คุณสมบัติทางเคมี : แร่ ธาตุและสารต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ
- ❑ คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา : เชื้อจุลินทรีย์หรือแบคทีเรีย

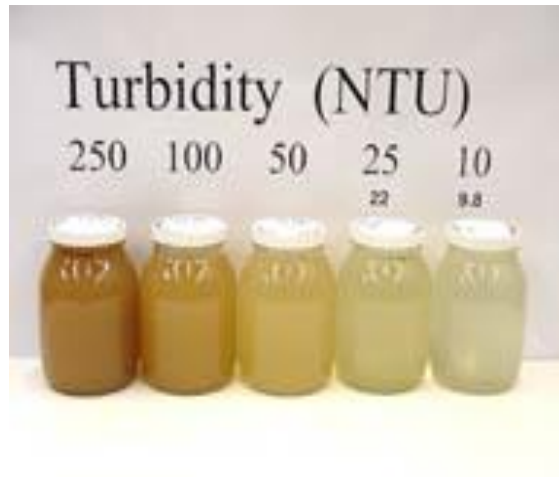


คุณภาพของแหล่งของน้ำใต้ดิน

- ❑ คุณภาพของน้ำทางกายภาพและทางชีวภาพของน้ำใต้ดินดีกว่าน้ำผิวดิน เช่น ความขุ่นต่ำ ปริมาณจุลินทรีย์ต่ำ เป็นต้น
- ❑ คุณภาพทางเคมีต่ำเนื่องจากมีปริมาณสารอนินทรีย์ละลายในน้ำมาก เช่น มีความกระด้าง แอมโมเนีย และเหล็กสูง
- ❑ คุณภาพน้ำใต้ดินแปรเปลี่ยนไปตามระดับน้ำอยู่เช่น ระดับน้ำเขตสัมผัสอากาศจะมีคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพต่ำ แต่คุณภาพดีเมื่อผ่านชั้นอิ่มตัวเพราะมีการกรองระวางชั้นดิน (Filtration)

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ☐ **Turbidity** : เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ(Suspended Matter) เช่น สาร/แร่ธาตุที่ปนเปื้อนในน้ำโคลน แพลงค์ตอน เป็นต้น
- ☐ **ข้อเสีย:** การมีความขุ่นจะเปลืองสารเคมี การกรองอุดตันเร็ว อายุงานของเครื่องสั้น
- ☐ ความขุ่นมีหน่วยเป็น NTU (Nephelometric Turbidity Unit) : น้ำประปาไม่เกิน 10 NTU



Turbidity



Turbidity meter

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ☐ **Color** = สีของน้ำเกิดจากสารอินทรีย์วัตถุธรรมชาติ เช่น Tannin Humic acid สีของน้ำแบ่งเป็น 2 ชนิด
- ☐ **สีปรากฏ (Apparent Color)** = เกิดจากสารแขวนลอยต่างๆ กำจัดสารที่ปนเปื้อนกับน้ำได้ง่ายกว่าสีจริง
- ☐ **สีจริง (True Color)** = สีที่เป็นเนื้อเดียวกับน้ำ กำจัดสารที่ปนเปื้อนกับน้ำได้ยาก การวัดสีมีหน่วยเป็นแพลทินัม-โคบอลต์ (Platinum-cobalt scale)
น้ำประปาไม่เกิน 15
- ☐ **ข้อเสีย** = เกิดความไม่สบายใจและกลัวว่าจะได้รับอันตรายเมื่อดื่มเข้าไป



True Color



Apparent Color

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ☐ Taste and Odor: เกิดจากสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ และอาจจากการย่อยสลายของแบคทีเรีย (H_2S)
- ☐ ไม่มีการกำหนดในมาตรฐานน้ำประปา
- ☐ ข้อเสีย = น้ำนั้นไม่น่าดื่มหรือน่าใช้สอย

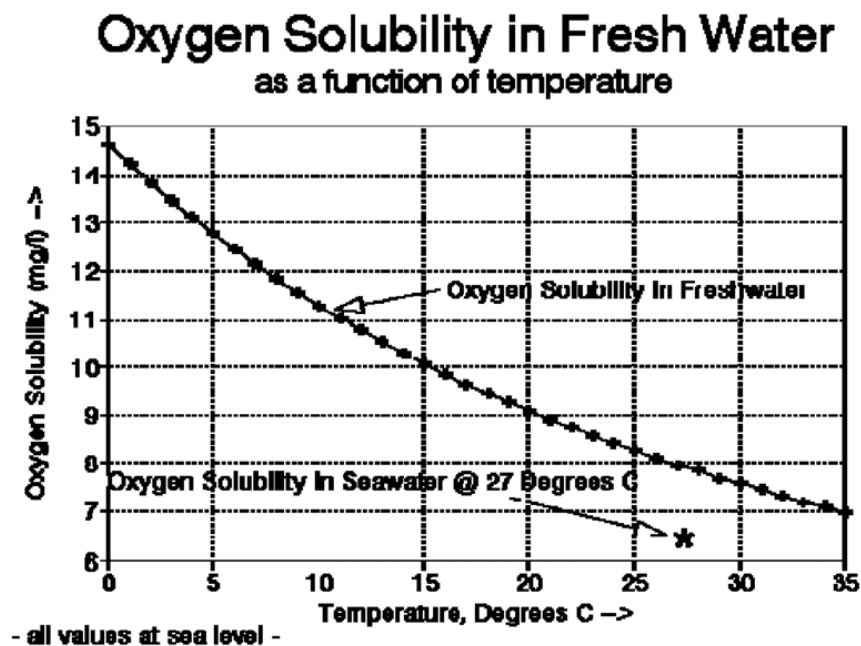


Taste



Odor

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ



- ❑ **Temperature:** อุณหภูมิของน้ำจะส่งผลต่อปฏิกิริยาทางเคมีและชีวภาพต่างๆในธรรมชาติ
- ❑ **ไม่มีการกำหนดในมาตรฐานน้ำประปา**
- ❑ **ข้อเสีย:** อุณหภูมิสูงขึ้นการละลายของก๊าซ(ออกซิเจน) จะน้อยลง เกิดการเน่าเสียของน้ำเนื่องจากแบคทีเรียไม่อากาศใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่วนแร่ธาตุในน้ำจะสามารถละลายได้มากขึ้น

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ☐ **pH** : แสดงระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ บอกในรูปของความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนในน้ำในสเกลลอการิทึม
- ☐ pH ในน้ำธรรมชาติเท่ากับ 6.5 – 8.5 และเมื่อมี CO_2 ละลายในน้ำ pH ต่ำกว่า 5 ถ้าค่าพีเอชต่ำมาก จะกัดกร่อนท่อและอุปกรณ์
- ☐ กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำต้องมีการควบคุมค่า pH ในน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการทางเคมี เช่น การตกตะกอน การฆ่าเชื้อโรค การแก้ปัญหาคาร์บอเนต เป็นต้น
- ☐ น้ำประปาไม่เกิน 6.5 – 8.5



ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ❑ **Acidity:** ความสามารถของน้ำที่จะให้อนุมูลไฮโดรเจน (H^+) หรือปริมาณความต้องการต่างเข้มข้นในการทำให้น้ำเป็นกลาง
- ❑ **CO_2 Acidity:** ความเป็นกรดเนื่องจากก๊าซ CO_2 พบโดยทั่วไปในธรรมชาติ :ซึ่งเกิดจาก $CO_2 + H_2O$ ได้กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) pH สูงกว่า 4.5
- ❑ **Mineral Acidity:** ความเป็นกรดเนื่องจากกรดแร่ ส่วนใหญ่พบในน้ำที่ปนเปื้อนสารเคมีจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น H_2SO_4 NHO_3 pH ต่ำกว่า 4.5
- ❑ **ผลกระทบ:** สุขภาพ (ทำลายระบบทางเดินอาหารและกระเพาะอาหาร) กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ = การตกตะกอนโดยสารส้ม การแก้ปัญหาคะด้าง

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ❑ **Alkalinity** = ความสามารถของน้ำที่จะรับอนุมูลไฮโดรเจน (H^+) หรือปริมาณความต้องการกรดเข้มข้นในการทำให้น้ำเป็นกลาง
- ❑ ***เกลือของกรดอ่อน** = เกิดจากพวกไบคาร์บอเนต เช่น Carbonate Borate Phosphate Silicate เป็นต้น
- ❑ ***เบสแก่และเบสอ่อน** = Hydroxide ของ Ca^{2+} และ Mg^{2+} {องค์ประกอบหลักของความแตกต่างคือ OH^- CO_3^{2-} HCO_3^- } ความแตกต่างในน้ำตามธรรมชาติขึ้นอยู่กับค่าพีเอชและจะมีความใกล้ชิดกับปริมาณ CO_2

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

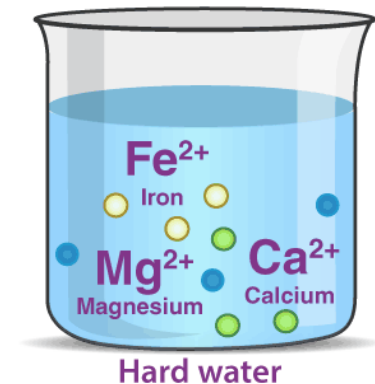
- ❑ **Hardness** : น้ำที่มีการละลายของไอออนโลหะบวกสอง(Divalent Metallic Cations) [Ca^{2+} และ Mg^{2+}] ปนอยู่ในน้ำซึ่งมีผลทำให้สิ้นเปลืองสบู่ในการอาบน้ำ ความกระด้างแบ่งได้สองชนิด คือ
- ❑ **Temporary or Carbonate Hardness**: เกิดจากการมีเกลือของ HCO_3^- และ CO_3^{2-} ของพวก Ca^{2+} และ Mg^{2+} ละลายอยู่ เช่น CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ การแก้ไขน้ำกระด้างชั่วคราวให้วิธีการต้ม
- ❑ **Permanent or Non-carbonate Hardness**: เกิดจากการมีเกลือของ SO_4^{2-} และ Cl^- ของพวก Ca^{2+} และ Mg^{2+} ละลายอยู่ เช่น CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2 การแก้ไขน้ำกระด้างถาวรใช้วิธี Lime-soda กระบวนการต้มไม่สามารถแก้ไขน้ำกระด้างชนิดนี้ได้

บททวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากน้ำกระต่างทางด้านสุขภาพอนามัย:

- ❑ ความกระต่างไม่มีผลเชิงลบต่อสุขภาพโดยตรงแต่การมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมปนอยู่ในน้ำดื่มและสะสมในร่างกายมากเกินไปก็จะส่งผลสุขภาพ
- ❑ อาจจะเป็นสาเหตุของการเกิดนิ่วได้ สิ้นเปลืองสบู่ในการชำระล้างร่างกาย เกิดตะกอนในท่อจ่ายน้ำหรือหม้อน้ำ (ค่ามาตรฐานน้ำประปา 500 mg/l)

- น้ำอ่อน : น้ำที่มีความกระต่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 มก./ล.
- น้ำค่อนข้างอ่อน : น้ำที่มีความกระต่าง 50-150 มก./ล.
- น้ำกระต่างเล็กน้อย : น้ำที่มีความกระต่าง 150-250 มก./ล.
- น้ำกระต่าง : น้ำที่มีความกระต่าง 250-350 มก./ล.
- น้ำกระต่างมาก : น้ำที่มีความกระต่าง 350 มก./ล.



ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

Dissolve Oxygen, DO : ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ [น้ำธรรมชาติที่ 0 องศา = 14.6 mg/l และ ที่ 35 องศา = 7 mg/l ,At 1 atm] แบบที่เรียจะใช้ DO ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้นแสดงว่า

- น้ำสกปรกปริมาณ DO จะน้อย
- ส่วนน้ำสะอาดปริมาณ DO จะมีปริมาณมาก
- ไม่มีการกำหนดปริมาณ DO ในระบบผลิตน้ำประปา



บททวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

❑ **Iron and Manganese** : เมื่ออยู่ในสถานะที่ไม่มีออกซิเจนและมีการทำปฏิกิริยากับ CO_2 หรือสภาพเป็นกรด จะมีการเปลี่ยนรูปดังนี้

* Ferric(Fe^{3+})(Insoluble form) -- > reduce --- > **Ferrous(Fe^{2+})(Soluble form)**

* Mn^{3+} (Insoluble form) --- > reduce ---- > **Mn^{2+} (Soluble form)**

❑ ผลกระทบจากการ Fe และ Mn ทำให้น้ำมีรสขม น้ำมีสีแดง น้ำตาลหรือดำ เกิดรอยต่างบนเสื้อผ้า และเครื่องสุขภัณฑ์

❑ มาตรฐาน Fe ไม่เกิน 0.5 mg/l และ Mn ไม่เกิน 0.3 mg/l

ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ☐ น้ำเป็นแหล่งและสื่อในการทำให้เกิดโรคภัยต่อสุขภาพอนามัย หรือที่เรียกว่า “ *Water Borne Disease* ” สามารถแบ่งจุลินทรีย์ในน้ำได้ 2 แบบ
- ☐ Non-pathogenic Microorganism : แบคทีเรียที่ไม่ก่อให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัว ราบางชนิด
- ☐ ข้อกำหนดสำหรับการกระบวนการผลิตน้ำดื่ม **ต้อง**ไม่มีการปนเปื้อนของ **แบคทีเรีย**ทุกชนิด



ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

❑ **Pathogenic Microorganism** : แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค

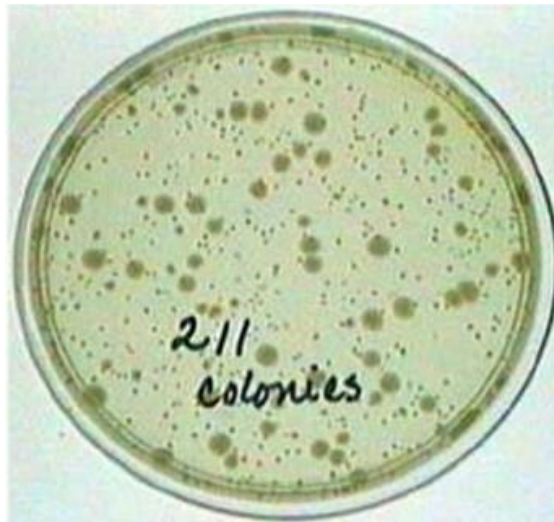


❑ **Virus** : มีขนาดเล็ก ส่องโดยกล้อง Electron microscope โรคที่เกิดจากไวรัส เช่น Infectious Hepatitis type A , Gastroenteritis Viral เป็นต้น

❑ **Bacteria** : มีขนาดใหญ่กว่าไวรัส ส่องด้วยกล้องธรรมดา โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย เช่น Cholera (เชื้อ Vibrio cholera), Bacillary Dysentery (เชื้อ Shigella flexneri or Shigella dysenteriae) , Typhoid Fever (Samonella paratyphoid type A , B or C)

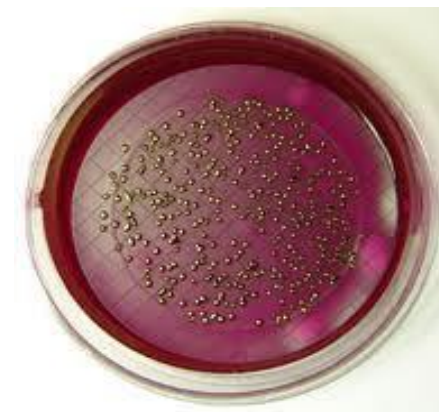
Bacteria Parameter

- ❑ การตรวจจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Total Bacteria or Standard Plate Count): ซึ่งเป็นการตรวจวัดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยการเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้น (Agar) แล้วนับจำนวนกลุ่มหรือจุดเล็กๆ (Colony) ของแบคทีเรียที่เกิดขึ้น



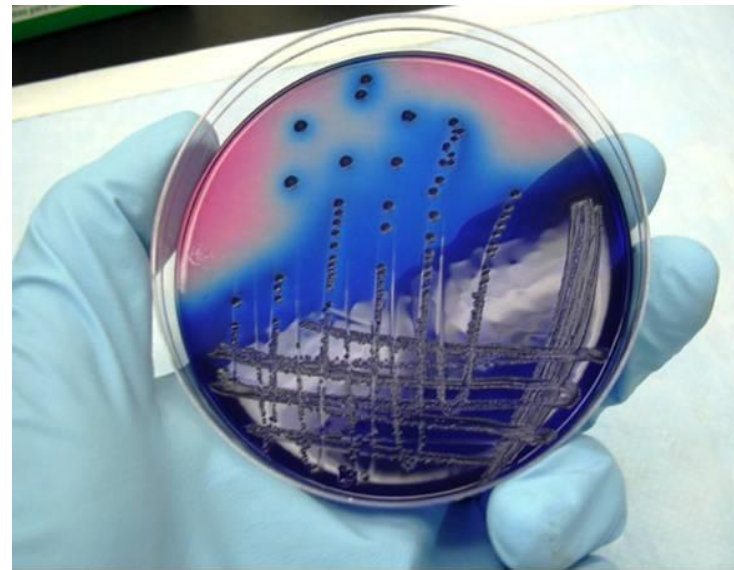
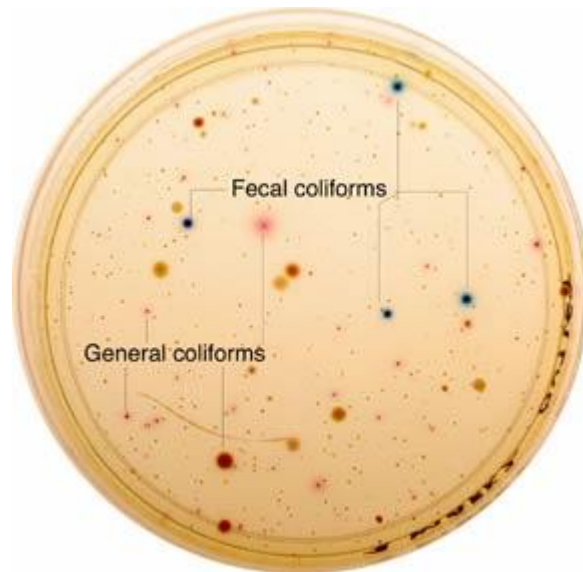
ทบทวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

- ❑ การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliform Index): ซึ่งเป็นการตรวจวัดจำนวนของแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม
- ❑ มีอยู่ 2 ชนิดที่สำคัญ คือ *Escherichia coli* (*E.coli*) และ *Aerobacter aerogenes* (*A.aerogenes*) โดยที่ *E.coli* เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลื้อยคลาน
- ❑ การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำจึงไม่ได้เป็นการยืนยันได้อย่างแน่นอนว่าน้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนจากของเสียของคนหรือสัตว์ การจะรู้ให้แน่ชัดลงไป ควรทำการตรวจวิเคราะห์ fecal coliform หรือ ตรวจหา *E.Coli* โดยเฉพาะ



บททวน: คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลน้ำ

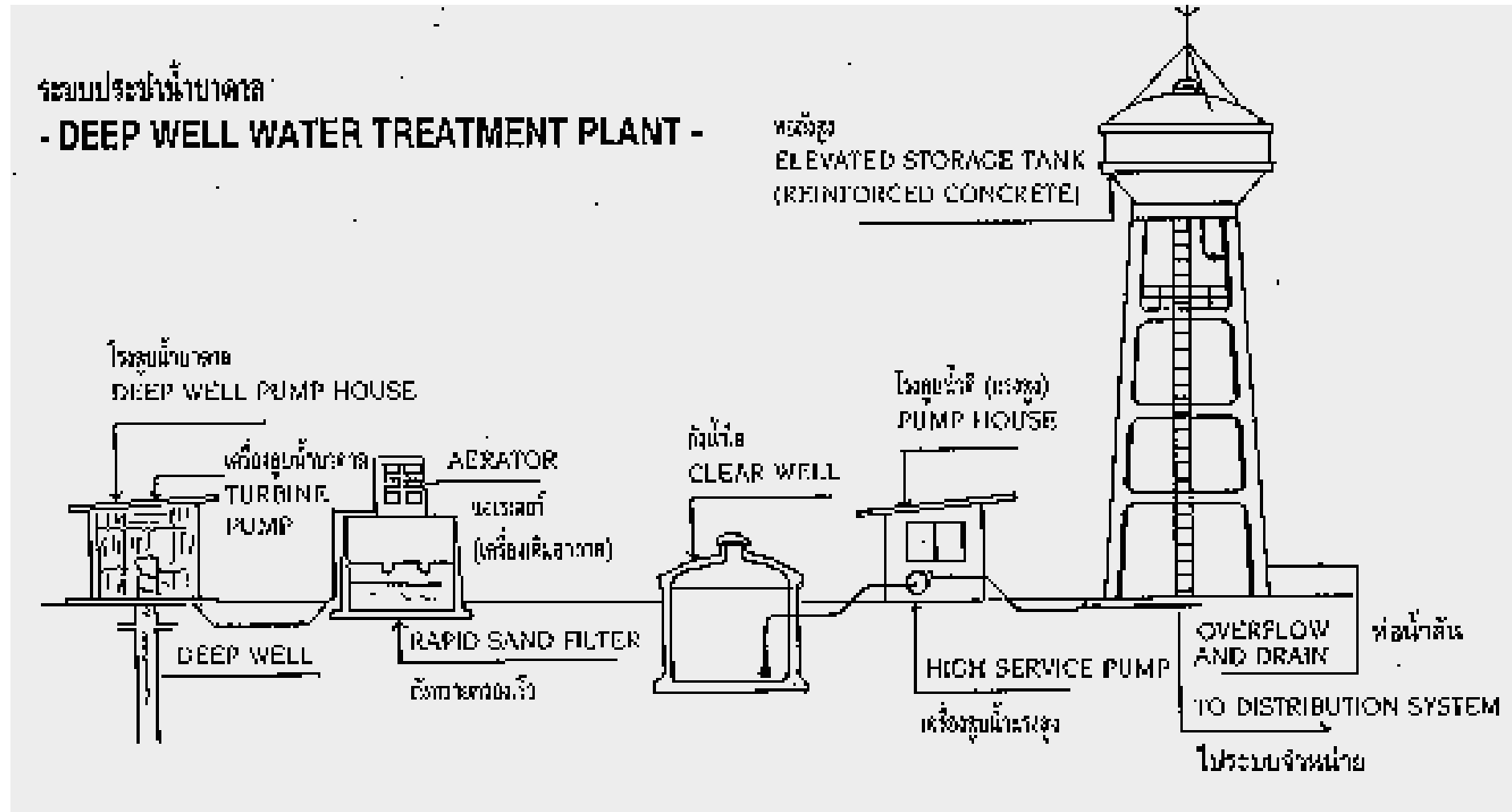
- ❑ การตรวจหา ฟีคัล โคลิฟอร์ม หรือ อีโคไล *E.coli* : อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น ดังนั้น ถ้าตรวจพบ *E.coli* ในน้ำแสดงว่าน้ำนั้นมีอุจจาระปนเปื้อนอยู่อย่างแน่นอน ซึ่งอาจมีโอกาสนี้จะมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคชนิดอื่นเจือปนอยู่ด้วยเช่นกัน จึงไม่ปลอดภัยต่อการนำมาอุปโภคบริโภค



กระบวนการผลิตน้ำประปา

ระบบผลิตน้ำประปา(แหล่งน้ำบาดาล)

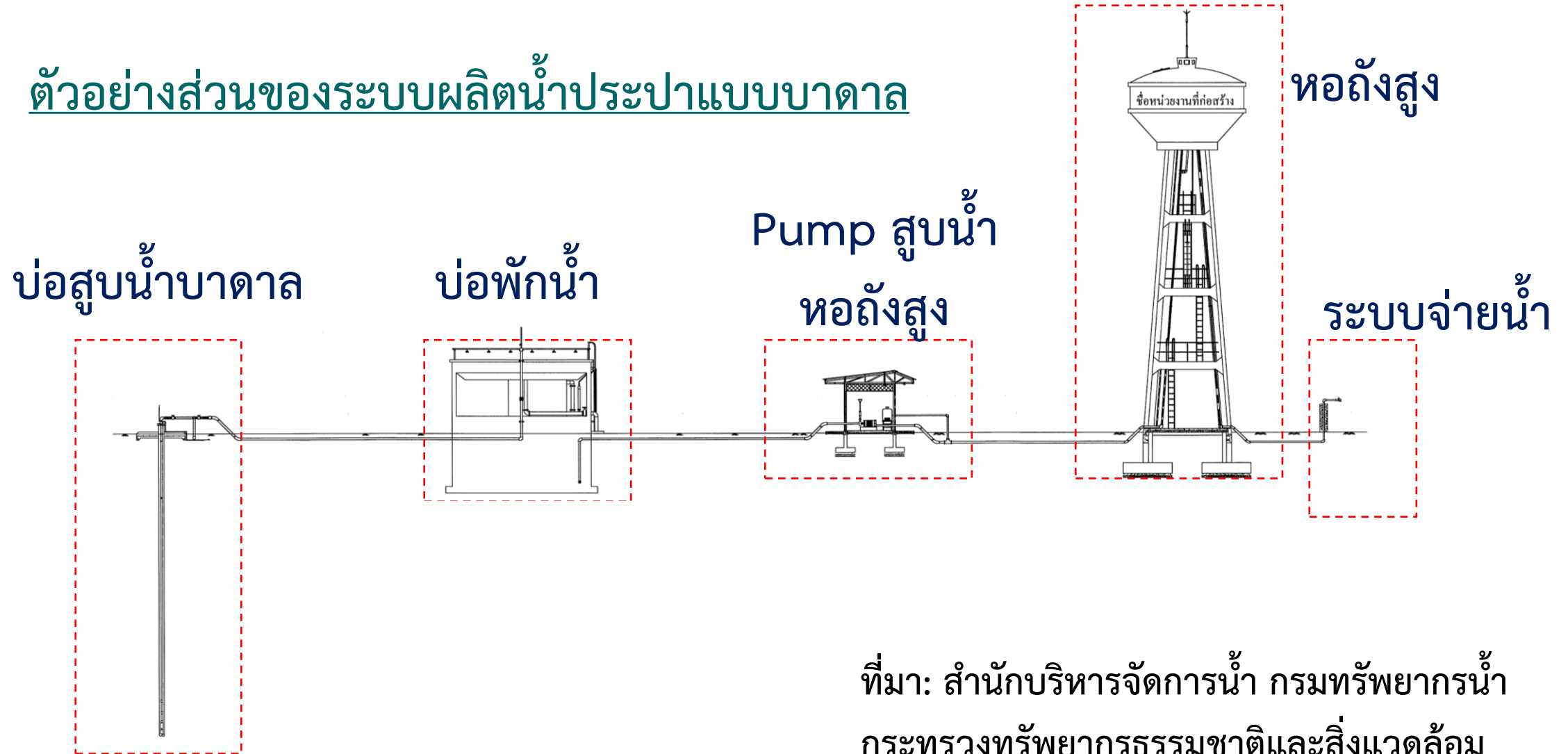
ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล



ที่มา: สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

ตัวอย่างส่วนของระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล



ที่มา: สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

ระบบน้ำดิบ

ระบบผลิตน้ำประปา

ระบบจ่าย

บ่อน้ำบาดาล

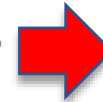
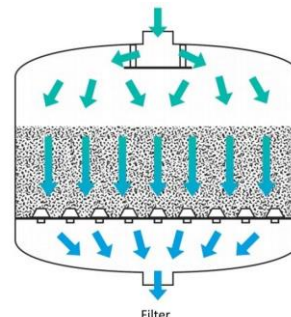
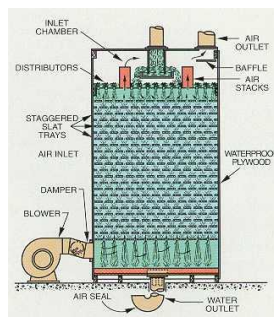
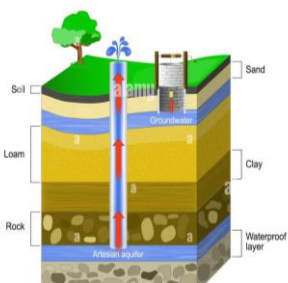
ระบบเติมอากาศ

ถังกรอง

ถังน้ำใส

หอถังสูง

ผู้ใช้น้ำ



เหล็กที่ละลายในน้ำดิบ
จับตัวเป็นตะกอนเหล็ก

น้ำที่ผ่านการกรอง
ไหลลงสู่ถังน้ำใส

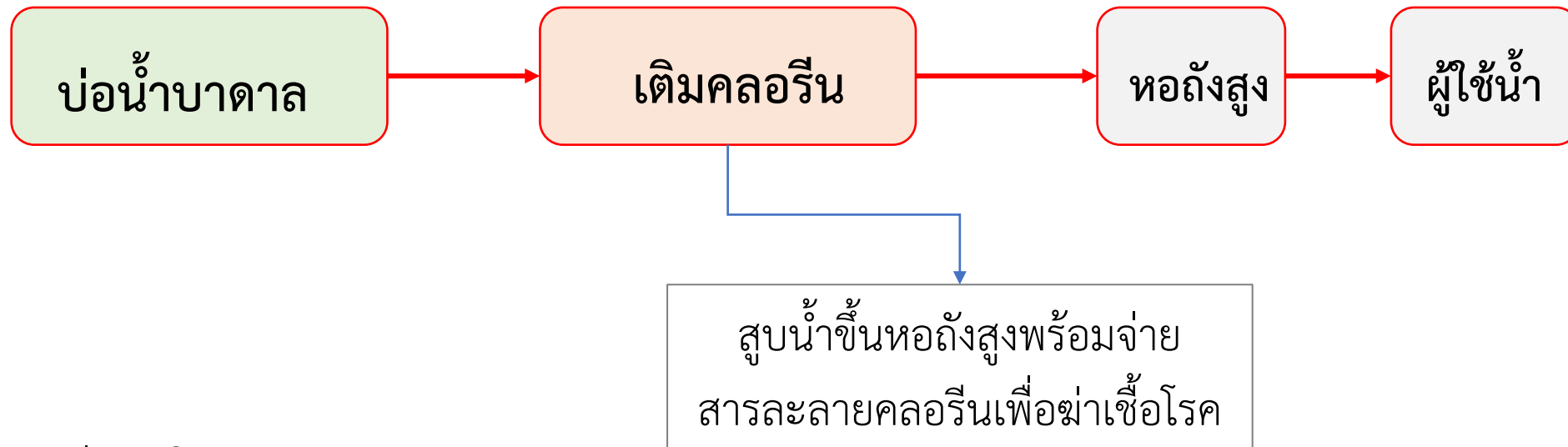
สูบน้ำขึ้นหอถังสูงพร้อมจ่าย
สารละลายคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค

ที่มา: สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

ตัวอย่างระบบประปาแบบบาดาล

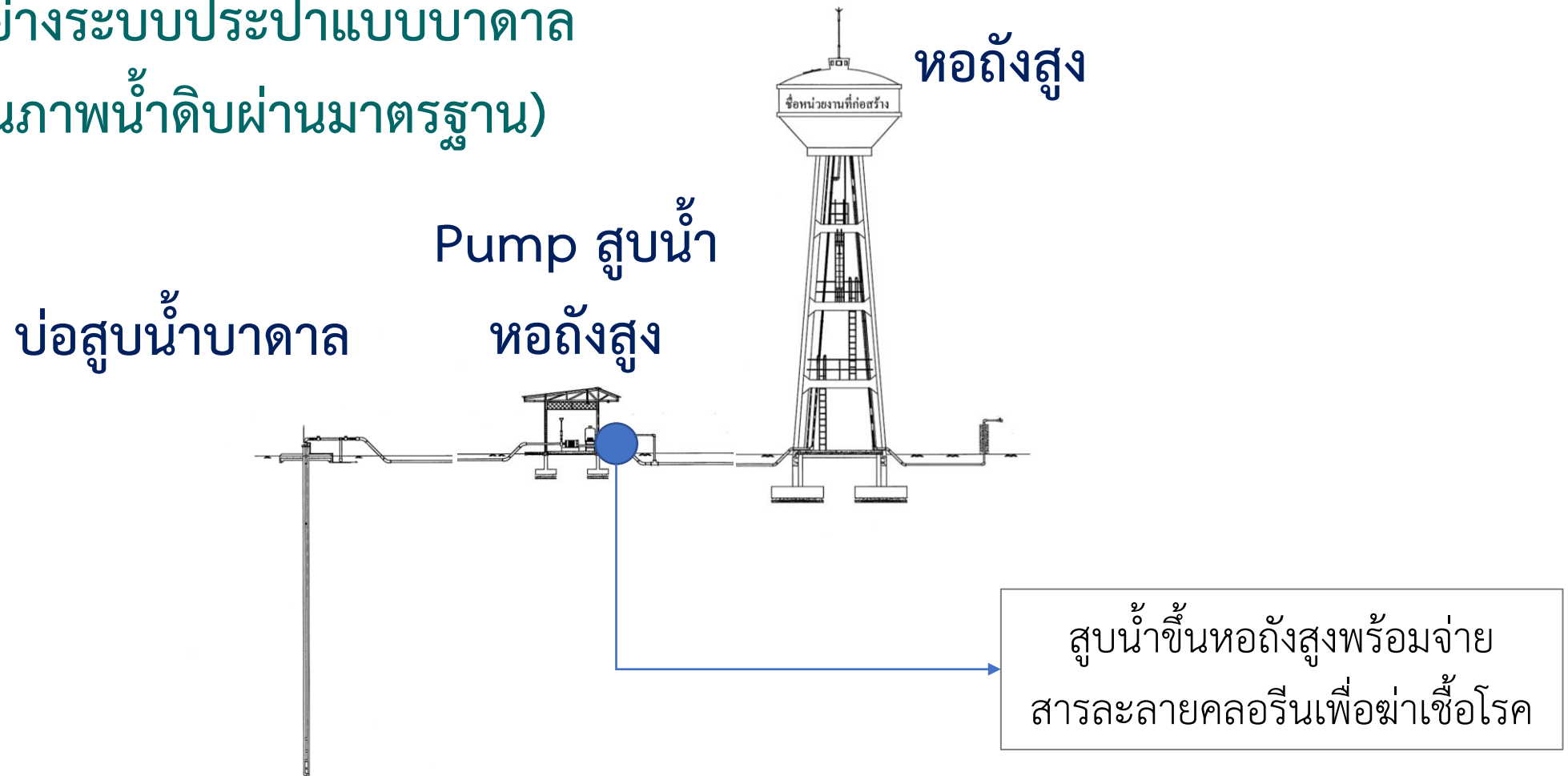
- รูปแบบ: แหล่งน้ำดิบมีปริมาณเพียงพอและคุณภาพของน้ำดีเทียบเท่ามาตรฐานน้ำดื่มที่กำหนดไว้ ไม่ต้องมีกระบวนการกำจัดสารแขวนลอยที่ปะปน



ที่มา: การประปาส่วนภูมิภาค

ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

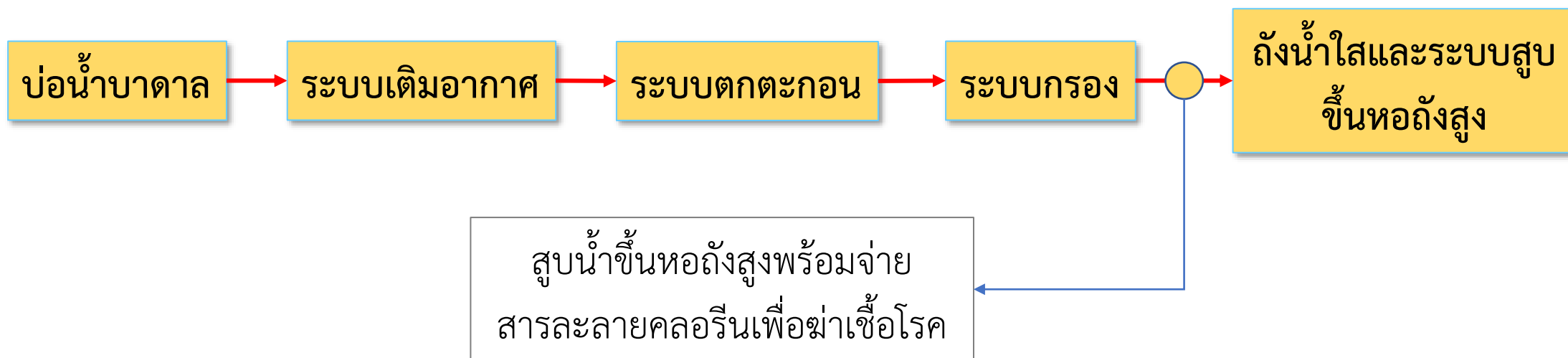
ตัวอย่างระบบประปาแบบบาดาล
(คุณภาพน้ำดิบผ่านมาตรฐาน)



ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

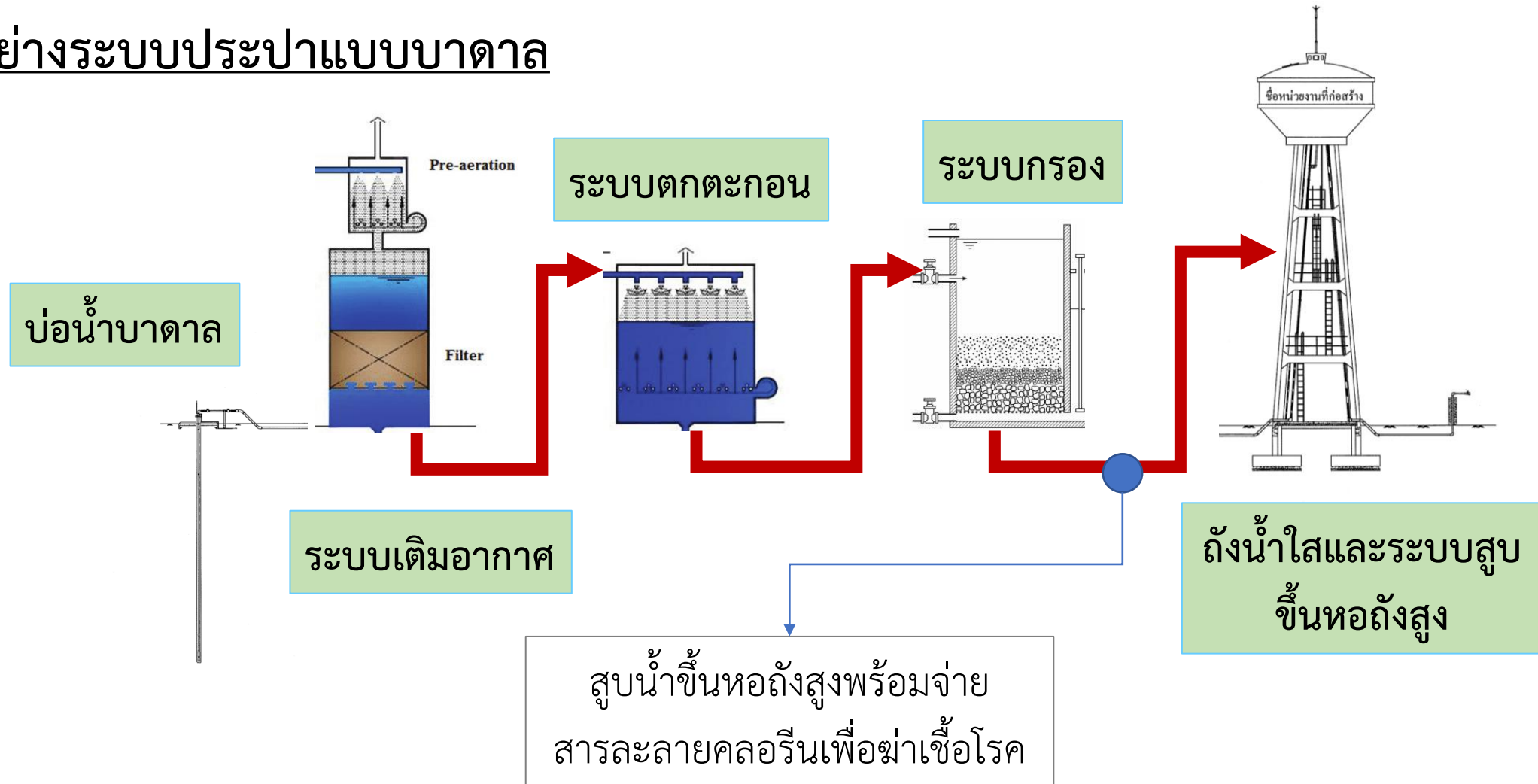
ตัวอย่างระบบประปาแบบบาดาล

- ❑ รูปแบบ: คุณสมบัติน้ำบาดาลส่วนใหญ่อยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic) มีการปนเปื้อนเหล็ก และแมงกานีส คาร์บอนไดออกไซด์หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ การกำจัดสิ่งสกปรกเหล่านี้กระทำได้โดยวิธีเติมอากาศ (Aeration) และตามด้วยการกรอง

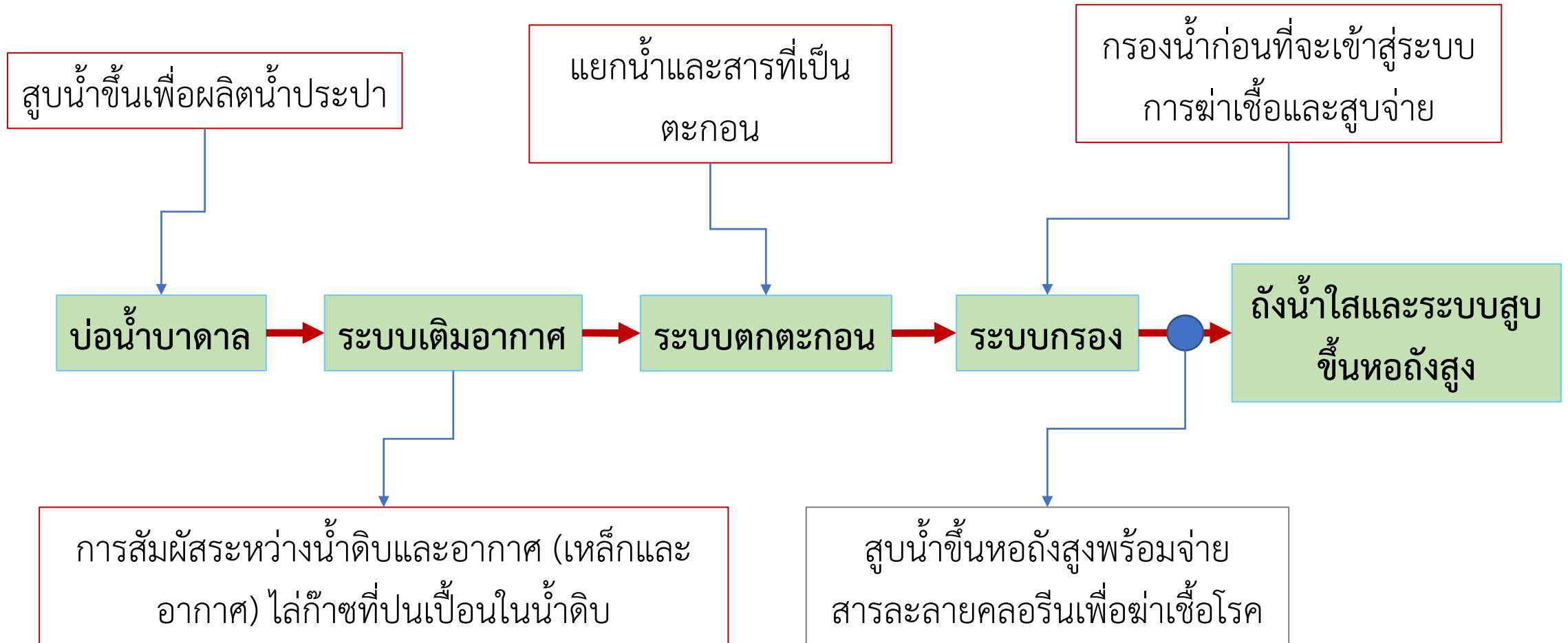


ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

ตัวอย่างระบบประปาแบบบาดาล



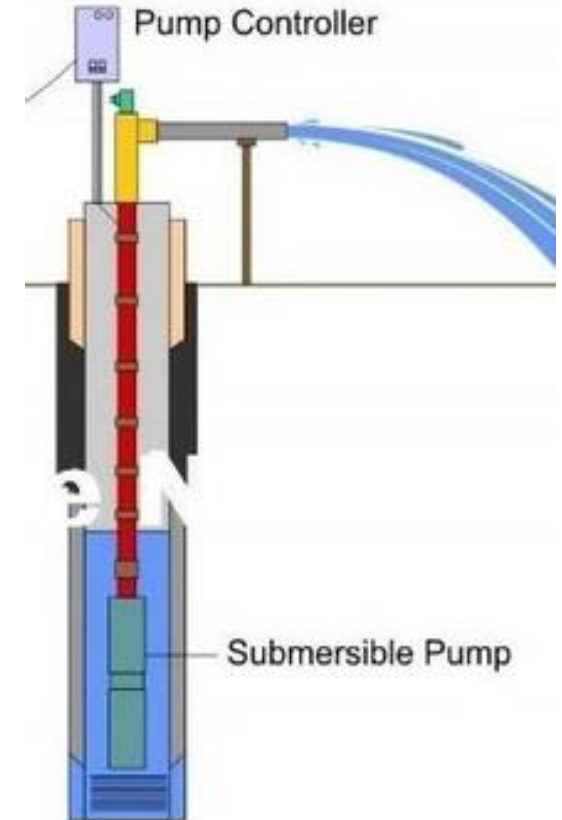
หน้าที่: ระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล



หน้าที่: ระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

ระบบสูบน้ำดิบ:

- ❑ แหล่งน้ำบาดาล: น้ำผิวดินไหลซึมลงสู่ใต้ดิน มีการปนเปื้อนด้วยแร่ธาตุต่างๆ ในชั้นดิน ต้องมีความเพียงพอต่อการผลิตน้ำประปา คำนึงถึงคุณภาพและปริมาณให้เหมาะสม
- ❑ เครื่องสูบน้ำดิบ: สำหรับสูบน้ำจากบ่อน้ำบาดาล โดยระบบการทำงานประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำบาดาลจะเป็นเครื่องสูบน้ำแบบจมใต้น้ำ (submersible pump)



หน้าที่: ระบบผลิตน้ำประปาแบบบาดาล

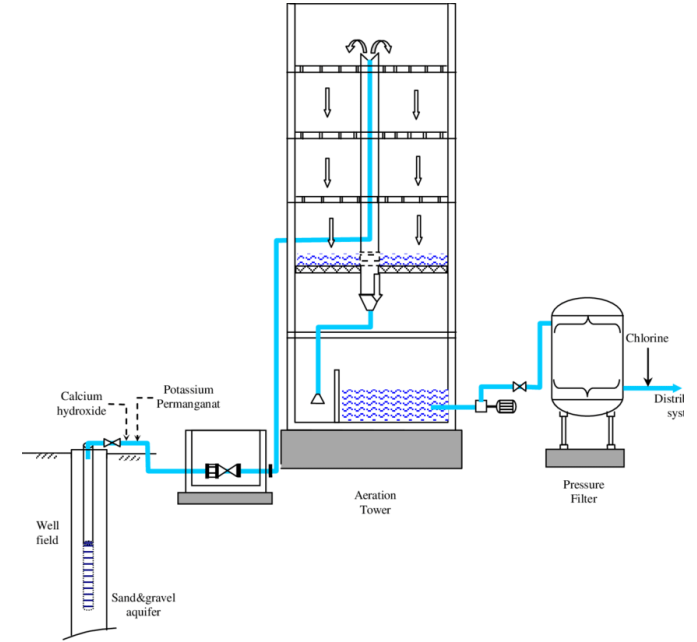
- ☐ ระบบเติมอากาศ ทำหน้าที่ในการสร้างการสัมผัสระหว่างน้ำดิบและอากาศ การออกแบบจะให้มีลักษณะเป็นท่อกระจายน้ำ ทำหน้าที่กระจายน้ำให้น้ำดิบสัมผัสกับอากาศเพื่อให้เหล็กที่อยู่ในรูปของสารละลายในน้ำ จับตัวเป็นตะกอนเหล็ก
- ☐ ระบบถังตกตะกอน ทำหน้าที่ในการแยกน้ำและตะกอนสนิทยเหล็กหลังจากที่สัมผัสอากาศ
- ☐ ถังกรอง ทำหน้าที่รับน้ำจากระบบเติมอากาศ ภายในถังกรองจะบรรจุทรายกรองและกรวดกรองเรียงเป็นชั้น ๆ เพื่อทำหน้าที่ช่วยในการกรองตะกอนเหล็กออกจากน้ำดิบ
- ☐ ระบบฆ่าเชื้อโรค ใช้การเติมสารละลายคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

ระบบผลิตน้ำประปา(แหล่งน้ำบาดาล)

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

- ❑ การเติมอากาศ (Aeration) = วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอากาศและไล่ก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำให้ออกสู่สิ่งแวดล้อม
- ❑ กำจัดเหล็กและแมงกานีส = เติมออกซิเจนเพื่อให้เหล็กและแมงกานีสเกิดการตะกอนแล้วกำจัดออก
- ❑ กำจัดก๊าซที่ไม่พึงประสงค์ = เติมอากาศเพื่อไล่ก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำ
- ❑ กำจัดกลิ่นและรส = เติมอากาศเพื่อไล่ก๊าซที่ก่อให้เกิดกลิ่น (H_2S)



กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

❑ การเติมอากาศ (Aeration) = วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอากาศและไล่อากาศที่ละลายอยู่ในน้ำให้ออกสู่สิ่งแวดล้อม



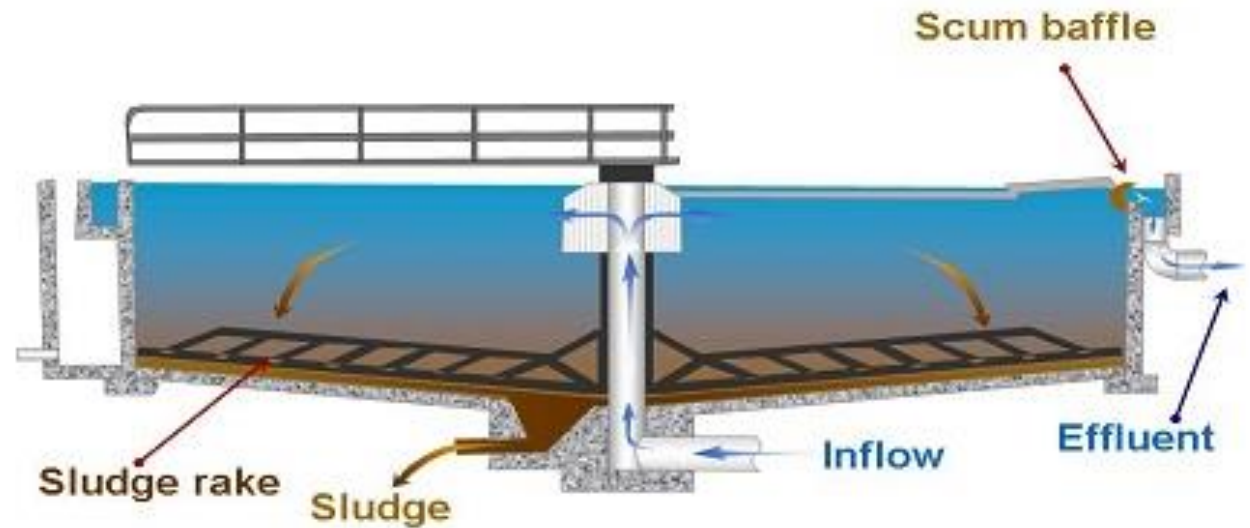
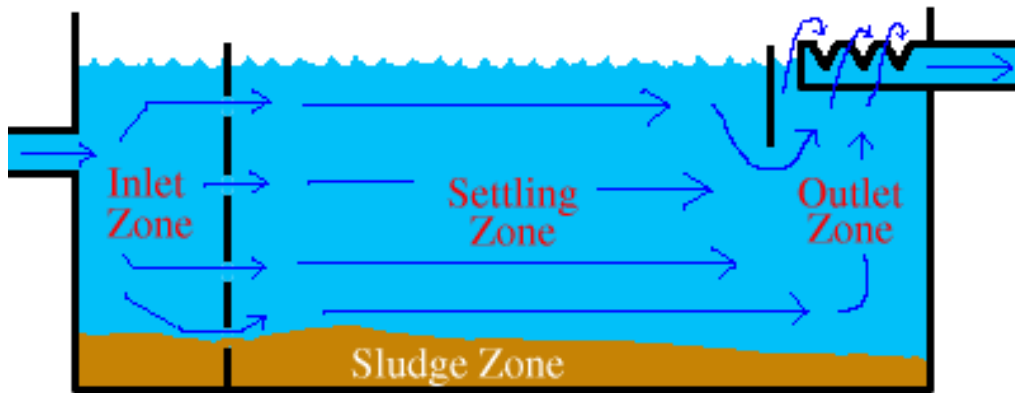
(ที่มา : <http://202.129.59.73/nana/badan/nunbadan.htm>)

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

- ❑ การตกตะกอน(Sedimentation) = วัตถุประสงค์เพื่อแยกอนุภาคของแข็งออกจากน้ำ
- ❑ การตกตะกอนจมตัวเอง(Plain Sedimentation) = การตกตะกอนด้วยตัวของของแข็งเอง การตกตะกอนวิธีนี้อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกไม่มีการเติมสารเคมี การจมตัวเองนี้นิยมเรียกว่าการปรับปรุงขั้นเตรียมการ(Preliminary Treatment Process) และเรียกกระบวนการตกตะกอนแบบนี้ว่า การตกตะกอนขั้นแรก(Pre-sedimentation)
- ❑ การตกตะกอนหลังการเติมสารเคมี(Sedimentation Following Chemical Addition) = การตกตะกอนด้วยการเติมสารเคมีเพื่อให้อนุภาคเกาะกันจนมีขนาดใหญ่และเกิดการตกตะกอน เช่นการเติมสารส้มเพื่อกำจัดความขุ่น เป็นต้น

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

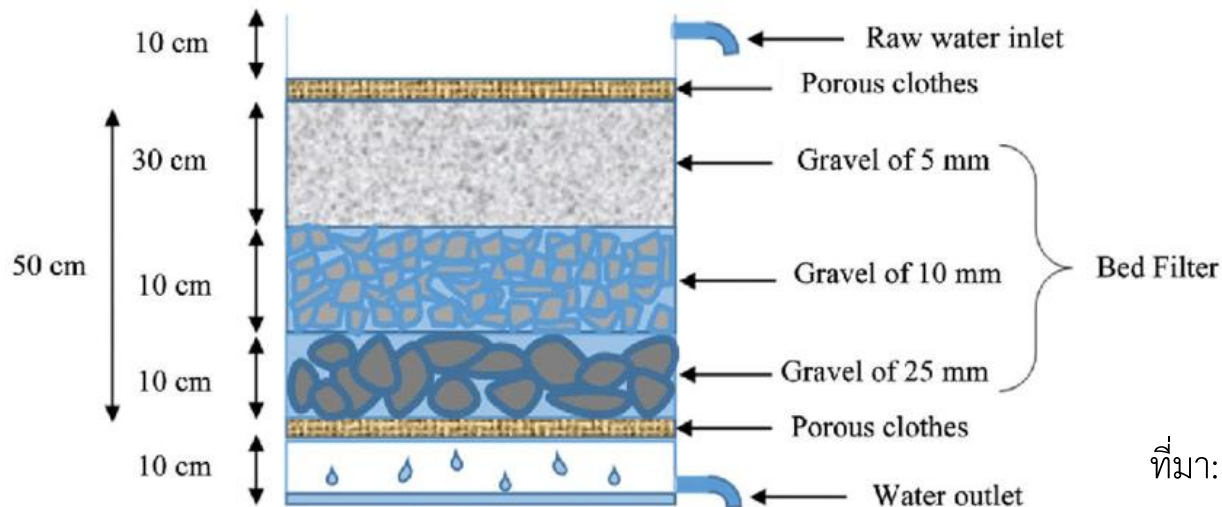
การตกตะกอน(Sedimentation) = วัตถุประสงค์เพื่อแยกอนุภาคของแข็งออกจากน้ำ



ที่มา: <https://waterpurificationengineering.weebly.com/sedimentation.html>

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

- ❑ ระบบทรายกรองช้า(Slow sand Filter) : กลไกการกรองจะเกิดที่บริเวณผิวหน้าของทราย สารแขวนลอย สารคอลลอยด์ แบคทีเรีย จะถูกกักไว้ที่บริเวณผิวหน้าของชั้นทรายเกิดเป็นเมือกทางชีวภาพซึ่ง เรียกว่า ชมุตต์เด็คเค(Schumutzdecke) ซึ่งส่วนนี้เป็นกลไกสำคัญในการกรอง ต้องใช้ระยะเวลาในการเกิดเมือกนี้ประมาณ 6 ชั่วโมง ถึง 2 สัปดาห์ (โดยทั่วไปประมาณ 2 วัน)

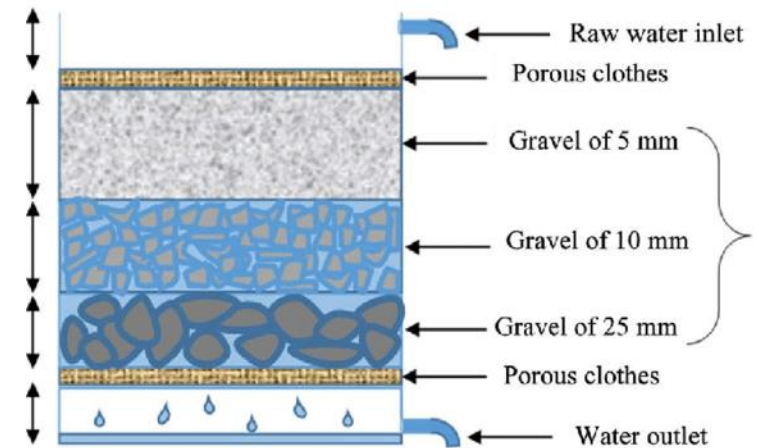


ที่มา: https://www.researchgate.net/publication/326651670_Low_Cost_Filtration_of_Domestic_Wastewater_for_Irrigation_Purpose

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

ส่วนประกอบของระบบทรายกรองช้า (Slow Sand Filtration)

- ❑ ชั้นทรายกรองละเอียดหนา = 1.0 เมตร
- ❑ ทรายกรองขนาดสัมฤทธิ์ (Effective size) = 0.25-0.30 mm.
- ❑ สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Uniformity Coefficient) = 2-3
- ❑ ชั้นกรวดหนา (Gravel Support Bed) = 30 cm.
- ❑ อัตราการกรองต่ำที่ = 0.04 – 0.40 m³/hr-m²

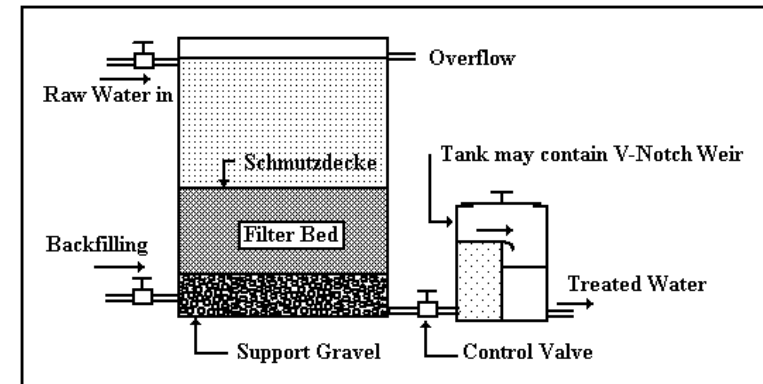


กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล



ข้อดี

- ใช้เครื่องจักรกลน้อย
- การก่อสร้างไม่ยุ่งยาก ไม่มีการใช้สารเคมี
- ไม่ต้องใช้ทักษะความรู้มากนักในการดูแลระบบ
- ประสิทธิภาพในการกำจัดจุลินทรีย์ 80-99 %



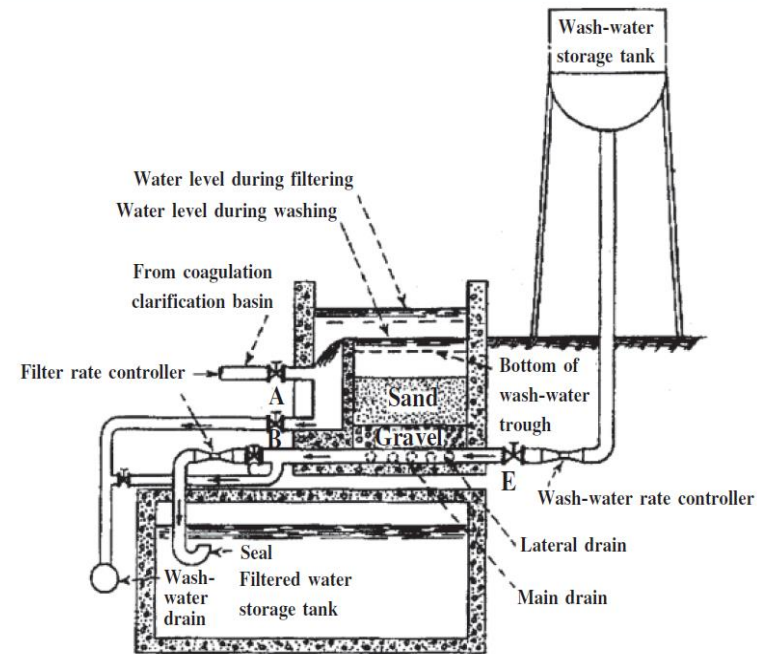
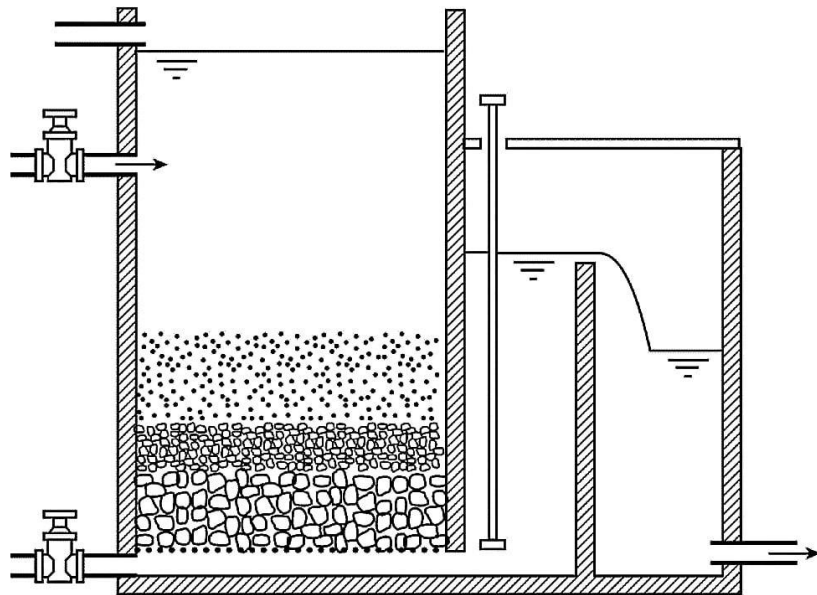
ข้อเสีย

- ความขุ่นของน้ำที่เข้าระบบไม่ควรเกิน 50 NTU
- ใช้พื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างต้องใช้มาก
- ต้องหยุดระบบนานเมื่อต้องการล้าง



กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

- ❑ ระบบทรายกรองเร็ว (Rapid sand Filter) : กลไกการกรองน้ำจะไหลจากบนลงล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ทำการกรองจนเกิดการอุดตันจากนั้นจะใช้กระบวนการล้างย้อน เพื่อทำความสะอาดทรายกรอง น้ำที่จะเข้าระบบระบบทรายกรองเร็วจะต้องผ่านกระบวนการสร้างตะกอน รวมตะกอน และระบบการตกตะกอนมาก่อน

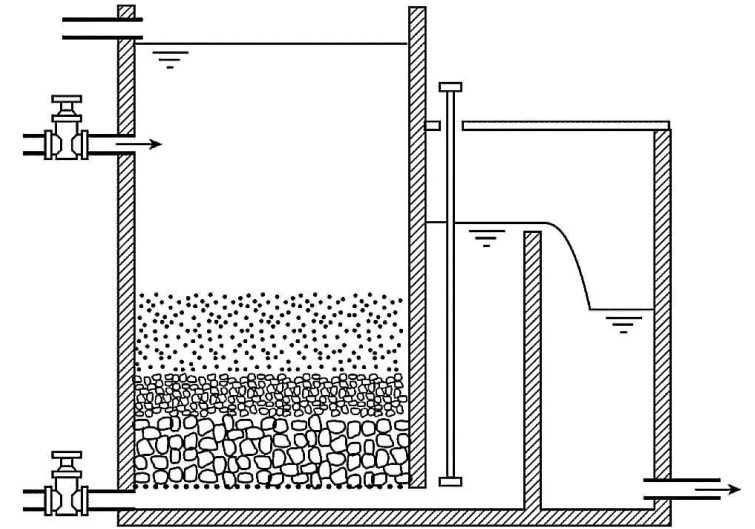


ที่มา: <https://dreamcivil.com/filter-numerical/>

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

ส่วนประกอบของระบบทรายกรอง(Rapid Sand Filtration)

- ชั้นทรายกรองละเอียดหนา = 0.60-0.80 เมตร
- ทรายกรองขนาดสัมฤทธิ์ (Effective size)= 0.50-0.70 mm.
- สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ(Uniformity Coefficient) = 1.5
- ชั้นกรวดหนา(Gravel Support Bed) = 15-45 cm.
- อัตราการกรองต่ำที่ = 5-10 m³/hr-m²



กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล



ข้อดี

- กรองได้เร็วกว่าการกรองช้า
- พื้นที่ก่อสร้างน้อยกว่า ไม่จำกัดความขุ่นที่เข้าระบบ
- ไม่ต้องนำทรายออกมาล้างใช้การล้างย้อน

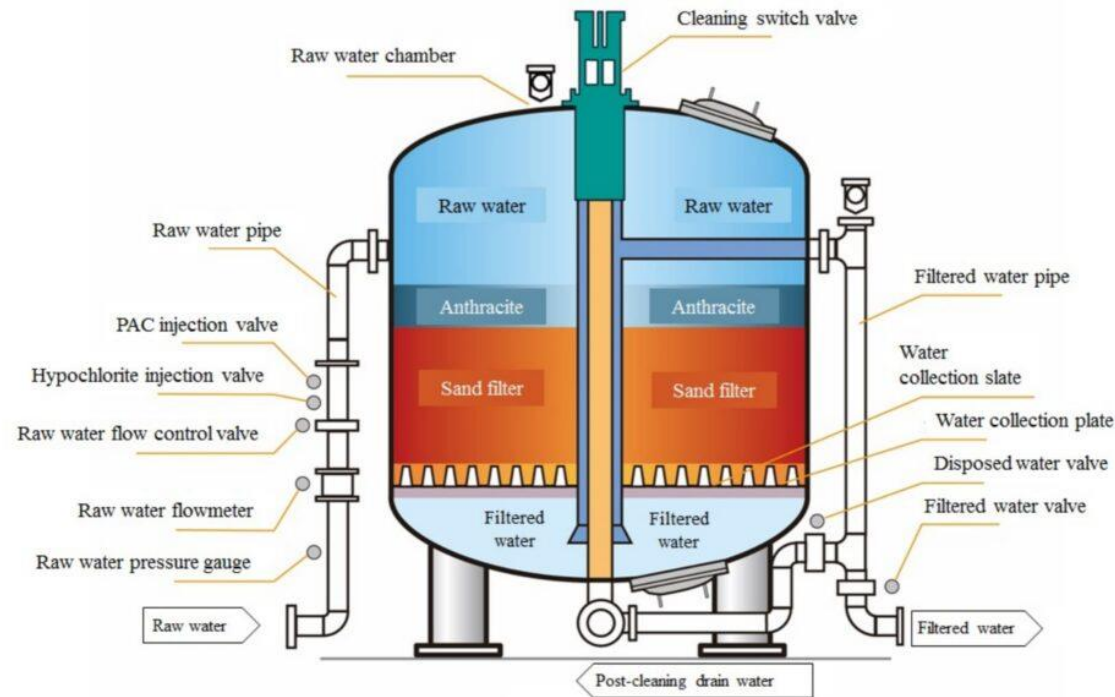


ข้อเสีย

- ต้องใช้ทักษะความรู้มากนักในการดูแลระบบ
- ใช้สารเคมีในการสร้างตะกอน
- การออกแบบและก่อสร้างมีความซับซ้อนกว่าการกรองช้า

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

- ❑ ระบบทรายกรองภายใต้แรงดัน(Pressure sand Filter) : กลไกการกรองน้ำจะไหลจากบนลงล่างด้วยการเพิ่มความดันในการดันน้ำเข้าสู่ระบบการกรอง **แรงดันที่เพิ่มขึ้นจะมา**
จากเครื่องอัดแรงดัน

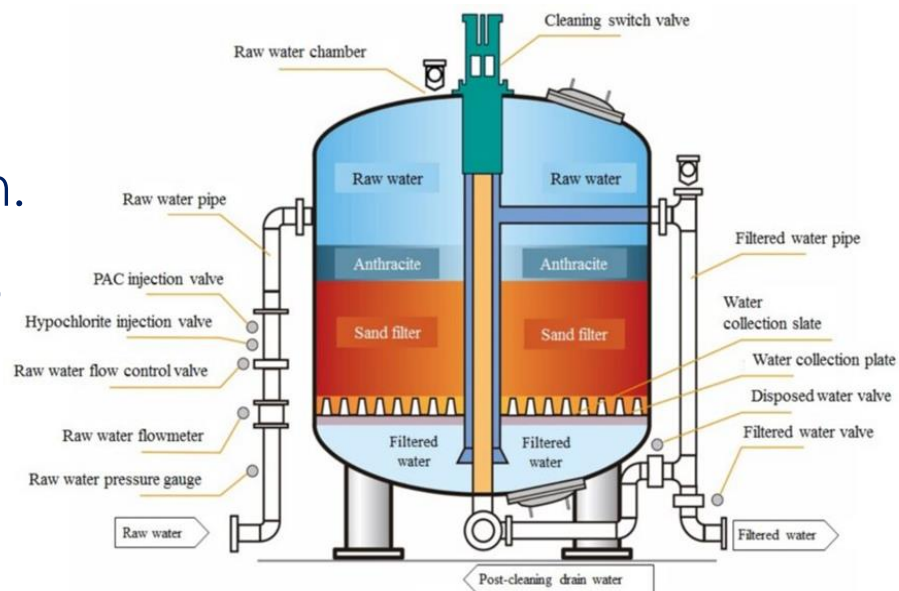


ที่มา: <https://solutionpharmacy.in/pressure-sand-filter/>

กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

ส่วนประกอบของระบบทรายกรองภายใต้แรงดัน(Pressure sand Filter)

- ชั้นทรายกรองละเอียดหนา = 0.60-0.80 เมตร
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถัง = 0.3-3.0 เมตร
- ทรายกรองขนาดสัมฤทธิ์ (Effective size)= 0.50-0.70 mm.
- สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ(Uniformity Coefficient) = 1.5
- ชั้นกรวดหนา(Gravel Support Bed) = 15-45 cm.
- อัตราการกรองต่ำที่ = $7.50 \text{ m}^3/\text{hr-m}^2$



กระบวนการและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล



ข้อดี

- ความสูงของถังกรองต่ำกว่าระบบกรองเร็ว
- มีระบบการสูบน้ำภายใต้แรงดัน

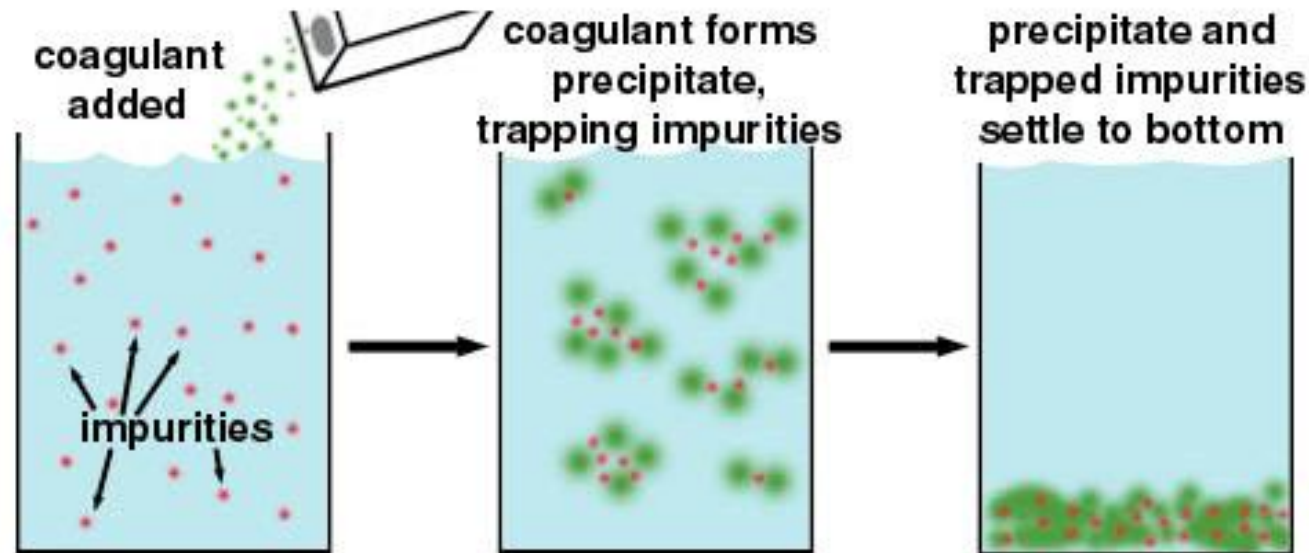


ข้อเสีย

- ไม่เห็นส่วนประกอบภายในระบบว่ามีการทำงานอย่างไร
การแก้ไขระบบจึงช้า

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical Treatment Process)

- ❑ **การสร้างตะกอน(Coagulation):** การเติมและผสมสารเคมีที่ช่วยในการสร้างตะกอนที่เรียกว่า สารสร้างตะกอน(Coagulant) ลงไปในน้ำดิบเพื่อให้ของแข็งที่จมตัวไม่ได้ (Non settleable Solids) หรือ ของแข็งที่มีขนาดเล็ก(Colloid) เกิดการรวมตัวจนมีขนาดใหญ่และจมตัวลงสู่ก้นถัง



ที่มา: <https://www.aesarabia.com/coagulation-flocculation-packages/>

หลักการ

- ❑ ของแข็งที่มีขนาดเล็กไม่สามารถจมตัวได้ในเวลาที่จำกัด
เนื่องจากของแข็งมีความเสถียร(Stability) ซึ่งเกิดจากอนุภาคมีขนาดเล็กพื้นที่ผิวมากทำให้เกิดแรงต่อต้านการจมตัวของอนุภาค
ต้องทำการลดความเสถียรของอนุภาคโดยการเติมสารเคมีลงไป
- ❑ สารเคมีที่นิยมใช้ คือ สารส้ม(Alum , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) Copper sulfate (CuSO_4) Ferric Sulfate (Fe_2SO_4) Ferrous Sulfate (FeSO_4) เป็นต้น
- ❑ ควบคุมพีเอชของน้ำให้อยู่ที่ 5.5-8.0



<https://www.snf.co.uk/chemical-coagulants-used-water-treatment/>

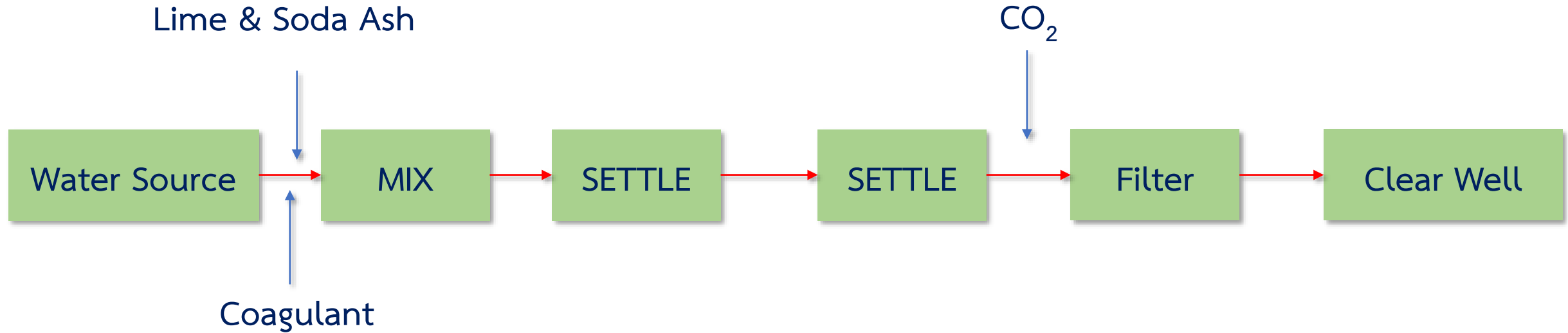
กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical Treatment Process)

การแก้้้น้กระด้างหรือการทำน้่อ่อน(Water softening) = วัตถุประสงค์ในการแก้้้น้กระด้างคือการลดปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม วิธีที่นิยมมากในระบบประปาชุมชนคือ กระบวนการตกผลึกทางเคมี (Chemical Precipitation) โดยมีการเติมสารเคมีคือปูนขาว(Lime: $\text{Ca}(\text{OH})_2$) และโซดาแอช(Soda Ash: Na_2CO_3)



- ❑ น้ำที่ผ่านกระบวนการ Lime-Soda Process จะมีค่าความเป็นด่างสูง ค่าความกระด้างของน้ำหลังจากกระบวนการนี้เท่ากับ 50-80 mg/l as CaCO_3 , pH = 11 ความกระด้างขนาดนี้จะช่วยป้องกันการกัดกร่อนได้

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical Treatment Process)

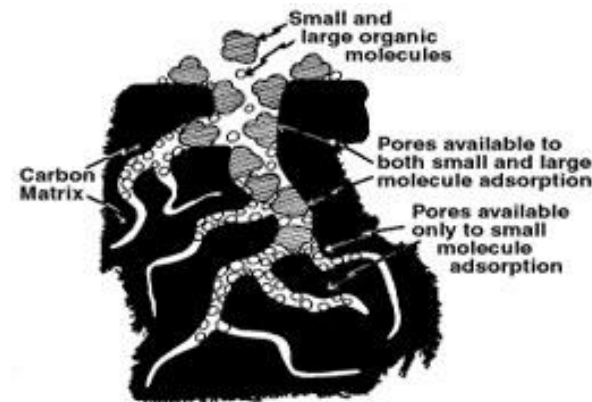
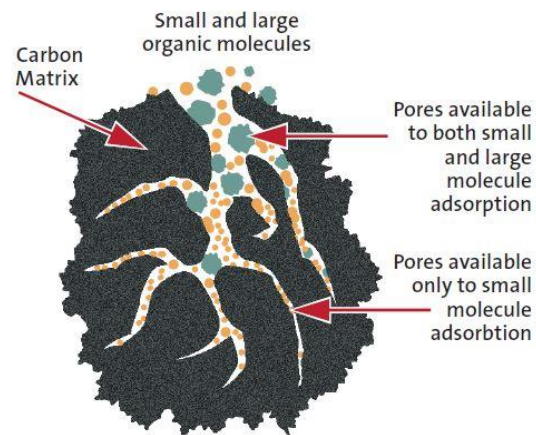


Lime-Soda Ash Treatment Design Criteria :

- Rapid mixing ---> Detention time = 5-10 minute
- Slow mixing ----> Detention time = 40-60 minute
- Re-carbonation ----> Equal pH = 8.6
- Sedimentation ----> Detention time = 15-30 minute

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical Treatment Process)

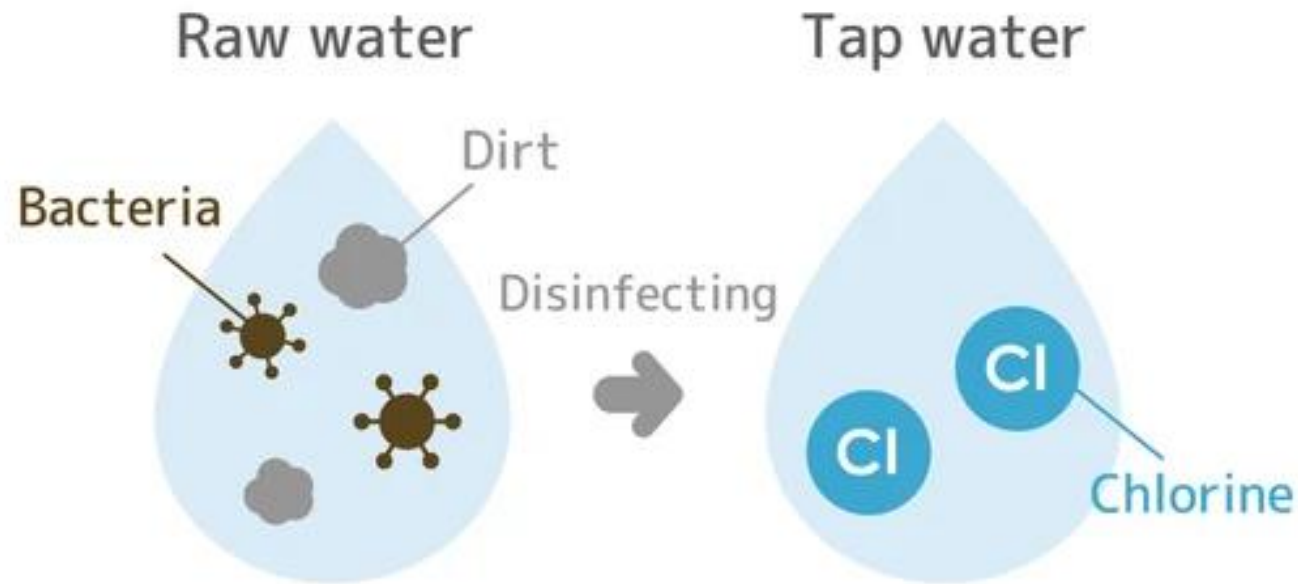
- ❑ การดูดซับ(Adsorption) = กระบวนการเกาะติดของก๊าซหรือสารละลายบนพื้นผิวของแข็ง สารที่มาเกาะติดที่ผิวว่า Adsorbate และเรียกตัวที่ใช้ดูดซับว่า Adsorbent
- ❑ วัตถุประสงค์ของการดูดซับเพื่อกำจัดสารละลายอินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่น รส และสีในน้ำ และยังสามารถดูดซับสารประกอบอินทรีย์พวก Trihalomethane (เป็นสาเหตุการเกิดโรคมะเร็ง)



ที่มา: <http://medaad.com/activated-carbon/>

- ❑ สารดูดซับที่นิยมใช้ เช่น ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ซึ่งประสิทธิภาพของตัวดูดซับจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัส (Surface Area) แบ่งได้ 2 ชนิด
- ❑ PAC: Powder Activated Carbon = ใช้กำจัดสารอินทรีย์
- ❑ GAC: Granular Activated Carbon = มีพื้นที่ผิวมากกว่าแบบ PAC ใช้กำจัดสารอินทรีย์แบบต่อเนื่อง

กระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน (Chlorine Disinfection): กระบวนการในการฆ่าเชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำด้วยคลอรีน



ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/image-vector/illustration-until-raw-water-disinfected-chlorine-738412735>

ประเภทของคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค

- ❑ ก๊าซคลอรีนเหลว (Liquefied Gaseous Chlorine): อันตรายในการใช้และขนส่ง ราคาสูง เหมาะกับระบบประปาขนาดใหญ่
- ❑ Calcium Hypochlorite, $\text{Ca}(\text{OCl})_2$: ควบคุมการใช้ง่าย ส่วนใหญ่เป็นชนิดผง เหมาะกับระบบประปาสีขนาดเล็ก
- ❑ Sodium Hypochlorite, NaOCl = แบบสารละลาย มีความเสถียรต่ำเสื่อมคุณภาพเร็ว อายุการใช้งาน 60-90 วัน เหมาะกับระบบประปาสีขนาดเล็กและสระว่ายน้ำ

การควบคุมคุณภาพน้ำประปา

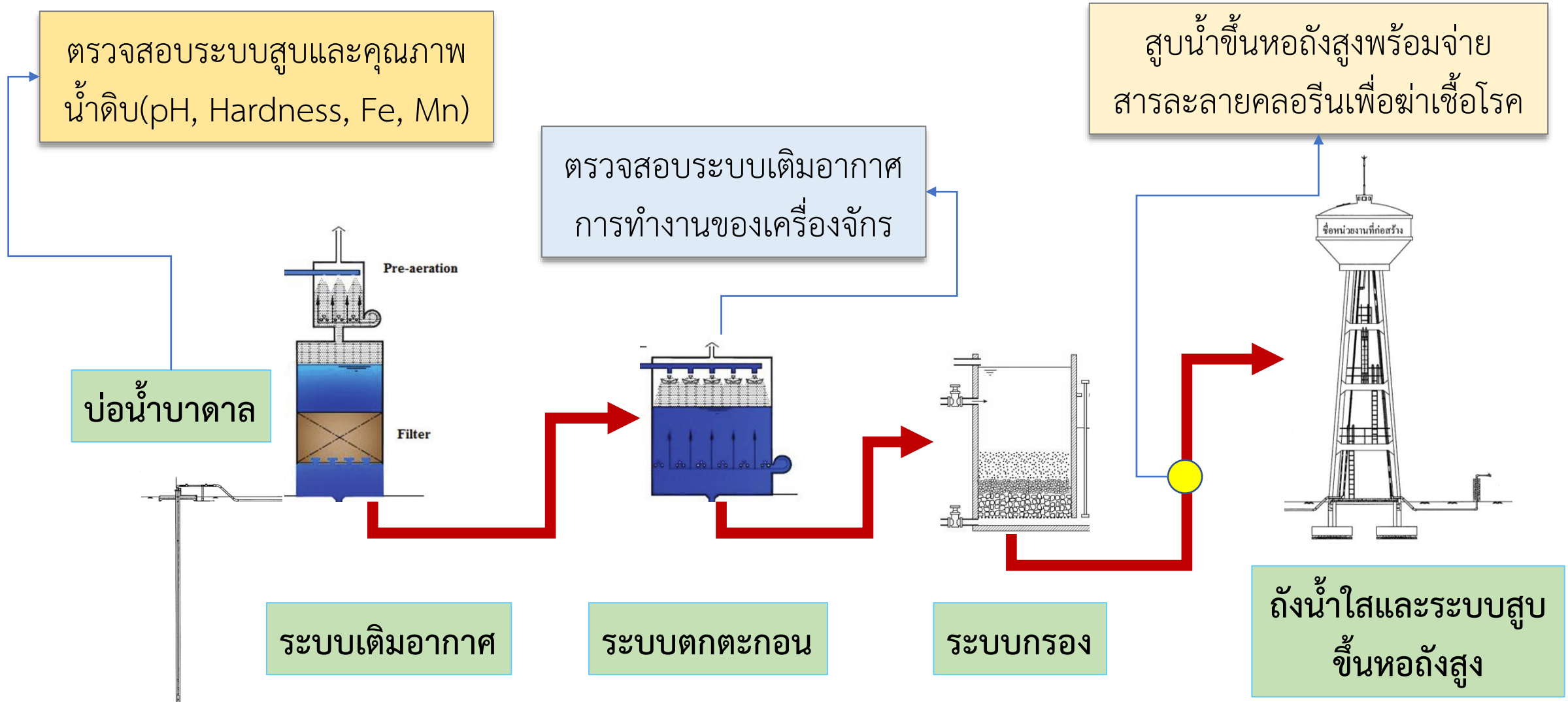
ระบบผลิตน้ำประปา(แหล่งน้ำบาดาล)

การควบคุมคุณภาพน้ำประปา

- ☐ การควบคุมคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าระบบผลิต
- ☐ การตรวจสอบการทำงานของระบบผลิตน้ำ
- ☐ การควบคุมคุณภาพก่อนจ่ายน้ำ



ตำแหน่งจุด:การควบคุมคุณภาพน้ำประปา



การควบคุมคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าระบบผลิต

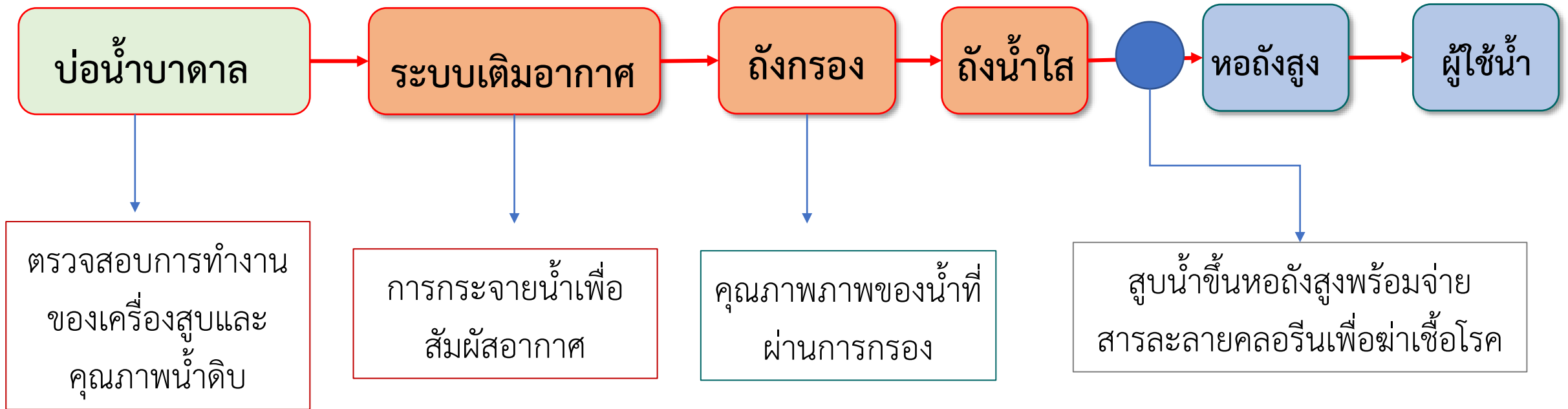
- ❑ การตรวจสอบระบบสูบน้ำดิบ: เครื่องสูบน้ำดิบและระบบควบคุมไฟฟ้าต่างๆ ให้ใช้งานได้ตามปกติ
- ❑ การตรวจสอบคุณภาพน้ำดิบ: ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สารประกอบของเหล็ก กลิ่นสี ความขุ่นของน้ำดิบ
- ❑ คุณภาพของน้ำดิบ: บทบาทและความสำคัญ อย่างมากต่อการทำงานของระบบต่างๆ เช่น ระบบสร้างตะกอน ระบบเติมอากาศ ระบบกำจัดความกระด้างด้วยวิธีตกผลึก ระบบการปรุงแต่งน้ำ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนหรือการตกผลึก

การตรวจสอบการทำงานของระบบผลิตน้ำ

ระบบน้ำดิบ

ระบบผลิตน้ำประปา

ระบบจ่าย



ที่มา: สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การตรวจสอบการทำงานของระบบผลิตน้ำ

- ☐ การตรวจสอบและปรับตั้งปริมาณน้ำดิบเข้าระบบผลิตน้ำให้มีความเหมาะสมกับการทำงานของระบบ
- ☐ ระบบเติมอากาศ เป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อให้น้ำที่ถูกสูบขึ้นมากกระจายสัมผัสอากาศ แล้วตกลงมาไหลรวมสู่ระบบอื่นต่อไป
- ☐ ระบบเติมอากาศ ทำหน้าที่เติมอากาศ (ออกซิเจน) ในน้ำทำให้เหล็กในน้ำ (ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลาย) เปลี่ยนเป็นตะกอนเหล็ก
- ☐ ตรวจสอบการทำงานของระบบกระจายน้ำ และการทำงานของระบบไฟฟ้าต่างๆ

การตรวจสอบการทำงานของระบบผลิตน้ำ

- ☐ ถังกรอง มีหน้าที่กรองตะกอนสนิมเหล็ก โดยให้น้ำไหลผ่านทรายกรอง ซึ่งการตรวจสอบความพร้อมของถังกรองก่อนการผลิต
- ☐ ตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่ผ่านการกรองเบื้องต้น เช่น **ความขุ่นของน้ำที่ผ่านการกรอง** เป็นต้น
- ☐ ถังน้ำใส: ทำหน้าที่กักเก็บน้ำที่ผ่านการกรอง รักษาสมดุลระหว่างอัตราการผลิตน้ำกับระบบน้ำดิบและระหว่างระบบผลิตน้ำกับระบบจ่ายน้ำประปา
- ☐ ตรวจสอบการทำงานของระบบฆ่าเชื้อโรค

การควบคุมคุณภาพก่อนจ่ายน้ำ

- ☐ การตรวจสอบเครื่องสูบน้ำดีและระบบควบคุม
- ☐ ตรวจสอบแรงดันของท่อถังสูงทำหน้าที่รักษาแรงดันน้ำให้คงที่สม่ำเสมอในระบบท่อจ่ายน้ำประปา
- ☐ ท่อถังสูงจะทำหน้าที่ในการรักษาระยะเวลาการทำงานของเครื่องสูบน้ำดีให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมไม่เปิดปิดบ่อยจนเกินไป
- ☐ ปกติท่อถังสูงมีความสูงจากพื้นดินประมาณ 11-25 เมตร ประโยชน์ของท่อถังสูงนอกจากการจ่ายน้ำประปาให้กับชุมชนแล้ว ยังใช้น้ำเพื่อการล้างหน้าทรายกรอง (Back Wash)

แนวทางการจัดการและดูแล บำรุงรักษาระบบ

ประปาอย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบผลิตน้ำประปา(แหล่งน้ำบาดาล)

- ❑ **การบำรุงรักษาแหล่งน้ำดิบ:** การดูแลรักษา และเฝ้าระวังแหล่งน้ำดิบ(บาดาล) โดยมีคำแนะนำดังนี้
 - การดูแลลานคอนกรีตและสภาพทั่วไปบริเวณบ่อน้ำบาดาลให้สะอาดถูกสุขลักษณะ
 - การป้องกันโดยยกปากบ่อให้สูงกว่าระดับน้ำท่วมถึง และบำรุงรักษาสภาพต่างๆ ไปไม่ให้บริเวณบ่อน้ำในบ่อมีกลิ่นเหม็น
 - ห้ามหย่อนเครื่องสูบลงไปสูบน้ำที่ก้นบ่อน้ำบาดาล หรือสูบตรงกับช่วงท่อกรองน้ำเพราะจะทำให้บ่อพัง

□ การบำรุงรักษาระบบผลิตน้ำประปา

การตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบเติมอากาศ (กำจัดเหล็กและแมงกานีส)

- ทำการตรวจสอบระบบเติมอากาศ ระบบการสูบน้ำดิบเข้าระบบเติมอากาศ ว่าทำงานปกติ ไม่มีการชำรุดของโครงสร้าง
- ผู้ดูแลระบบต้องหมั่นตรวจสอบโครงสร้างของระบบเติมอากาศ (แอเรเตอร์) ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้เสมอ หากเห็นว่าชำรุดให้ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนใหม่
- ผู้ดูแลระบบต้องหมั่นสังเกตท่อกระจายน้ำดิบ หัวกระจายน้ำดิบเพื่อไม่ให้เกิดการอุดตัน

□ การบำรุงรักษาระบบผลิตน้ำประปา

การบำรุงรักษาถังกรอง

- ตรวจสอบโครงสร้างของระบบถังกรองให้ใช้งานได้ตามที่ออกแบบไว้ และต้องหมั่นตรวจสอบและห้ามปล่อยให้น้ำหน้าทรายกรองแห้ง
- ดูแลรักษาอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น พวงมาลัย เปิด – ปิด ประตุน้ำให้อยู่ในสภาพดี ถ้ามีการรั่วซึมชำรุดให้ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่
- ต้องหมั่นรักษาและทำความสะอาดถังกรอง โดยทำการขัดล้างทำความสะอาดถังกรองทุก 3-6 เดือน

□ การบำรุงรักษาระบบผลิตน้ำประปา

การบำรุงรักษาถังน้ำใส

- ตรวจสอบโครงสร้างของถังน้ำใสอยู่เสมอ และต้องดูแลรักษาปิดฝาให้มิดชิด ไม่ให้มีสิ่งของตกลงไปได้
- ทำการตรวจสอบป้ายบอกระดับน้ำให้อยู่ในสภาพดี เพื่อใช้ในการตรวจสอบ ปริมาณน้ำในถัง และใช้ดูว่ามีการรั่วหรือแตกร้าวของโครงสร้างหรือไม่
- ต้องตรวจสอบอุปกรณ์ประตุน้ำให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน หากชำรุดร้าวซึม ต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่
- ทำความสะอาดถังน้ำใสอย่างสม่ำเสมออย่างน้อย 6 เดือน/ครั้ง



□ การบำรุงรักษาระบบจ่ายน้ำประปา

การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำดี และระบบควบคุม

- เครื่องสูบน้ำที่ผ่านการปรับปรุงในระบบจ่ายน้ำประปาต้องดูแลอย่างสม่ำเสมอ เพราะอาจจะมีการใช้งานที่ต่อเนื่อง
- ต้องมีการสำรองเครื่องไว้อย่างน้อย 1 เครื่อง เพราะเหมาะสมต่อการใช้งานและง่ายต่อการบำรุงรักษา



ตัวอย่าง

การแก้ไขปัญหาคูณภาพน้ำบาดาล

การแก้ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาล

ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาล

การปนเปื้อนด้วยสนิมเหล็ก

- น้ำบาดาลมักพบว่ามี การปนเปื้อนด้วยสนิมเหล็ก ทำให้คุณภาพน้ำไม่มีความสะอาดปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ที่นำไปใช้ในการอุปโภค/บริโภค
- แหล่งน้ำบาดาลที่มีปริมาณ สนิมเหล็กสูงจะทำให้น้ำไม่ปลอดภัยและไม่สามารถบริโภคน้ำบาดาลได้
- น้ำบาดาลต้องมีการกำจัดสนิมเหล็กก่อน มีหลายกระบวนการ เช่น การกรองสารละลายเหล็กด้วยทรายกรอง หรือการนำน้ำมาตกตะกอนด้วยการเติมอากาศ

การแก้ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาล

ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาล

การปนเปื้อนด้วยหินปูน

- น้ำบาดาลมักมี การปนเปื้อนด้วยหินปูน ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมีปริมาณแตกต่างกันไปแล้วแต่ พื้นที่
- คุณภาพน้ำไม่เป็นที่พึงประสงค์ต่อการอุปโภค น้ำบาดาลมีความกระด้าง หากนำไปใช้อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพร่างกายได้
- การแก้ไขมีหลายวิธี เช่น กระบวนการ Lime-Soda process หรือการใช้สารกรอง

กระบวนการแก้ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาล

- ❑ การต้ม: ใช้สำหรับการลดความกระด้างชั่วคราวของน้ำและฆ่าเชื้อโรคได้
- ❑ การเติมสารเคมีบางชนิด เช่น สารคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อโรค และเป็นตัวเร่งให้สนิมเหล็กตกตะกอน
- ❑ การเติมอากาศ: สำหรับการไล่กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ออกจากน้ำบาดาล และสามารถทำให้เกิดการเร่งให้สนิมเหล็กตกตะกอน เหมาะกับน้ำบาดาลที่มีสนิมเหล็กไม่สูงมาก
- ❑ กระบวนการ RO membrane (RO): สามารถกำจัดสารปนเปื้อนได้ดี (มากกว่า 95%) บางที่ใช้ในการกำจัดความกระด้าง โลหะหนัก และเชื้อแบคทีเรีย

กระบวนการแก้ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาล: สารกรอง

□ สารกรองแมงกานีส/สารกรองสนิมเหล็ก/Manganese

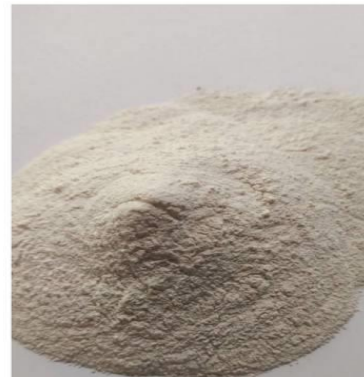
- สารกรองที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล ที่มีการปนเปื้อนด้วยสนิมเหล็กและแมงกานีส
- สารกรองมีคุณสมบัติในการกำจัดเหล็ก แมงกานีส และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่ปนเปื้อนในน้ำ
สารมีความทนต่อการเสียดสี และการสึกกร่อน
- อายุการใช้งานของสารนาน



กระบวนการแก้ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาล: สารกรอง

☐ สารกรอง Cab G (Carbonate Generator)/สารกรองเรซิน(Resin)

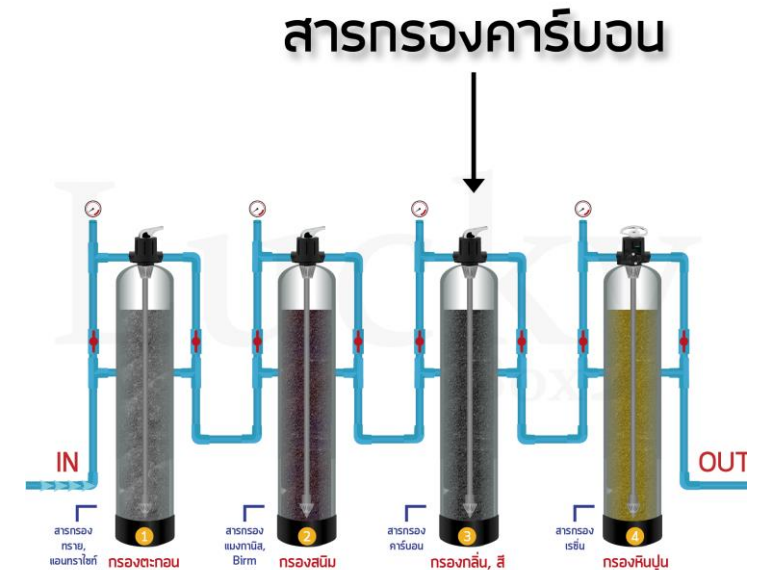
- กระบวนการที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการปรับปรุงคุณภาพที่มีการปนเปื้อนด้วยหินปูน น้ำมีความกระด้าง เพื่อที่จะผลิตให้ได้น้ำอ่อนสำหรับการใช้อุปโภค-บริโภค
- คุณสมบัติสามารถกำจัดความกระด้าง หินปูน แร่แคลเซียมและแมกนีเซียม และดูดซับสารอื่นที่ปนเปื้อนในน้ำบาดาล



กระบวนการแก้ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาล: สารกรอง

☐ สารกรองคาร์บอน(Activated Carbon)

- สารชนิดนี้ใช้สำหรับการกำจัดความขุ่น สารแขวนลอย สารอินทรีย์ กลิ่น สารคลอรีน ที่ปนเปื้อนในน้ำบาดาล



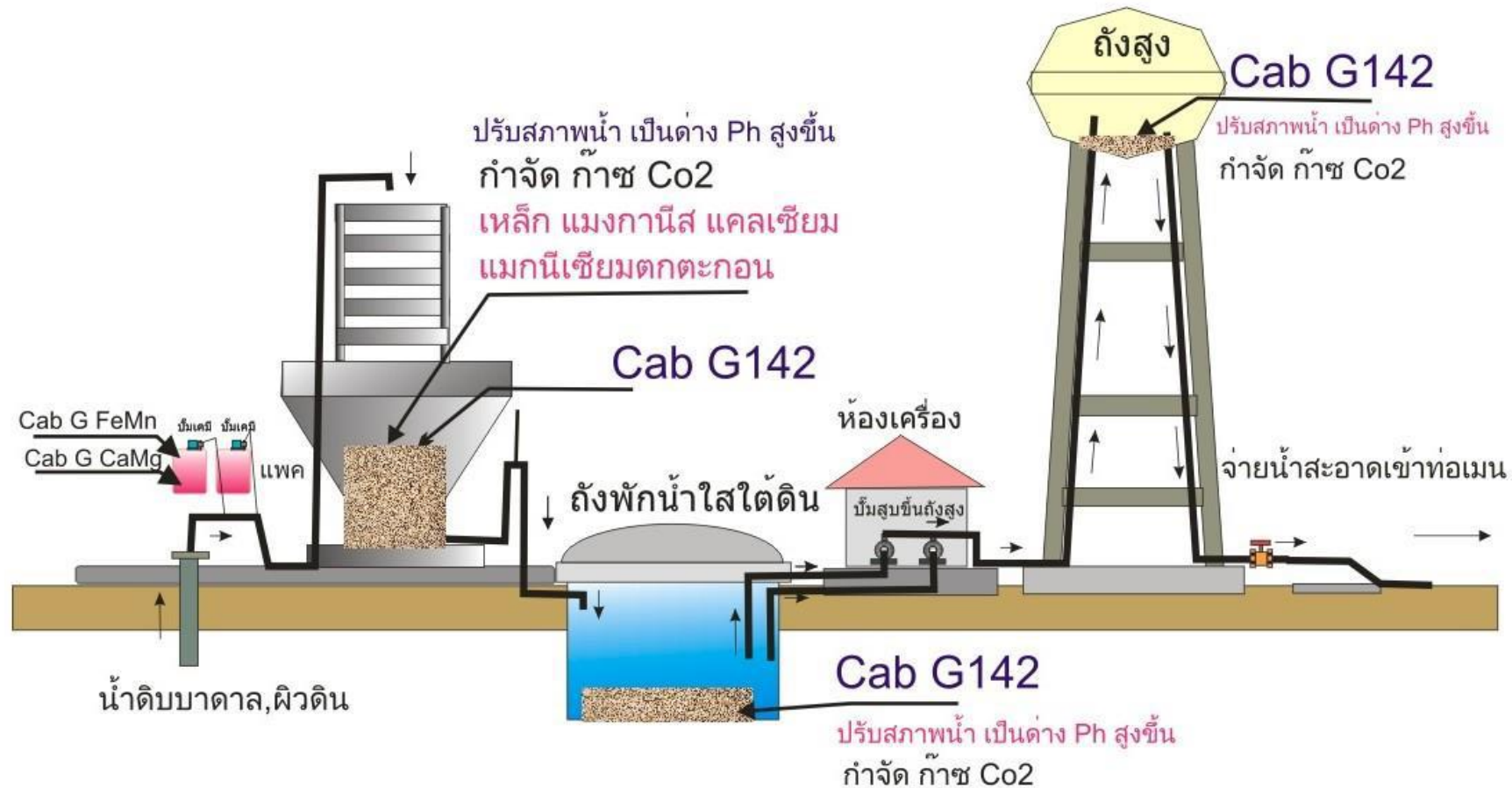
การแก้ปัญหาคูณภาพน้ำบาดาล

แบบที่1 แผนผังการใช้ Cab G สำหรับประปาหมู่บ้าน
ลด กำจัดเหล็ก แมงกานีส หินปูน ในน้ำบาดาล, ผิวดิน



การแก้ปัญหาคูณภาพน้ำบาดาล

แบบที่ 2 แผนผังการใช้ Cab G สำหรับประปาหมู่บ้าน
ลด กำจัดเหล็ก แมงกานีส หินปูน ในน้ำบาดาล, ผิวดิน



การแก้ปัญหาคูณภาพน้ำบาดาล

แบบที่ 3 แผนผังการใช้ Cab G สำหรับประปาหมู่บ้าน

ลด กำจัดเหล็ก แมงกานีส หินปูน ในน้ำบาดาล, ผิวดิน

ด้วยถังกรองล่างอัตโนมัติ



การแก้ปัญหาคูณภาพน้ำบาดาล

แผนผัง 4 การนำ Cab G ไปใช้กับถังกรองในครัวเรือน
ลด กำจัดเหล็ก แมงกานีส หินปูน ในน้ำบาดาล, ผิวดิน



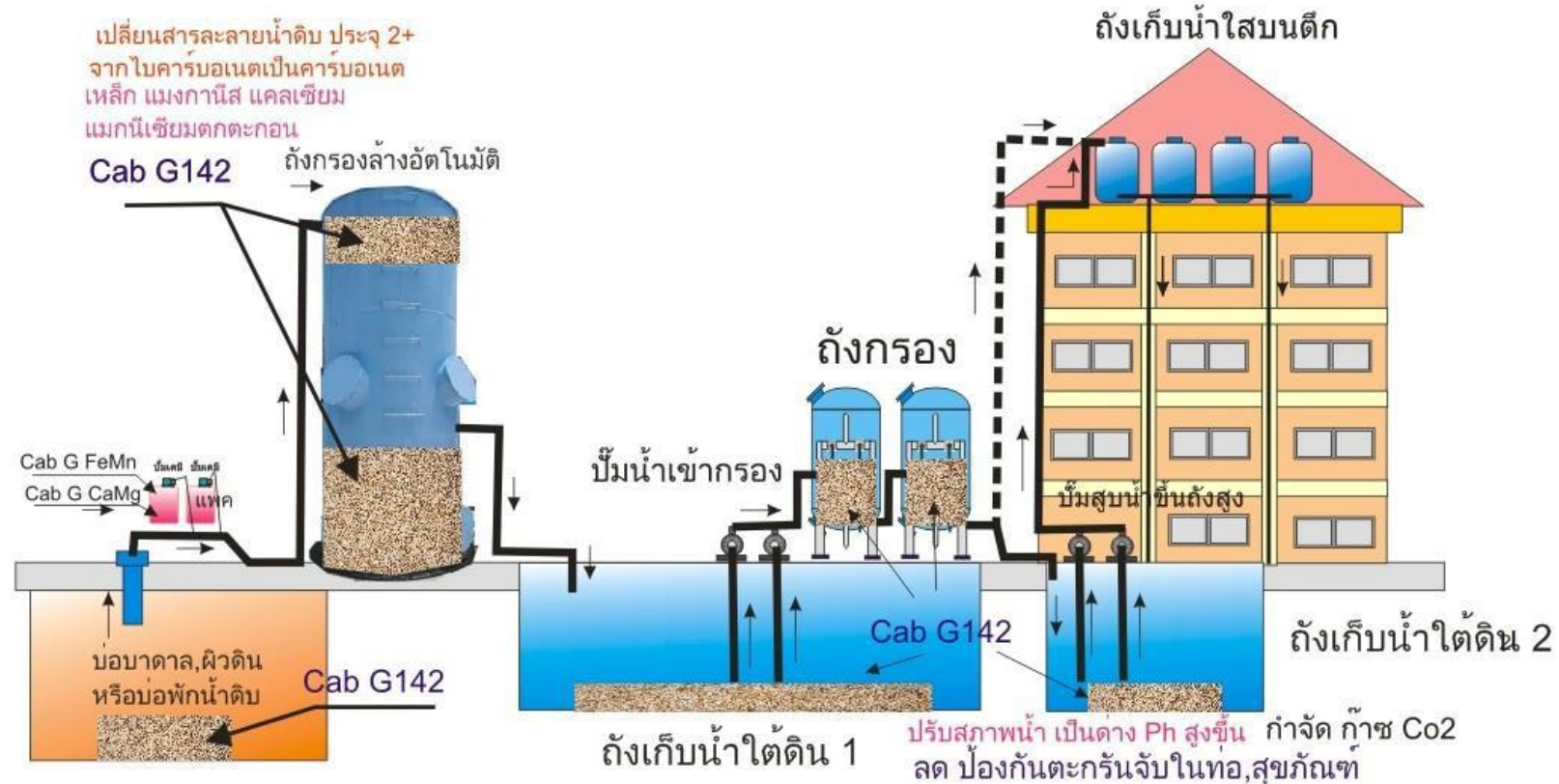
เปลี่ยนสารละลายน้ำดิบ ประจุ 2+
จากไบคาร์บอเนตเป็นคาร์บอเนต

เหล็ก แมงกานีส แคลเซียม
แมกนีเซียมตกตะกอน

ปรับสภาพน้ำ เป็นด่าง Ph สูงขึ้น
กำจัด ก๊าซ Co2

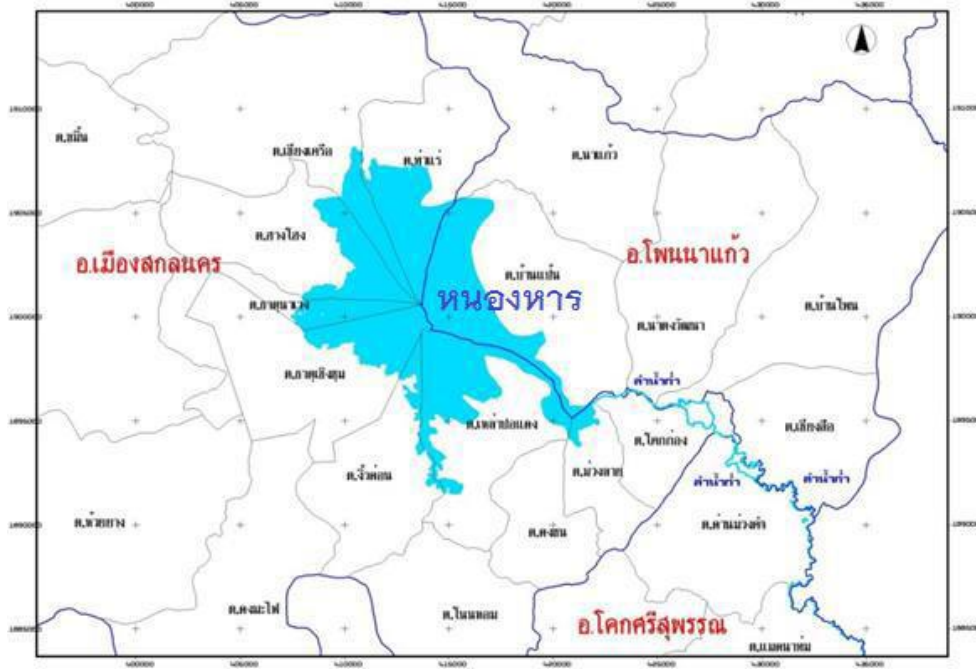
การแก้ปัญหาคูณภาพน้ำบาดาล

แผนผัง 5 การนำ Cab G ไปใช้ในโรงแรม รีสอร์ท โรงพยาบาล
ลด กำจัดเหล็ก แมงกานีส หินปูน ในน้ำบาดาล, ผิวดิน



ตัวอย่างการศึกษาด้านระบบประปาหมู่บ้าน

เก็บตัวอย่างน้ำประปาภายในเขตพื้นที่รอบหนอง
 หาร จังหวัดสกลนคร ทั้งหมด 33 หมู่บ้าน



ตัวอย่างการศึกษาด้านระบบประปาหมู่บ้าน

การเก็บข้อมูลด้านระบบประปาหมู่บ้าน
เพื่อการพัฒนาและสร้างต้นแบบ



ตัวอย่างการศึกษาด้านระบบประปาหมู่บ้าน

การตรวจสอบคลอรีนอิสระคงเหลือในระบบน้ำประปา
หมู่บ้าน ตำบลเชียงเครือ จังหวัดสกลนคร



แลกเปลี่ยนเรียนรู้

“การจัดการคุณภาพน้ำบริโภคสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน”

