



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดกรองน้ำอย่างง่ายในครัวเรือนสำหรับกำจัดสนิมเหล็กและความกระด้าง
ถาวรของระบบน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อการอุปโภคและบริโภค

Homemade Water Filtration for Removal of Iron and Permanent Hardness
from Tap Water System for using Consume and Consumption

วรวิทย์ จันท์สุวรรณ
สุพัตรา จันท์สุวรรณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายจ่าย
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2558

ชื่อเรื่อง : ชุดกรองน้ำอย่างง่ายในครัวเรือนสำหรับกำจัดสนิมเหล็กและความกระด้างถาวรของระบบน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อการอุปโภคและบริโภค

ผู้วิจัย : วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ และ สุพัตรา จันทร์สุวรรณ

พ.ศ. : 2558

บทคัดย่อ

การดำเนินการวิจัยเพื่อประเมินคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้เป็นระบบน้ำประปาหมู่บ้านโดยไม่มี การบำบัดก่อนส่งจ่ายไปยังครัวเรือน ในอำเภอสามชุก อำเภอหนองหญ้าไซและอำเภอดำเนินสะดวก รวม 88 ตัวอย่าง ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้านที่ผลิตจากน้ำบาดาลช่วงเดือน มิถุนายน 2557 และช่วงเดือนมกราคม 2558 พบว่าดัชนีที่ดำเนินการตรวจสอบอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐาน โดยค่า pH อยู่ในช่วง 7.0 - 9.2 ความกระด้างทั้งหมดอยู่ในช่วง 110 - 590 mg/L as CaCO₃ ความเข้มข้นของแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.08 - 0.88 mg/L เหล็กอยู่ในช่วง nd - 1.88 mg/L ตะกั่วอยู่ในช่วง nd - 0.07 mg/L และแคดเมียมมีค่าต่ำกว่าความสามารถของเครื่องมือ วิเคราะห์ได้ จากผลดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่าความกระด้างรวมทั้งที่ตรวจพบในน้ำประปาหมู่บ้านอยู่ใน ระดับสูง บางตัวอย่างมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่อนุโลมตามประกาศกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การปนเปื้อนของแมงกานีสและเหล็กพบว่ามีค่าเกินกว่าเกณฑ์ มาตรฐานอนุโลมเกือบทุกพื้นที่ ส่วนตะกั่วตรวจพบในบางพื้นที่ เครื่องกรองน้ำต้นแบบในงานวิจัย นี้ได้ปรับปรุงจากเครื่องกรองน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคของสำนักเทคโนโลยีชุมชน กรม วิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้เหมาะสมกับการผลิตด้วยตัวเอง และการบำรุงรักษา พบว่าเครื่องกรองน้ำสามารถกำจัดความกระด้างรวมได้ทั้งหมด โดย ประสิทธิภาพของสารกรองเรซินขึ้นขึ้นอยู่กับปริมาณความกระด้างและปริมาณน้ำที่ใช้ การฟื้นฟู ประสิทธิภาพของสารกรองเรซินด้วยน้ำเกลือเป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวก ซึ่งผู้ใช้งานสามารถ ดำเนินการได้เอง

Title : Homemade water filtration for removal of iron and permanent hardness from tap water system for using consume and consumption

Researchers : Woravith Chansuvarn and Supattra Chansuvarn

Year : 2014

ABSTRACT

The objective of this research was to determine and estimate the quality of ground water for producing village-tap water without pre-treatment in 3 districts, Samchuk, Nongyasai and Dermbangnangbuat districts, Suphanburi province. Village-tap water was collected from 88 boreholes covered 17 sub-districts in June 2014 and January 2015 using standard method and then correctly preserved before analysis process. The result showed that pH conducted in field using pH meter found in the range 7.0 to 9.2. Total hardness was found in the range of 110 to 590 mg/L as CaCO₃. The concentration of Mn, Fe, Pb was found in the range of 0.08 - 0.88 mg/L, nd - 1.88 mg/L and nd - 0.07 mg/L, respectively. The concentration of Cd was to be non-detectable for all samples. The result found that total hardness was found higher value than standard quality water according to publish by Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand. The contamination of Mn and Fe in some samples was higher value than maximum allowable concentration. The problem of Fe contamination can extremely affect to physical properties of quality water. The production of household-water filtration in this work was modified from Bureau of Community Technology, Department of Science Service, Ministry of Science and Technology. The technology communication of the production household-water filtration was conducted by workshop procedure. The production household-water filtration was conducted step-by-step. All participants can produce the household-water filtration by themselves.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย จากงบประมาณรายจ่าย ประจำปี พ.ศ. 2558 ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์เครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์ต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ อิ่มยิ้ม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์เครื่องมือวิเคราะห์และคำแนะนำ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณนายอรุณ คงแก้ว นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการผลิตเครื่องกรองน้ำต้นแบบ จนนำไปการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเครื่องกรองน้ำครัวเรือนได้สำเร็จ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน พี่ และน้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหাজนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ

นางสาวสุพัตรา จันทร์สุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 น้ำประปา	4
2.2 น้ำบาดาล	4
2.3 การผลิตน้ำประปา	13
2.4 ระบบประปาน้ำบาดาล	15
2.5 ระบบประปาหมู่บ้าน	17
2.6 การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล	20
2.7 ระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น	28
2.8 กฎหมายน้ำบาดาล	29
2.9 เครื่องกรองน้ำดื่ม	33
2.10 ข้อมูลทั่วไปจังหวัดสุพรรณบุรี	37
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	
3.1 พื้นที่ดำเนินการเก็บตัวอย่าง	49
3.2 เครื่องมือ (apparatus) และวัสดุ	50
3.3 สารเคมี	50
3.4 วิธีการทดลอง	50
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล	54
4.2 เครื่องกรองน้ำดื่มแบบ	57

4.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเครื่องกรองน้ำครัวเรือน	72
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล	80
เอกสารอ้างอิง	82
ภาคผนวก	84

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แหล่งน้ำใต้ดินประเภทแบบปิดและแบบเปิด	6
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา	14
รูปที่ 2.3 การผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (ก) แบบผิวดิน และ (ข) ระบบประปาบาดาล	14
รูปที่ 2.4 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาล	15
รูปที่ 2.5 ประปาแบบสูบจ่ายตรง	16
รูปที่ 2.6 ประปาแบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ	17
รูปที่ 2.7 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดเล็ก	18
รูปที่ 2.8 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดกลาง	18
รูปที่ 2.9 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดใหญ่	19
รูปที่ 2.10 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดใหญ่มาก	20
รูปที่ 2.11 ระบบเติมอากาศเพื่อกำจัดเหล็กและแมงกานีสแบบเครื่องเติมอากาศ	21
รูปที่ 2.12 การกรองแบบกรองช้า (slow sand filter)	22
รูปที่ 2.13 การกรองแบบกรองเร็ว (rapid sand filter)	23
รูปที่ 2.14 แสดง (ก) เรซินแบบกรด และ (ข) การแลกเปลี่ยนไอออน	27
รูปที่ 2.15 เครื่องกรองน้ำชนิดสแตนเลส (ก) แบบสองท่อ และ (ข) แบบสามท่อ	35
รูปที่ 2.16 รูปแบบเครื่องกรองน้ำที่วางจำหน่ายทั่วไป	35
รูปที่ 2.17 พื้นที่การปกครองจังหวัดสุพรรณบุรี	38
ผังรูป 2.18 พื้นที่บริการน้ำประปาทั้งแบบน้ำผิวดินและน้ำบาดาลของการประปา ส่วนภูมิภาคจังหวัดสุพรรณบุรี	39
รูปที่ 3.1 แผนที่การปกครองจังหวัดสุพรรณบุรี	49
รูปที่ 3.2 แบบเครื่องน้ำกรองน้ำต้นแบบ	53
รูปที่ 4.1 แบบเครื่องน้ำกรองน้ำต้นแบบ สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ	57

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การแบ่งประเภทของน้ำตามระดับความกระด้าง	9
ตารางที่ 2.2 เกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคกรมอนามัย	11
ตารางที่ 2.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค	12
ตารางที่ 2.4 จำนวนหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ และเทศบาลในแต่ละอำเภอ	37
ตารางที่ 2.5 พื้นที่บริการน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดสุพรรณบุรี	40
ตารางที่ 3.1 จำนวนตัวอย่างของการเก็บตัวอย่าง	51
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล ช่วงเดือน มิถุนายน 2557	55
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล ช่วงเดือน มกราคม 2558	56
ตารางที่ 4.3 งบประมาณการทำเครื่องกรองน้ำต่อ 1 เครื่อง (ราคาโดยประมาณ)	79

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมากในทุกระดับ การดำรงชีวิตของมนุษย์ต้องอาศัยน้ำเป็นสำคัญโดยเฉพาะการอุปโภค บริโภค ดังนั้นการจัดบริการน้ำสะอาดในชุมชน หรือพื้นที่ห่างไกล จึงเป็นบทบาทและหน้าที่หนึ่งซึ่งรัฐจะต้องส่งเสริมให้ประชาชนมีน้ำสะอาดเพื่อเป็นน้ำดื่มและน้ำใช้ได้อย่างเพียงพออย่างเหมาะสม ชุมชนแต่ละแห่งอาจมีความพร้อมในการจัดการน้ำอุปโภคและบริโภคที่แตกต่างกัน บางพื้นที่มีข้อจำกัดในการจัดการน้ำสะอาดสำหรับอุปโภคและบริโภค สาเหตุอาจเกิดจากข้อจำกัดในพื้นที่ คุณลักษณะทางธรณี หรืองบประมาณของภาครัฐ ปัญหาที่อาจส่งกระทบตามมาของการไม่มีน้ำสะอาดในการอุปโภคและบริโภคอย่างเหมาะสมและเพียงพอ อาจเป็นบ่อเกิดของโรคระบาดและปัญหาทางสุขภาพอนามัยได้

พระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537 มาตรา 68 กำหนดให้องค์การบริหารส่วนตำบล จัดทำกิจการให้มีน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคและการเกษตร และพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ.2496 มาตรา 51 มาตรา 53 และมาตรา 56 กำหนดให้เทศบาลตำบล เทศบาลเมืองและเทศบาลนคร จัดทำกิจการให้มีน้ำสะอาดหรือการประปาเพื่อประชาชน

โดยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ก่อนการปฏิรูประบบราชการมีส่วนราชการในสังกัดกระทรวงต่าง ๆ ได้แก่ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข กรมโยธาธิการ กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท กระทรวงมหาดไทย และกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ปฏิบัติภารกิจในด้านการจัดหาและพัฒนาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะในชนบท เช่น ระบบประปาหมู่บ้าน บ่อน้ำบาดาล บ่อน้ำตื้นและภาชนะเก็บน้ำฝน เป็นต้น สำหรับในเขตเมืองหรือชุมชนขนาดใหญ่ การประปานครหลวงและการประปาส่วนภูมิภาคเป็นหน่วยงานให้บริการน้ำประปาเพื่อการอุปโภคบริโภคในปริมาณที่เพียงพอและถูกสุขลักษณะอนามัย แต่พื้นที่นอกเขตบริการของการประปาส่วนภูมิภาค ปัจจุบันระบบการก่อสร้างและการบริหารจัดการระบบประปาอยู่ภายใต้การดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น แต่ด้วยภารกิจหลาย ๆ ด้านประกอบกับมีบุคลากรน้อย จึงขาดบุคลากรที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ ด้านการบริหารดูแลระบบประปาที่ก่อสร้างขึ้นให้ระบบประปาที่มีอยู่ผลิตน้ำประปาส่งไปยังบ้านประชาชนไม่มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม และด้วยปัญหาขาดการสนับสนุนด้านงบประมาณในการตรวจวิเคราะห์หรือเฝ้าระวังและตรวจสอบคุณภาพน้ำไม่สม่ำเสมอและต่อเนื่อง ระบบประปาขาดการดูแลอย่างเป็น

ระบบ ซึ่งมักพบปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำประปาไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำประปา จากการสำรวจระบบประปาที่ผ่านการรับรองคุณภาพเป็นประปาดื่มได้ไม่พบคลอรีนในระบบประปาหลายพื้นที่ (เชษฐพันธ์, 2542) ในระดับหมู่บ้านหรือชุมชนที่บรอดแวนใกล้เคียงกันการจัดหาน้ำประปาเพื่ออุปโภคและบริโภคนับได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งและจะพบว่าระบบประปาสส่วนใหญ่จะเป็นแบบน้ำบาดาล จากการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาและน้ำบริโภคในครัวเรือนปี 2551-2553 ของกรมอนามัย พบว่าคุณภาพน้ำประปาและน้ำบริโภคส่วนใหญ่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค ซึ่งจะต้องปรับปรุงให้ดีขึ้นเพื่อปกป้องผู้ใช้ น้ำจากเชื้อโรคและสิ่งปนเปื้อนในน้ำที่อาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยได้ ทั้งนี้ข้อมูลจากการเฝ้าระวังโรคของกระทรวงสาธารณสุขพบว่าทุก ๆ ปีมีผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตจากโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ อาทิ โรคอุจจาระร่วง โรคบิด โรคไทฟอยด์และหอนอนพยาธิ ยังเป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศ โดยเฉพาะโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลันยังมีผู้ป่วยในแต่ละปีมากกว่าหนึ่งล้านราย นอกจากนี้ปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนัก เช่นแคดเมียม ปรอท ตะกั่ว เหล็ก เป็นปัญหาที่สำคัญต่อคุณภาพน้ำสำหรับการอุปโภคและบริโภค ซึ่งการปนเปื้อนดังกล่าวอาจเกิดจากหลายสาเหตุเช่น การสะสมของสารเคมีในดินหรือชั้นหินในพื้นที่ทำการเกษตร การใช้ปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืช น้ำทิ้งจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมโดยไม่มีการบำบัด ส่งผลให้เกิดการสะสมในแหล่งดิน หินหรือแหล่งน้ำธรรมชาติและซึมผ่านลงในน้ำบาดาลได้

จากข้อมูลพื้นฐานขององค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) สุพรรณบุรี (องค์การบริหารจังหวัดสุพรรณบุรี, 2556) และการประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดสุพรรณบุรี (2556) มีพื้นที่บริการน้ำประปาทั้งแบบน้ำผิวดินและน้ำบาดาลมีเพียงในเขตอำเภอเมืองสุพรรณบุรี (ครอบคลุม 19 ตำบล), เพียง 2 ตำบลของอำเภอบางปลาม้า, เพียง 1 ตำบลของอำเภออู่ทอง และอีก 1 ตำบลของอำเภอศรีประจันต์เท่านั้น จากพื้นที่ตำบลทั้งสิ้น 110 ตำบล (1,007 หมู่บ้าน) ในขณะที่พื้นที่อื่นนอกเหนือการให้บริการของประปาส่วนภูมิภาคดังกล่าวนั้นอีกประมาณ 90 ตำบล โดยส่วนใหญ่จะใช้ระบบประปามหมู่บ้านหรือประปาชุมชนในแบบน้ำบาดาล บางพื้นที่ประชาชนอาศัยการสูบน้ำจากน้ำผิวดินโดยตรงและยังมีประชาชนอีกจำนวนหนึ่งที่ไม่มีการประปาใช้ โดยยังใช้การสูบน้ำผิวดินหรือน้ำบาดาลขึ้นมาใช้โดยตรง โดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดหรือปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งน้ำบาดาลและน้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำที่นำมาใช้อุปโภคและบริโภคอาจมีการปนเปื้อนของเสียที่มาจาก การเกษตร อุตสาหกรรมและการขยายตัวของชุมชนเมือง ก่อให้เกิดปัญหามลพิษ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน การการสำรวจระบบประปามหมู่บ้านและประปาชุมชนมากกว่าร้อยละ 60 ไม่มีการบวนการในการบำบัดหรือปรับปรุงคุณภาพและไม่มีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อเฝ้าระวังการปนเปื้อนก่อนส่งตามท่อไปให้ประชาชนในชุมชนซึ่งในกรณีดังกล่าวนี้ก็ไม่แตกต่างจากการสูบน้ำดิบขึ้นมาใช้โดยตรง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ครอบคลุมทั้งประเด็นการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำประปาแบบบาดาลโดยสุ่มเก็บระบบประปาที่ไม่มีการบำบัดหรือระบบปรับปรุงคุณภาพ เพื่อ

ประเมินถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน แล้วจึงพัฒนาวิจัยหรือนำองค์ความรู้ที่มีการรายงานที่สนับสนุนในการผลิตอุปกรณ์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปามาพัฒนาปรับปรุงเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีและสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยบริการให้ห้องค์ความรู้จากผลงานวิจัยและบริการชุมชนทั้งในระดับครัวเรือนหรือหมู่บ้านหรือชุมชนในการสร้าง ประดิษฐ์วัสดุสำหรับใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในครัวเรือนในราคาไม่แพง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อตรวจวิเคราะห์สมบัติทางเคมีต่อคุณภาพน้ำบาดาลสำหรับใช้เป็นน้ำประปาของหมู่บ้านหรือชุมชน
2. เพื่อพัฒนาวิจัยและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลตามความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำประปา

น้ำประปา หมายถึง น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตตามระบบการผลิตน้ำประปา โดยระดับคุณภาพต่างสารที่ใช้อุปโภค บริโภค โดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย

แหล่งน้ำดิบ หมายถึง แหล่งน้ำสำหรับใช้ทำน้ำประปา โดยชนิดของแหล่งน้ำดิบสำหรับใช้ทำน้ำประปามี 2 ประเภท คือ

- 1) น้ำผิวดิน เช่น ห้วย หนอง คลอง บึงและแม่น้ำ
- 2) น้ำใต้ดิน (ground water) หรือ น้ำบาดาล เป็นแหล่งน้ำที่อยู่ใต้พื้นดิน เป็นแหล่งน้ำสำคัญที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา

2.2 น้ำบาดาล

น้ำบาดาล เป็นน้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่าง รอยแตกหรือโพรงของหินวัตถุตัวกลางหรือชั้นหินที่กักเก็บน้ำ เรียกว่า ชั้นหินอุ้มน้ำ (aquifer) ลักษณะของน้ำบาดาลจะกักเก็บอยู่ในชั้นน้ำที่อิ่มตัวตลอดเวลาและโดยทั่วไปจะมีปริมาณมากกว่าน้ำในดิน (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2548) รวมถึงธารน้ำใต้ดิน หรือน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นดิน แล้วน้ำบางส่วนจะถูกพืชดูดไว้ บางส่วนไหลลงสู่แม่น้ำ ลำธาร หรือทะเล กลายเป็นน้ำผิวดิน และบางส่วนไหลซึมลึกลงไปใต้ดิน น้ำที่ซึมลงใต้ดินนี้บางส่วนจะถูกพืชดูดซึมไปใช้ และบางส่วนจะซึมลึกลงไปด้วยแรงดึงดูดของโลก น้ำส่วนนี้จะไหลผ่านช่องว่างของดินชั้นต่าง ๆ จนถึงชั้นใต้ดิน ซึ่งน้ำซึมผ่านไปไม่ได้ ในทางกฎหมายน้ำบาดาล ตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 กำหนดไว้ว่า น้ำบาดาล หมายความว่าน้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวด ททราย หรือหินที่อยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกไม่น้อยกว่า 10 เมตร

น้ำบาดาลอุดมไปด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ เช่นแร่เหล็ก (iron) คาร์บอเนต (carbonate) แมงกานีส (manganese) สังกะสี (zinc) แต่บางที่อาจจะมีซัลเฟต (sulfate) สูงมากหากนำมาใช้ผลิตน้ำประปาโดยไม่ผ่านการกำจัดจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคได้ โดยทั่วไปน้ำบาดาลเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากสารแขวนลอย สารอินทรีย์เคมี และเชื้อโรคต่าง ๆ ไม่มีกลิ่นที่รบกวนใจ แต่ขณะที่ไหลผ่านไปตามชั้นดินหรือชั้นหิน อาจจะมีแร่ธาตุเข้ามาปะปน รวมทั้งถูกปนเปื้อนด้วยน้ำที่มีคุณภาพด้อยกว่า ทำให้คุณภาพของน้ำบาดาลมีสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการอุปโภคและบริโภค ดังนั้นกำเนิดของน้ำบาดาลจำแนกออกเป็น 3 แหล่งคือ

1) น้ำจากบรรยากาศ (meteoric water) ได้แก่ ฝน น้ำค้าง ลูกเห็บ และหิมะ น้ำเหล่านี้เมื่อตกลงสู่พื้นโลก บางส่วนจะไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ หรือมหาสมุทร กลายเป็นน้ำผิวดิน แต่บางส่วนจะไหลลงใต้ดินและถูกกักเก็บไว้ในดินและหินเกิดเป็นน้ำใต้ดิน

2) น้ำบาดาลที่มาจากการเย็นตัวของหินหลอมเหลว (juvenile Water) ภายใต้ผิวโลกวัตถุหลอมเหลวต่าง ๆ ที่อยู่ภายใต้เปลือกโลกประกอบไปด้วยก๊าซ และไอน้ำปริมาณมากมาย เมื่อหินอัคนีมีการเย็นตัวลงไอน้ำต่าง ๆ จะกลายเป็นน้ำ ในขณะที่แร่ต่าง ๆ มีการตกผลึก น้ำจะแทรกตัวตามรอยต่อ โพรงอากาศ และช่องว่างของหินแร่ต่าง ๆ

3) น้ำบาดาลที่เกิดขึ้นพร้อมกับการกำเนิดของหินชั้น (connate Water) ในขณะที่แร่ธาตุต่าง ๆ เกิดการตกตะกอนและแข็งตัวกลายเป็นหินในที่สุด น้ำจะเกิดการขังตัวหรือแทรกตัวตามรูพรุนที่อยู่ในเนื้อหิน เช่น น้ำบาดาลที่เกิดขึ้นในชั้นกรวดทราย ในบริเวณลุ่มแม่น้ำต่าง ๆ ในขณะที่น้ำพัดพาเอาตะกอนต่าง ๆ ไปทับถมกัน เช่น ชั้นน้ำที่ได้จากทางน้ำเก่า เป็นต้น

2.2.1 ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน

ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน แบ่งออกเป็นเขตน้ำใต้ดินเป็นสองเขต คือ เขตมีอากาศแทรกในชั้นหิน และเขตอิมตัว

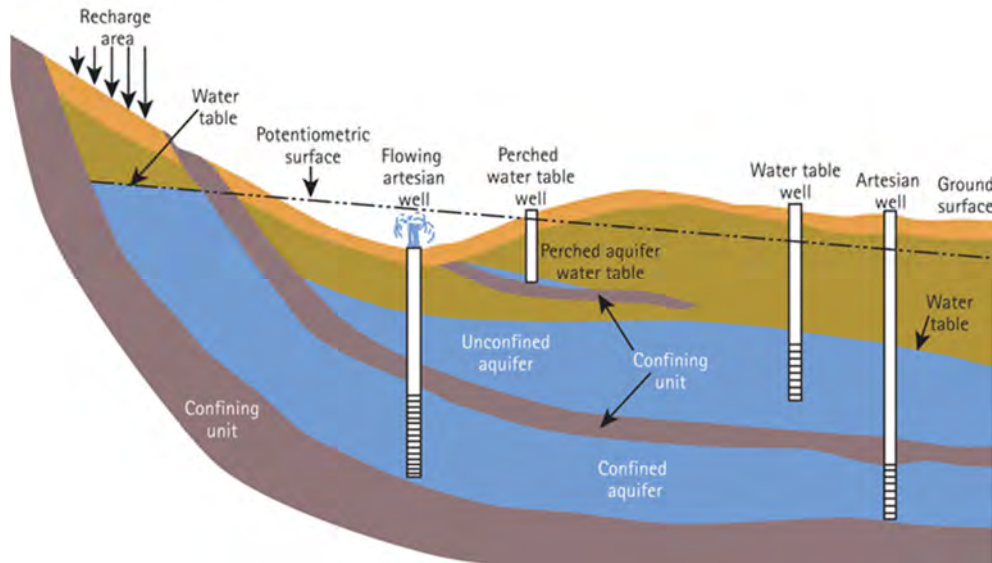
1) เขตที่มีอากาศแทรกในชั้นหิน (aeration zone) เป็นเขตที่ปริมาณของน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ผิวดินในระดับตื้น ระดับน้ำจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เช่น ฤดูแล้งระดับน้ำจะลึกกว่าฤดูฝน จัดเป็นประเภทชั้นให้น้ำแบบเปิด (unconfined aquifers) เขตนี้เป็นตอนที่น้ำจากผิวดินไหลผ่านลงสู่เบื้องล่าง โดยเขตนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 เขตย่อย คือ

1.1) เขตความชื้นในดิน (belt of soil moisture) ซึ่งเป็นบริเวณที่รากพืชหยั่งราก และสามารถดูดซึมน้ำไปใช้ได้ โดยพืชดูดซึมน้ำความชื้นจากดิน แล้วปล่อยให้ระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ หรือบางครั้งความชื้นในดินจะระเหยสู่บรรยากาศโดยตรง เขตชั้นกลาง อยู่ระหว่างเขตความชื้นในดิน และเขตน้ำซึม น้ำในเขตนี้จะเกาะ ดินด้วยแรงดึงดูดระหว่างอนุภาค จึงมีการเคลื่อนไหวของน้ำน้อยมาก เว้นแต่ในระยะที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ช่วงกลางจึงเป็นทางผ่านของน้ำไปสู่เขตที่ลึกกว่า

1.2) เขตน้ำซึม (capillary fringe) เป็นบริเวณที่ได้รับน้ำจากเขตอิมตัวมีความหนาตั้งแต่ 2-3 เซนติเมตร ถึง 2-3 เมตร ลักษณะคล้ายกระดาษซับน้ำที่จะมีน้ำจากเขตที่อยู่เบื้องล่างซึมขึ้นมาตามแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของดินหรือหินกับน้ำ

1.3) เขตอิมตัว (zone of saturation) เป็นเขตที่มีน้ำใต้ดินขังอยู่เต็มทุกช่องว่างในเนื้อดิน เรียกน้ำในเขตนี้ว่าเป็นน้ำใต้ดิน โดยยึดระดับบนสุดของระดับน้ำ ณ เขตนี้เป็นระดับน้ำใต้ดิน โดยชั้นดินหรือชั้นหินที่มีปริมาณน้ำมากจนอิมตัวและมีปริมาณมากพอที่พืชสามารถนำขึ้นมาใช้ได้ ชั้นให้น้ำในเขตอิมตัวนี้เราเรียกว่า ชั้นให้น้ำแบบปิด (confined aquifers) มักอยู่ในระดับลึก มีชั้นหินหนาปิดปก

คลุมด้านบนไว้ ทำให้น้ำในชั้นนี้มีความดัน มลพิษจากพื้นดินไม่สามารถปนเปื้อนลงไปได้ แต่อาจมีแร่ธาตุบางอย่างปะปนอยู่ ชั้นให้น้ำแบบปิดนี้อาจมีหลายชั้นสลับกันไป



รูปที่ 2.1 แหล่งน้ำใต้ดินประเภทแบบปิดและแบบเปิด

ที่มา: <http://www.ngwa.org/fundamentals/use/pages/groundwater-facts.aspx>

ระดับน้ำใต้ดิน (water table) คือผิวบนของเขตอิ่มน้ำ หมายถึงระดับของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมน้ำใต้ดินที่ไม่อาจซึมต่อไปได้ แต่ระดับน้ำใต้ดินจะไม่คงที่แน่นอน สามารถมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาล เช่น ในบริเวณภูเขาที่มีฝนตกสม่ำเสมอ ระดับน้ำใต้ดินอาจอยู่ลึก 2-3 เมตร ถึงหลายร้อยเมตรใต้ผิวดิน ส่วนในแถบภูมิอากาศร้อนและแห้งแล้งที่มีฝนตกน้อยและมีการระเหยกลายเป็นไอน้ำ ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึกมาก ส่วนบริเวณใกล้ลำธารแม่น้ำ ทะเลสาบหรือแหล่งน้ำอื่นๆ ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ใกล้ผิวดินมาก และระดับน้ำใต้ดินจะลาดเอียงใกล้แหล่งน้ำที่อยู่ใกล้มาก

2.2.2 คุณสมบัติของน้ำบาดาล

น้ำบาดาลเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นผิวดินแล้วไหลซึมลงไปกักเก็บตามรอยแตก รอยแยกของชั้นดินชั้นหิน ขณะที่ไหลผ่านชั้นดินชั้นหินจะละลายแร่ธาตุต่างๆ จึงทำให้น้ำบาดาลมีปริมาณแร่ธาตุแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ แร่ธาตุที่ละลายในน้ำเหล่านี้จะแตกตัวเป็นธาตุที่มีประจุไฟฟ้าเรียกว่าไอออน มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า ถ้ามีสารละลายอยู่มากก็จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูง น้ำบาดาลแม้ว่าจะมีแร่ธาตุละลายอยู่ แต่ก็จัดว่าเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค หรือมีเชื้อโรคน้อยกว่าน้ำผิวดิน เพราะได้ผ่านการกรองจากธรรมชาติหลายชั้นและอยู่ลึกลงไปจากผิวดิน จึงมีการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้ยากกว่า แร่ธาตุบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำบาดาลหากมีปริมาณมากเกินไปก็ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคจะต้องกำจัดออก เพราะน้ำที่เห็นว่ามีใส

สะอาด อาจเจ็บปด้วยธาตุที่เป็นโทษต่อร่างกายได้ ดังนั้นก่อนที่จะนำไปใช้บริโภคต้องผ่านการตรวจวิเคราะห์ ตามคุณลักษณะของน้ำบาดาล 4 คุณลักษณะ ดังนี้

1) คุณลักษณะทางกายภาพ

คุณลักษณะทางกายภาพเป็นลักษณะทั่วไปที่สามารถสังเกตได้ เช่น ดูด้วยตา ตมกลิ่น ชิมรส แต่บางลักษณะต้องใช้เครื่องมือในการตรวจวัด ได้แก่ สี ความขุ่น กรด-เบส และการนำไฟฟ้า

กลิ่น (odor) กลิ่นของน้ำเกิดจากพวกสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ แก๊สต่างๆที่ละลายในน้ำ เช่น แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) น้ำเสียของโรงงานต่างๆ ที่มีสารพวกฟีนอล และกลิ่นคลอรีนที่ไล่ลงไปเพื่อฆ่าเชื้อโรค รสของน้ำเกิดจากสารประกอบของเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือสารประกอบของเหล็กที่ละลายปนอยู่

สี (color) สีของน้ำเกิดจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ต่างๆ น้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม หรือน้ำทิ้งของฟาร์มต่างๆ

ความขุ่น (turbidity) ความขุ่นของน้ำเกิดจากพวกสารแขวนลอยต่างๆ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาด ปริมาณ ความกระจัดกระจายของอนุภาคและคุณสมบัติการดูดซึมแสงของสารแขวนลอยเหล่านั้น

2) คุณลักษณะทางเคมี

คุณลักษณะทางเคมี เป็นคุณลักษณะของแร่ธาตุ หรือสารประกอบทางเคมีต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำ มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าต้องใช้วิธีตรวจวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ คุณลักษณะทางเคมีที่สำคัญได้แก่

แคลเซียม (Ca)	ซัลเฟต (SO_4^{2-})
แมกนีเซียม (Mg)	คลอไรด์ (Cl ⁻)
โซเดียม (Na)	คาร์บอเนต (CO_3^{2-})
โพแทสเซียม (K)	ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-)
เหล็ก (Fe)	ฟลูออไรด์ (F ⁻)
แมงกานีส (Mn)	ไนเตรต (NO_3^-)
ทองแดง (Cu)	ความกระด้างทั้งหมด (total hardness as $CaCO_3$)
สังกะสี (Zn)	ความกระด้างถาวร (non-carbonate hardness)
ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (total dissolved solid)	

3) คุณลักษณะทางแบคทีเรีย

เป็นการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำ ได้แก่ Standard Plate count Coliform และ E.coli ซึ่งมักเกิดจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากภายนอกทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร

2.2.3 คุณลักษณะทางเคมีที่เป็นปัญหาต่อคุณภาพน้ำบาดาล

1) เหล็ก (iron, Fe^{2+}/Fe^{3+}) เหล็กถือว่าเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ใช้น้ำ เช่นทำให้น้ำมีสีแดงขุ่น มีกลิ่น เกิดคราบสนิมกับเครื่องสุขภัณฑ์ หรือทำให้เสื้อผ้าเปื้อนและมีตะกอน อุบัติ่นตามท่อต่าง ๆ นอกจากนี้ เหล็กยังเป็นแหล่งอาหารให้กับแบคทีเรียทำให้น้ำมีกลิ่นและรสเป็นที่น่ารังเกียจ (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้กำหนดให้มีเหล็กไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร)

2) คลอไรด์ (chloride, Cl) คลอไรด์ที่อยู่ในรูปของสารประกอบโซเดียมจะทำให้ น้ำมีรสกร่อยหรือเค็ม ถ้าเป็นสารประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียม ทำให้เกิดความกระด้าง คลอไรด์ในน้ำไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมากนัก นอกจากทำให้น้ำมีรสไม่ชวนดื่ม และทำให้เกิดการกัดกร่อนในระบบท่อต่าง ๆ (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้กำหนดให้มีคลอไรด์ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3) ฟลูออไรด์ (fluoride, F) ฟลูออไรด์ปริมาณที่เหมาะสมจะเป็นประโยชน์ต่อฟัน ช่วยป้องกันฟันผุ แต่ถ้าร่างกายได้รับฟลูออไรด์ในปริมาณที่มากเกินไป ติดต่อกันเป็นเวลานาน ตั้งแต่แรกเกิดหรือในระยะเวลาที่กำลังสร้างฟันจะเกิดความผิดปกติกับผิวเคลือบฟันของฟันแท้ที่เรียกว่า ฟันตกกระหรือเกิดความผิดปกติของกระดูก มีกระดูกงอกในตำแหน่งต่าง ๆ จะเกิดความพิการทางโครงสร้างของร่างกาย ถ้าอายุมากขึ้นพิษฟลูออไรด์สะสมมากขึ้นความรุนแรงของโรคก็มากขึ้นด้วย (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้กำหนดให้มีฟลูออไรด์ไม่เกิน 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร)

4) ไนเตรต (nitrate, NO_3) โดยทั่วไปในน้ำบาดาลไม่ควรมีไนเตรตสูง หากพบในปริมาณที่เกินมาตรฐานมักเกิดจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากภายนอกลงสู่บ่อบาดาล เช่น เกิดจากการใช้ปุ๋ย การเนาเปื้อนมูลของซากพืชหรือสิ่งปฏิกูล เป็นต้น น้ำที่มีไนเตรตสูงเกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตรห้ามใช้บริโภค เพราะจะเป็นโทษต่อร่างกายโดยเฉพาะในเด็กเล็กและเป็นสารก่อมะเร็ง (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้มีไนเตรตไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร)

5) ความกระด้างทั้งหมด (total hardness) หมายถึงความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวรรวมกัน ความกระด้างเป็นผลเนื่องมาจาก Ca, Mg ที่ละลายอยู่ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน ไอออนบวกที่ทำให้เกิดความกระด้างได้ คือ Ca, Mg, Fe, Mn, Sr, Na ขณะที่ไอออนลบที่สำคัญ

ได้แก่ HCO_3 , SO_4 , NO_3 , Cl ความกระด้างปกติอยู่ในรูปของ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$

น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำเมื่อทำปฏิกิริยากับสบู่แล้ว ทำให้สบู่เกิดฟองได้ยาก ดังนั้นน้ำที่มีความกระด้างสูงทำให้เปลืองสบู่หรือผงซักฟอกในการซักล้าง เกิดตะกรันในหม้อหรือกาต้มน้ำ ทำให้รู้สึกมีรสเมื่อใช้ดื่ม (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้มีความกระด้างทั้งหมดไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร)

ปฏิกิริยาสำคัญที่ทำให้เกิดความกระด้างจะเริ่มจาก CO_2 ที่ได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินโดยแบคทีเรียต่างๆ ความกระด้างสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. ความกระด้างชั่วคราว (Temporary or Carbonate hardness) หมายถึง ความกระด้างที่อยู่ในรูปของ HCO_3 ความกระด้างชั่วคราวนี้สามารถลดลงได้โดยการต้ม

ข. ความกระด้างถาวร (Permanent or Non-carbonate hardness) หมายถึง ความกระด้างที่อยู่ในรูปของ SO_4^{2-} , Cl , NO_3 ความกระด้างแบบนี้ไม่สามารถที่จะลดลงได้โดยการต้มธรรมดาในการรายงานผลการวิเคราะห์ จะรายงานในรูปของความกระด้างทั้งหมด (Total hardness) ซึ่งก็คือผลรวมของความกระด้างชั่วคราวกับความกระด้างถาวรนั่นเอง ความกระด้างทั้งหมดหาได้จากความสัมพันธ์ของ Ca และ Mg ดังนี้

$$\text{Total hardness (mg/L)} = 2.497 \text{ Ca} + 4.115 \text{ Mg}$$

ตารางที่ 2.1 การแบ่งประเภทของน้ำตามระดับความกระด้าง

ความกระด้าง (mg/L as CaCO_3)	ประเภท
0-75	น้ำอ่อน (soft water)
75-150	น้ำกระด้างปานกลาง (moderately hard water)
150-300	น้ำกระด้าง (hard water)
>300	น้ำกระด้างมาก (very hard water)

6) ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (total dissolved solid) ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ หมายถึงแร่ธาตุและเกลือต่าง ๆ ทุกชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำทั้งที่แตกตัวเป็นสารที่มีประจุและไม่แตกตัว เป็นค่าที่บ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างคร่าว ๆ น้ำที่มีเกลือหรือแร่ธาตุละลายอยู่น้อยจะมีค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ต่ำ (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.2.4 คุณลักษณะที่เป็นพิษ

น้ำบาดาลโดยทั่วไปจะไม่พบสารที่เป็นพิษ หรืออาจพบในปริมาณน้อยมาก น้ำที่มีสารพิษในปริมาณสูง ๆ มักเกิดการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม การทำเหมืองแร่ หรือน้ำพุร้อน สารพิษที่มักปนเปื้อนและก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์และพืช ได้แก่

อาร์เซนิก หรือสารหนู (arsenic, As) เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไม่แสดงอาการทันทีแต่จะสะสมอยู่ในร่างกาย นาน ๆ ไป จะทำให้เกิดเป็นมะเร็งที่ผิวหนัง หรือปอดได้ การปนเปื้อนเกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช การเผาถ่านหิน โรงงานถลุงโลหะ ตะกั่ว ดีบุก นิกเกิล โรงงานฟอกหนัง ปุ๋ยไนโตรเจน โรงงานผสมโลหะตะกั่ว-สังกะสี และทั้งสแตน-โมลิบดีนัม (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้สารหนู ต้องไม่มี)

ปรอท (mercury, Hg) ในน้ำดื่มเกิดอยู่ในรูปของการสะสม ทำให้เกิดอาการทางระบบประสาท ความจำเสื่อม นอนไม่หลับ ประสาทหลอน ปวดตามข้อ ชักกระตุก พิการและถ้าได้รับจำนวนมาก ๆ ทำให้ตายได้ การปนเปื้อนของสารปรอทเกิดจากอุตสาหกรรมประเภท การผลิตแก๊สคลอรีน โซดาไฟ ผลิตเยื่อกระดาษ พลาสติก เกล็ดขี้ผึ้ง สี และหลอมโลหะ (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้ปรอท ต้องไม่มี)

ตะกั่ว (lead, Pb) ถ้าเข้าไปสะสมอยู่ในร่างกาย ทำให้เกิดอาการซีด อ่อนเพลีย ความจำเสื่อม สมองผิดปกติ หากได้รับในปริมาณมากทำให้ชัก หมดสติ และตายได้ การปนเปื้อนของสารตะกั่วเกิดจากการทำเหมือง หรือน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้ตะกั่ว ต้องไม่มี)

ซีลีเนียม (selenium, Se) อันตรายที่เกิดจากซีลีเนียมในคนยังไม่มีหลักฐานยืนยันชัดเจน เพียงแต่สันนิษฐานว่าคนที่บริโภคน้ำและอาหารที่มีซีลีเนียมสูง ทำให้เกิดโรคผิวหนัง ผมหงอก และเล็บผิดปกติ การปนเปื้อนของซีลีเนียมเกิดจากอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมแก้ว เซรามิก และเหล็กกล้า (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้ซีลีเนียม ต้องไม่มี)

แคดเมียม (cadmium, Cd) อันตรายจากแคดเมียมทำให้จมูก คออักเสบ หายใจขัด ปวดบวม และตายได้ การปนเปื้อนของแคดเมียมเกิดจาก อุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ การผลิตสี พลาสติก พี.วี.ซี. เซรามิก ฟิล์มถ่ายรูป โลหะอัลลอยด์ และโรงงานผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้แคดเมียม ต้องไม่มี)

ไซยาไนด์ (cyanide, CN) การได้รับไซยาไนด์จำนวนมาก ทำให้ตายได้อย่างเฉียบพลัน การปนเปื้อนของไซยาไนด์เกิดจาก อุตสาหกรรม การผลิตยาฆ่าแมลง ยาฆ่าหนู การชุบ และเคลือบโลหะ เหมือนแยกแร่เงิน และทอง (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ กำหนดให้ไซยาไนด์ต้องไม่มี)

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคกรมอนามัย

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าที่กำหนด
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5-8.5
ความขุ่น (turbidity)	เอ็นทียู	ไม่เกิน 10
สี (color)	แพลตตินัมโคบอลท์	ไม่เกิน 15
สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (TDS)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1,000
ความกระด้าง (hardness)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 500
ซัลเฟต (SO ₄ ²⁻)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 250
คลอไรด์ (Cl)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 250
ไนเตรท (NO ₃)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 50
ฟลูออไรด์ (F)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.7
เหล็ก (Fe)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.5
แมงกานีส (Mn)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.3
ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1.0
สังกะสี (Zn)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 3.0
ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.03
โครเมียม (Cr)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.05
แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.003
สารหนู (As)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.01
ปรอท (Hg)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.001
แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม	MPN/100 มล	ต้องตรวจไม่พบ
แบคทีเรียประเภทฟิคัลโคลิฟอร์ม	MPN/100 มล	ต้องตรวจไม่พบ

ประกาศกรมอนามัย ณ 29 กุมภาพันธ์ 2543

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน		
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด	
ทางกายภาพ	1.สี (color)	pt-Co	5	15	
	2.ความขุ่น (turbidity)		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 ²⁻)	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.ชม.	ไม่เกินกว่า 500	-	
	22.แบคทีเรียที่ตรวจพบโดยวิธี most probable number (MPN)	MPN/100 mL	น้อยกว่า 2.2	-	
	23.อี.โคไล (E.coli)	-	ต้องไม่มีเลย	-	

2.3 การผลิตน้ำประปา

น้ำประปาเป็นน้ำที่ผ่านขบวนการต่าง ๆ มากมาย มีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอนและต้องมีการลงทุนสูงมาก (การประปาส่วนภูมิภาค, 2556) ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อลำเลียงเข้าสู่ระบบผลิต ซึ่งน้ำดิบที่สามารถนำมาผลิตน้ำประปาได้นั้น ต้องเป็นน้ำที่ไม่มีสี ไม่มีรส ไม่มีสิ่งสกปรกโสโครกปนเปื้อนเกินกว่าที่กำหนด ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์ตรวจสอบ

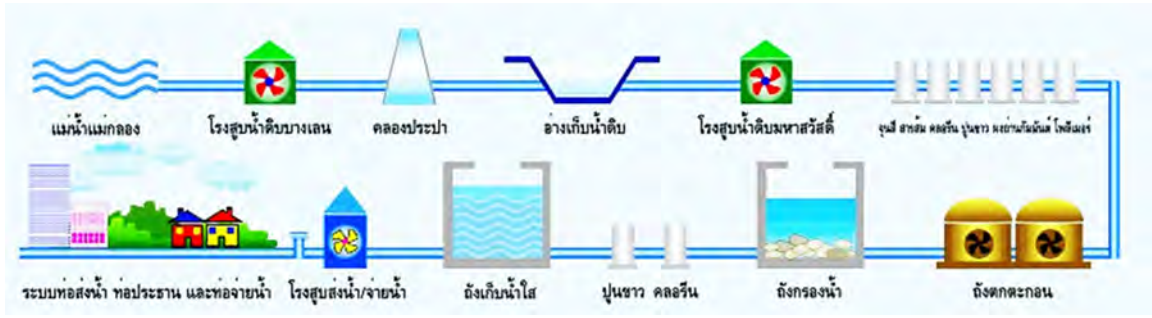
ขั้นตอนที่ 2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบด้วยการผสมด้วยสารเคมี เช่น สารส้มและปูนขาว เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ สารละลายสารส้ม จะช่วยให้มีการตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และสารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้ง การเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำหรือสาหร่ายในน้ำ หรือบางครั้งจะมีการเติมคลอรีน เพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคที่อาจจะปนมากับน้ำ

ขั้นตอนที่ 3 การตกตะกอนในถังตกตะกอนซึ่งจะปล่อยน้ำที่ผสมสารส้มและปูนขาวแล้ว ที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเพื่อให้น้ำกับสารเคมีรวมตัวกัน จะช่วยให้มีการจับตัวของตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และจะนำน้ำเหล่านี้ให้เข้าสู่ถังตกตะกอนที่มีขนาดใหญ่ เพื่อทำให้เกิดน้ำนิ่ง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก จะตกลงสู่ก้นถัง และถูกดูดทิ้งน้ำใสด้านบนจะไหลตามรางรับน้ำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การกรอง โดยใช้ทรายหยาบและทรายละเอียด เพื่อการกรองตะกอนขนาดเล็กมาก ๆ ในน้ำ และให้มีความใสสะอาดมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ น้ำที่ผ่านการกรอง จะมีความใสมากแต่จะมีความขุ่นหลงเหลืออยู่ประมาณ 0.2-2.0 หน่วยความขุ่น และทรายกรองจะมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การกรองมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 5 การฆ่าเชื้อโรค โดยใช้คลอรีน ซึ่งคลอรีนนี้สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี น้ำที่ได้รับการผสมคลอรีนแล้ว น้ำประปาที่ทำการผลิตมาแล้วนั้นจะต้องวิเคราะห์ตรวจสอบอีกและการตรวจสอบนี้จะดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาด ปลอดภัย สำหรับการอุปโภคบริโภค

ขั้นตอนที่ 6 การสูบน้ำจ่าย น้ำประปาให้บริการถึงบ้านเรือนของประชาชนผู้ใช้น้ำโดยส่งผ่านไป ตามเส้นทาง

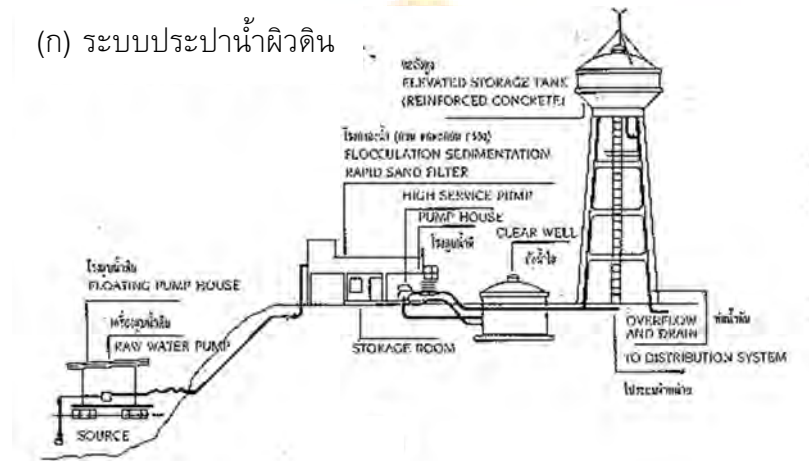


รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

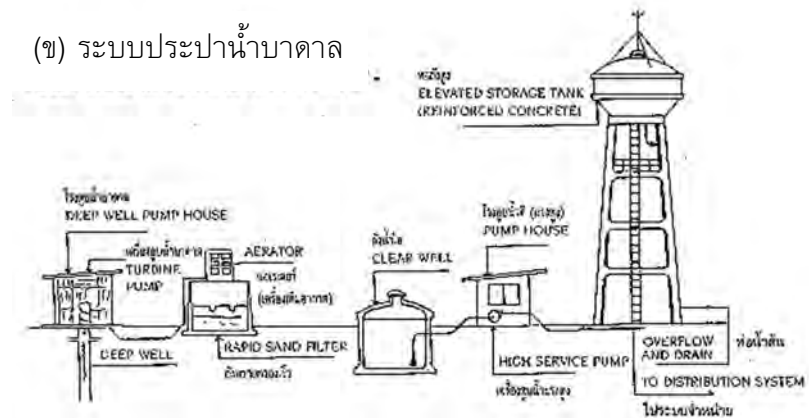
ที่มา: <http://www.pe.eng.ku.ac.th/files/semimar/2010/Group6/howto3.html>

ประเภทของระบบประปา แบ่งตามประเภทของแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับทำน้ำประปาเป็น 2 ประเภทคือ ระบบประปาน้ำผิวดิน และระบบประปาน้ำบาดาล ดังรูปที่ 2.3

(ก) ระบบประปาน้ำผิวดิน



(ข) ระบบประปาน้ำบาดาล

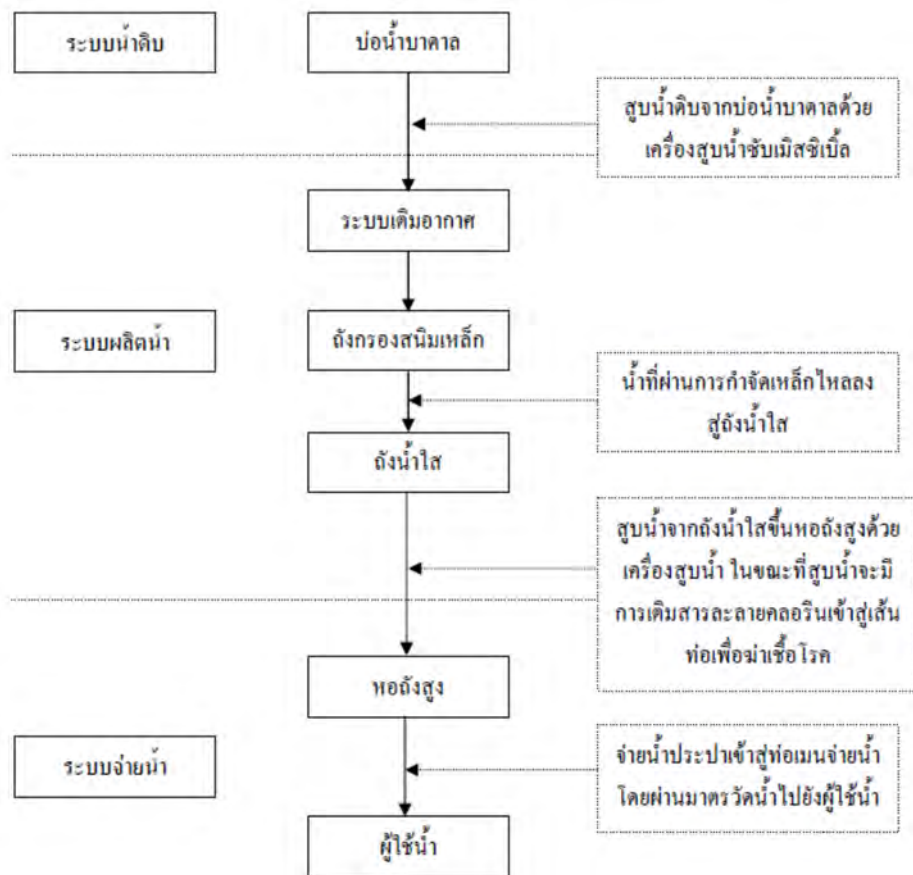


รูปที่ 2.3 การผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (ก) แบบผิวดิน และ (ข) ระบบประปาบาดาล (การประปาส่วนภูมิภาค, 2556)

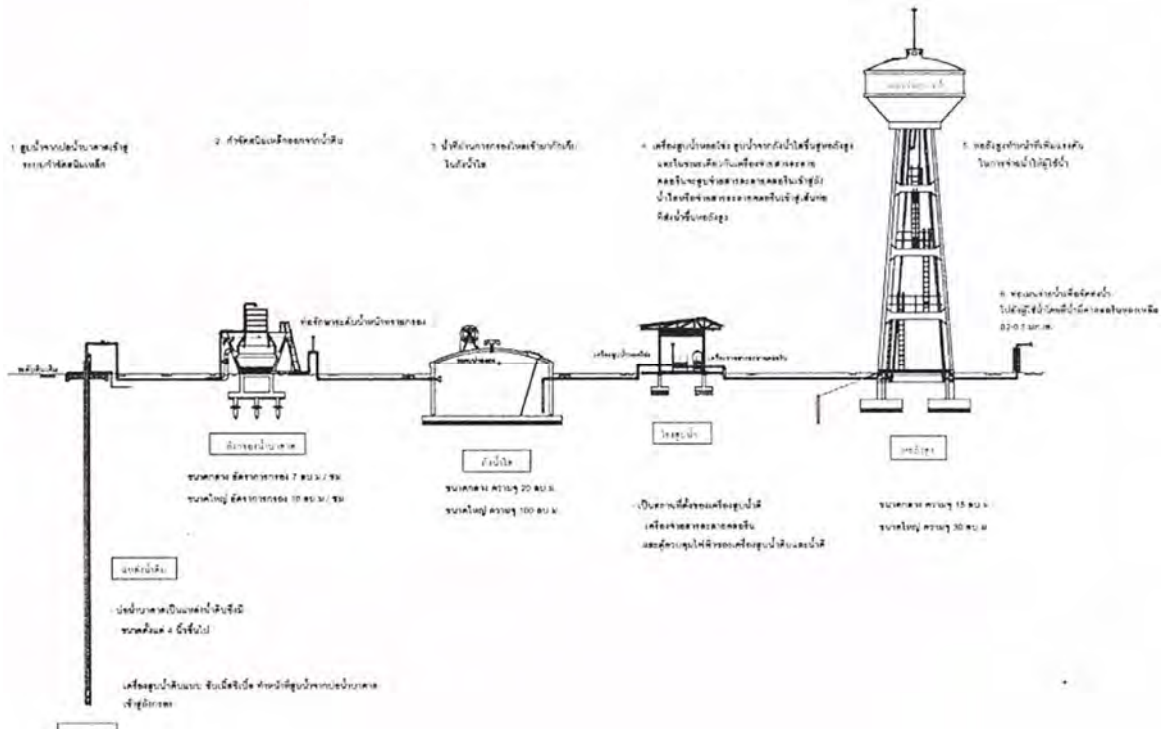
2.4 ระบบประปาหน้าบาดาล

ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาล เป็นระบบประปาที่นำน้ำจากบ่อน้ำบาดาลโดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบซัมมิสซีบีล สูบส่งน้ำผ่านขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพ โดยการเติมอากาศและการกำจัดสนิมเหล็ก นำน้ำที่ผ่านกระบวนการกรองและกำจัดสนิมเหล็กแล้วเก็บเข้าสู่ถังน้ำใส ทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารละลายคลอรีน โดยสูบน้ำส่งสารละลายคลอรีนไปยังถังน้ำใส จากนั้นทำการสูบน้ำจากถังน้ำใสด้วยเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งขึ้นหอถังสูง แล้วจ่ายน้ำสะอาดจากหอถังสูงลงสู่ท่อจ่ายน้ำประปา เพื่อจ่ายน้ำให้แก่ประชาชนในหมู่บ้านได้มีน้ำใช้ในการอุปโภคบริโภค โดยจ่ายน้ำตามท่อผ่านมาตรวัดน้ำ

กรมปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย ได้กำหนดมาตรฐานตัวชี้วัดการจัดบริการระบบน้ำสะอาด องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นมีการกำหนดประเภทของระบบประปาหมู่บ้านที่เหมาะสมกับศักยภาพในแต่ละชุมชนหรือหมู่บ้าน ซึ่งมีสองประเภทหลัก คือ ประปาหมู่บ้านแบบผิวดิน และประปาหมู่บ้านแบบบาดาล และกำหนดมาตรฐานตัวชี้วัดการจัดบริการระบบน้ำสะอาดของระบบประปาหมู่บ้านตามแบบมาตรฐานของสำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังแผนผังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาล



รูปที่ 2.6 ประปาแบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ

2.5 ระบบประปาหมู่บ้าน

ระบบประปาหมู่บ้าน ตามแบบมาตรฐานของกรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบ่งประเภทตามจำนวนผู้ใช้น้ำ

2.5.1 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดเล็ก

ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดเล็ก มีบริเวณพื้นที่ที่จะก่อสร้างประมาณ 15x15 เมตร มีจำนวนผู้ใช้น้ำ 30-50 หลังคาเรือน รูปแบบสิ่งก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดเล็กโดยทั่วไปประกอบด้วย

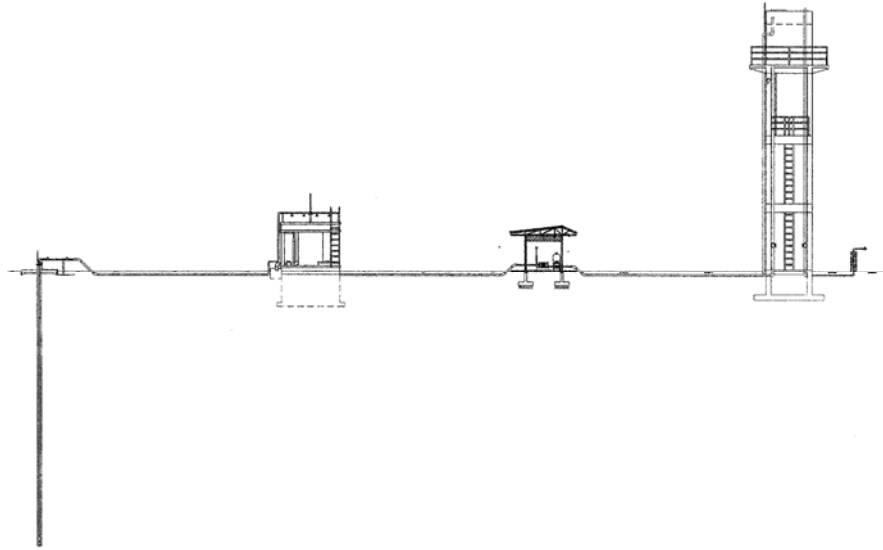
บ่อบาดาลและเครื่องสูบน้ำดีบ

ระบบกรองน้ำบาดาล ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง บนถังน้ำใส ขนาด 14 ลูกบาศก์เมตร

โรงสูบน้ำดีพร้อมเครื่องสูบน้ำดี

หอดังสูง ขนาด 10 ลูกบาศก์เมตร

ระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยสารละลายคลอรีน



รูปที่ 2.7 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดเล็ก

2.5.2 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดกลาง

ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดกลาง มีบริเวณพื้นที่ที่จะก่อสร้างประมาณ 15x15 เมตร มีจำนวนผู้ใช้น้ำ 51-120 หลังคาเรือน รูปแบบสิ่งก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดกลาง โดยทั่วไปประกอบด้วย

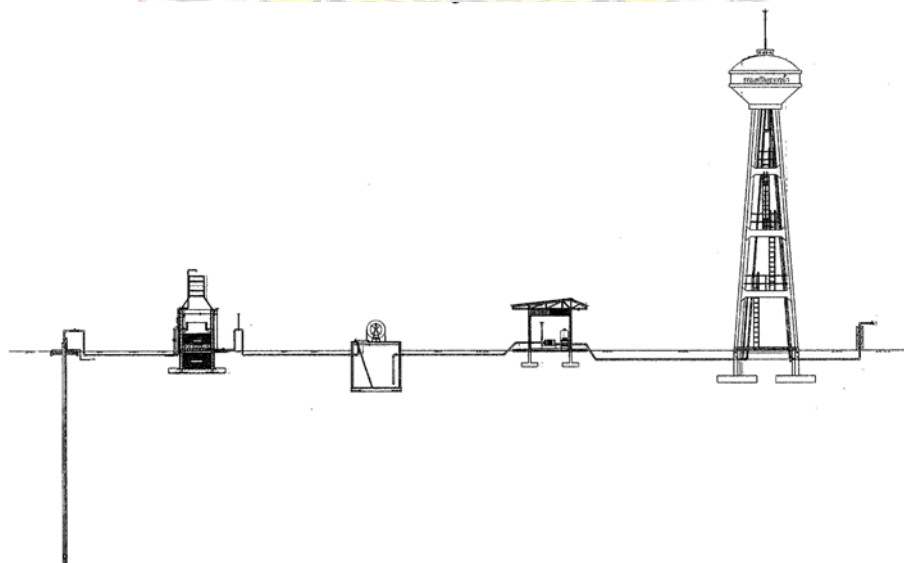
บ่อบาดาลและเครื่องสูบน้ำดิบ

ระบบกรองน้ำบาดาล ขนาด 7 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง บนถังน้ำใสขนาด 20 ลูกบาศก์เมตร

โรงสูบน้ำดีพร้อมเครื่องสูบน้ำดี

หอถังสูง ขนาด 15 ลูกบาศก์เมตร

ระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยสารละลายคลอรีน



รูปที่ 2.8 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดกลาง

2.5.3 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดใหญ่

ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดกลาง มีบริเวณพื้นที่ที่จะก่อสร้างประมาณ 20x20 เมตร มีจำนวนผู้ใช้ น้ำ 121-300 หลังคาเรือน รูปแบบสิ่งก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดใหญ่ โดยทั่วไปประกอบด้วย

บ่อบาดาลและเครื่องสูบน้ำดิบ

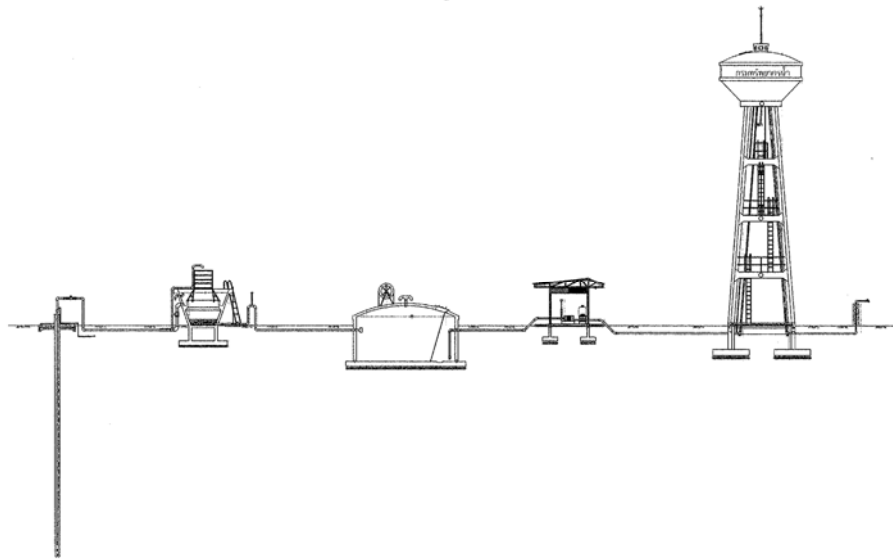
ระบบกรองน้ำบาดาล ขนาด 10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง บนถังน้ำใสขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร

โรงสูบน้ำดีพร้อมเครื่องสูบน้ำดี

หอถังสูง ขนาด 30 ลูกบาศก์เมตร

ระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยสารละลายคลอรีน

ท่อเมนจ่ายน้ำประปา



รูปที่ 2.9 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดใหญ่

2.5.4 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดใหญ่มาก

ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดกลาง มีบริเวณพื้นที่ที่จะก่อสร้างประมาณ 22x22 เมตร มีจำนวนผู้ใช้ น้ำ 301-700 หลังคาเรือน รูปแบบสิ่งก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดใหญ่มาก โดยทั่วไปประกอบด้วย

บ่อบาดาลและเครื่องสูบน้ำดิบ

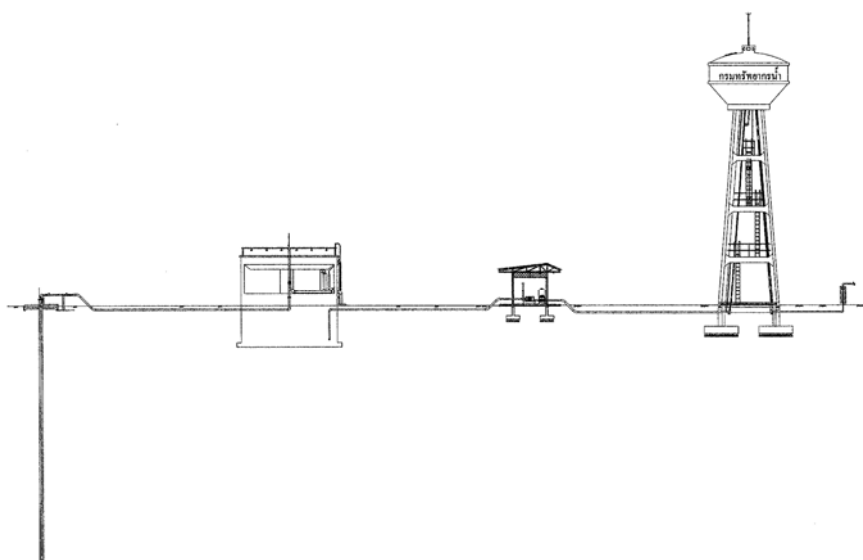
ระบบกรองน้ำบาดาล ขนาด 20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง บนถังน้ำใสขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร

โรงสูบน้ำดีพร้อมเครื่องสูบน้ำดี

หอถังสูง ขนาด 45 ลูกบาศก์เมตร

ระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยสารละลายคลอรีน

ท่อเมนจ่ายน้ำประปา



รูปที่ 2.10 ระบบประปาหมู่บ้านแบบบาดาลขนาดใหญ่

2.6 การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล (ground water treatment) หมายถึงวิธีการที่ทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น โดยการลดหรือกำจัดปริมาณแร่ธาตุที่ละลายในน้ำเพื่อให้เหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

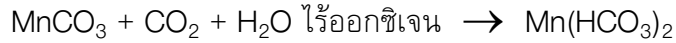
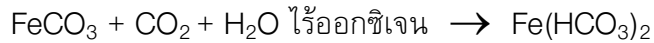
ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในน้ำบาดาลมักจะมีสารปนเปื้อน เช่น มีกลิ่นสนิมเหล็ก แก๊สไซเนาและมักมีสีแดงที่เกิดจากสนิมเหล็กอีกทั้งมีหินปูน แมกนีเซียมรวมทั้งสารอื่นๆ ปะปนอยู่ด้วย ส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของผู้อุปโภค บริโภค ทำให้เกิดโรคต่างๆ สนิมเหล็กเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เครื่องสุขภัณฑ์เกิดคราบสนิมและเสื้อผ้าเปรอะเปื้อน

ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคจึงมีความจำเป็นที่จะต้องกรองสนิมเหล็กและสารปนเปื้อนอื่นๆ ออกจากน้ำนั้นเสียก่อน นอกจากสนิมเหล็กแล้ว ปัญหาความเค็ม ความกระด้าง ไนเตรตและฟลูออไรด์ ส่งผลกระทบเช่นกัน ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลจะพิจารณาจากปัญหาที่พบจากแหล่งน้ำดิบนั้นๆ เป็นสำคัญ ระบบการปรับปรุงคุณภาพมีหลายขั้นตอนและหลายวิธี

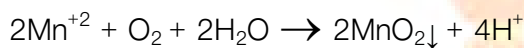
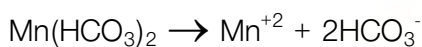
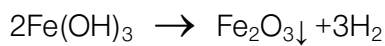
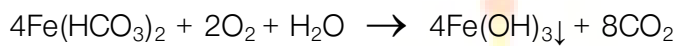
2.6.1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลด้วยระบบเติมอากาศ

ระบบเติมอากาศสามารถเพื่อกำจัดเหล็กและแมกนีเซียม กลิ่น และสารละลายแก๊ส ที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำดิบ เนื่องจากเหล็กและแมกนีเซียมละลายอยู่ในน้ำบาดาลมากกว่าน้ำผิวดิน เพราะว่าน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะอยู่ในสภาวะไร้อากาศ (anaerobic) ทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันของเหล็กและแมกนีเซียมที่อยู่ใต้ดินนั้น มักจะอยู่ในรูป FeCO_3 และ MnCO_3 (เกลือคาร์บอเนต) ซึ่ง

ละลายน้ำได้ไม่มาก เมื่อเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนรูปเป็นเกลือไบคาร์บอเนต จะสามารถละลายน้ำได้มากขึ้น ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

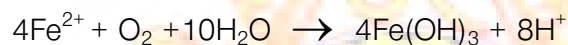


และเมื่อน้ำบาดาลถูกสูบขึ้นมาสู่บรรยากาศ สัมผัสกับออกซิเจนทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดการตกตะกอนดังนี้

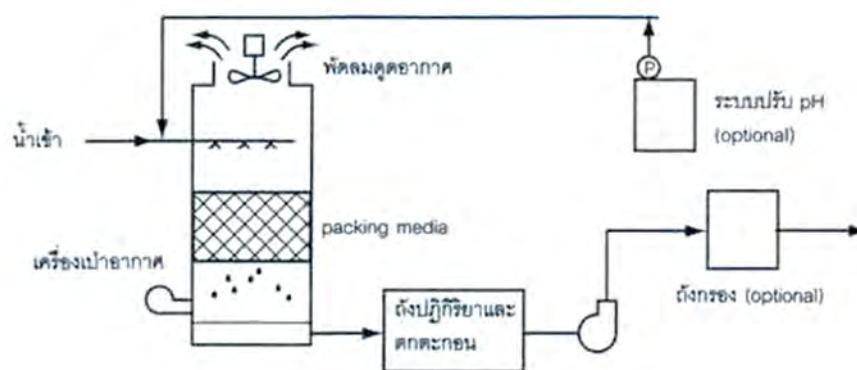


ซึ่ง $\text{Fe}(\text{OH})_3$ และ Fe_2O_3 จะมีสีแดงแบบสนิมเหล็ก ส่วน MnO_2 จะมีลักษณะเป็นตะกอนผงละเอียดสีดำ

การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลด้วยระบบเติมอากาศเพื่อกำจัดเหล็กและแมงกานีส ใช้หลักการปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยอาศัยการเติมอากาศภายนอกที่มีออกซิเจน เข้าไปทำปฏิกิริยากับเหล็ก ในน้ำบาดาลเกิดเป็นสนิมเหล็ก ทำให้ตกเป็นตะกอนลงมา ตามปฏิกิริยาเคมี



ในการออกแบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลด้วยระบบเติมอากาศอาจทำได้แบบหอดเติมอากาศ และแบบเครื่องเติมอากาศ



รูปที่ 2.11 ระบบเติมอากาศเพื่อกำจัดเหล็กและแมงกานีสแบบเครื่องเติมอากาศ

2.6.2 การกำจัดเหล็กและแมงกานีสในน้ำบาดาล

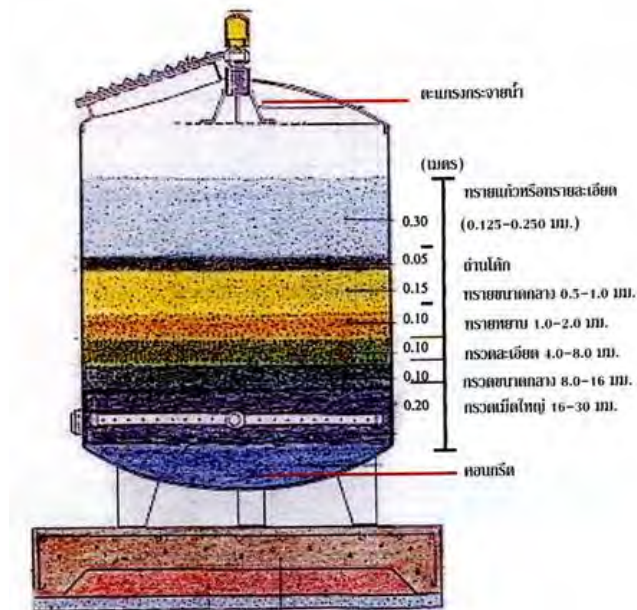
2.6.2.1 การตกตะกอนและกรอง (precipitation and filtration)

1) การกรองแบบกรองช้า (slow sand filter) โดยการเติมอากาศเป็นการกำจัดเหล็ก ปล่อยให้ น้ำไหลลงมาเองน้ำจะไหลผ่านชั้นตะกอนที่มีถ่านโค้กบรรจุอยู่ ซึ่งถ่านโค้กจะเป็นตัวเร่งให้เหล็กตกตะกอนเกาะติดกับถ่านโค้ก เมื่อน้ำผ่านการเติมอากาศแล้ว จากนั้นจะผ่านเครื่องกรองสนิมเหล็กที่มีชั้นถ่าน (ถ่านโค้กหรือแอนทราไซต์) อยู่บนชั้นทราย และเพื่อให้เหล็กตกตะกอนได้อย่างสมบูรณ์ ต้องใช้ระยะเวลาในการกรองไม่น้อยกว่า 15 นาที วิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับน้ำบาดาลที่มีปริมาณเหล็กสูง



รูปที่ 2.12 การกรองแบบกรองช้า (slow sand filter)
ที่มา: กองวิเคราะห์น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

2) การกรองแบบกรองเร็ว (rapid sand filter) เป็นถังกรองรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.15 เมตร สูง 1.20 เมตร ระบบกรองแบบใช้แรงดันสามารถล้างย้อนกลับ (back wash) โดยการควบคุมการเปิดปิดประตูน้ำ ความสามารถในการกรองไม่น้อยกว่า 7 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (30 แกลลอนต่อนาที) ภายในบรรจุวัสดุกรอง ได้แก่ กรวด ทรายและถ่านโค้ก สำหรับเปลี่ยนวัสดุกรองเมื่อใช้งานในระยะเวลาอันยาวนาน ระยะเวลาในการล้างถังกรอง ขึ้นอยู่กับปริมาณเหล็ก ถ้ามีปริมาณมากก็ให้ล้างทุกสัปดาห์ วิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับน้ำบาดาลที่มีปริมาณเหล็กไม่สูงมากนัก



รูปที่ 2.13 การกรองแบบกรองเร็ว (rapid sand filter)
ที่มา: กองวิเคราะห์น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

2.6.1.2 การเติมสารเคมี

การเติมสารเคมีเพื่อกำจัดเหล็กและแมงกานีสนั้นคล้ายกับการเติมอากาศ แต่จะเกิดการออกซิไดซ์ที่รุนแรงกว่าการเติมอากาศมาก สารเคมีที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ คลอรีนและด่างทับทิม ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลจากเหล็กแบบเติมสารเคมี อาศัยเครื่องจ่ายสารละลายโดยใช้สารส้มและสารละลายคลอรีน เพื่อทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยมีปฏิกิริยาเคมีดังนี้

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยการใช้ ClO_2



ปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยการใช้ Cl_2



สำหรับสารส้มจะช่วยจับตะกอนของเหล็กให้จับตัวเป็นก้อน (flocculation) ขณะที่ผ่านถังกรอง

2.6.1.3 การกรองด้วยแมงกานีสซีโอไลต์

การกรองด้วยแมงกานีสซีโอไลต์ (manganese zeolite) สามารถกำจัดเหล็ก และแมงกานีสที่ละลายน้ำได้ แต่เมื่อใช้งานไปได้ระยะหนึ่งต้องล้างเพื่อฟื้นฟูประสิทธิภาพของซีโอไลต์ด้วยสารละลายต่างทับทิม การกรองด้วยแมงกานีสซีโอไลต์เหมาะสำหรับน้ำที่มีปริมาณเหล็กและแมงกานีสไม่เกิน 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าเกินกว่านี้จะทำให้เกิดการอุดตันของสารกรองเร็วกว่ากำหนด นอกจากนี้ต่างทับทิมมีราคาแพงทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

ปัจจุบันนี้เราสามารถกำจัดสนิมเหล็กและสิ่งปนเปื้อนจากการผลิตน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค โดยการนำน้ำมาตกตะกอนด้วยการพ่นน้ำผ่านอากาศ หรือกรองสารละลายเหล็กหรือตกตะกอนด้วยทรายกรองหรือสารกรองแมงกานีสไดออกไซด์ แต่เรามักจะพบว่าน้ำที่ผ่านระบบกรองยังคงมีสารละลายเหล็กเหลืออยู่ และระบบกรองมักจะอุดตันเร็วทำให้ผลิตน้ำไม่ทันใช้ และประชาชนยังไม่สามารถติดตั้งเครื่องกรองน้ำเพื่อกรองสนิมเหล็กได้ เนื่องจากเครื่องกรองและสารกรองมีราคาที่สูง เพราะต้องนำเข้าสารกรองมาจากต่างประเทศ ปัจจุบันกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ (คลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์, 2556) ได้วิจัยเพื่อผลิตสารกรองสนิมเหล็กในน้ำบาดาล นำมาใช้กับเครื่องกรองน้ำอุปโภคบริโภคได้ โดยใช้เม็ดทรายหรือเม็ดดินเผาเป็นตัวพองหรือตัวแกนแล้วเคลือบต่างทับทิมให้ติดเม็ดทรายหรือเม็ดดินเผา จากนั้นนำไปเผา ต่างทับทิมจะสลายตัวกลายเป็นแมงกานีสไดออกไซด์เคลือบติดเม็ดทราย

วิธีการผลิตสารกรองสนิมเหล็ก (คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2556)

- 1) ใช้ต่างทับทิม 1 กิโลกรัมต่อเม็ดทรายที่คัดขนาดแล้ว 20 ลิตร ละลายในน้ำ 5 ลิตร
- 2) ต้มให้ต่างทับทิมเดือด เทเม็ดทรายที่คัดขนาดและทำความสะอาดแล้วลงไป
- 3) คนพลิกเป็นระยะๆ จนกระทั่งเม็ดทรายเริ่มหมาด ให้คนต่อเนื่องจนเม็ดทรายแห้ง
- 4) คั่วแห้งขณะไฟแรงอีก 3 ชั่วโมง โดยคนพลิกทุกๆ 20 นาที (ตักเม็ดทรายมาทดสอบ โดยนำมาละลายน้ำ ถ้าไม่มีสีของต่างทับทิมละลายออกมาแสดงว่าได้สารแมงกานีสไดออกไซด์เคลือบตลอดเม็ดทรายใช้ทำสารกรองสนิมเหล็กได้)
- 5) ทิ้งไว้ให้เย็นและนำออกมาใช้ได้

2.6.3 การกรองด้วยถ่านกัมมันต์ (activated carbon)

การกรองด้วยถ่านกัมมันต์เป็นการกำจัด สี กลิ่น รส คลอรีน ยาฆ่าแมลง และโลหะหนักบางชนิด จัดว่าเป็นการกรองน้ำแบบติดค้างในชั้นสารกรองประเภทหนึ่ง โดยถ่านกัมมันต์คือถ่านที่มีการสังเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อให้มีพื้นที่ผิวมากที่สุด ซึ่งทำได้โดยการทำให้มีรูพรุนหรือโพรงภายในเนื้อคาร์บอนมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การสังเคราะห์คาร์บอนชนิดนี้กระทำได้โดยไล่ความชื้นออกจากวัตถุดิบ (dehydration) เสียก่อน จากนั้นจึงเผาวัตถุดิบที่แห้งให้เป็นถ่าน (carbonization) อุณหภูมิประมาณ 400-600°C คาร์บอนที่ได้ยังมีอำนาจการดูดซับต่ำ เนื่องจากโพรงภายในคาร์บอนยังมี Tar อุดตันอยู่ คาร์บอนนี้จึงต้องเผาต่อไปที่อุณหภูมิประมาณ 750-950°C ภายใต้ความชื้นที่เหมาะสมเพื่อไล่ Tar ออกให้หมด ขั้นตอนนี้เรียกว่าการกระตุ้น (activation) ถ่านกัมมันต์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทยทำมาจากวัตถุดิบ 2 ประเภท คือ กะลามะพร้าว และ ถ่านหินบิทูมินัส เทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถทำให้ถ่านกัมมันต์หนัก 1 กรัม มีพื้นที่ผิวประมาณ 600-1,000 ตารางเมตร สำหรับในการปรับสภาพน้ำ ถ่านกัมมันต์มีประโยชน์ดังต่อไปนี้

- 1) กำจัดสี กลิ่น และรส ซึ่งเกิดจากสารอินทรีย์ เช่น กรดฮิวมิก
- 2) กำจัดคลอรีนในน้ำ บางครั้งจำเป็นต้องเติมคลอรีนจำนวนมาก เพื่อให้ได้ผลอย่างเฉียบพลันในการฆ่าเชื้อโรค จึงทำให้มีคลอรีนตกค้างในน้ำมากเกินไป กรณีเช่นนี้แก้ไขได้โดยบรรจุถ่านกัมมันต์แบบเกล็ดไว้ในถัง และปล่อยให้ไหลผ่านชั้นคาร์บอน
- 3) กำจัดโลหะหนักต่าง ๆ ถังถ่านกัมมันต์แบบเกร็ดสามารถกำจัดปรอทและเงินได้ และสามารถลดความเข้มข้นของโลหะอื่น ๆ เช่น ตะกั่ว ทองแดง จนเหลือถึงระดับที่ยอมรับได้ในน้ำดื่ม
- 4) กำจัดยาฆ่าแมลง (pesticide) โดยปกติ กรรมวิธีทำความสะอาดน้ำแบบธรรมดาซึ่งได้แก่ โคลแอกกูเลชันการตกตะกอน และการกรอง มักไม่สามารถกำจัดยาฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ยกเว้น ดีดีที ซึ่งอาจถูกกำจัดได้เพียงบางส่วน

2.6.4 การกำจัดความกระด้างในน้ำบาดาล

ความกระด้างมี 2 ชนิดคือ ความกระด้างชั่วคราว และความกระด้างถาวร ความกระด้างที่มีอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ จะอยู่ในรูปของสารประกอบแคลเซียม และแมกนีเซียมเป็นส่วนใหญ่ การกำจัดความกระด้างมีหลายวิธี ได้แก่

- 1) วิธีการต้ม วิธีนี้กำจัดได้เฉพาะความกระด้างชั่วคราวและเหมาะที่จะใช้ในครัวเรือนเท่านั้น ภาชนะที่ใช้ต้มน้ำจะมีตะกอนเกิดขึ้นเมื่อใช้ไปนาน ๆ
- 2) วิธี Lime-Soda วิธีนี้จะใช้การเติม ปูนขาว ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) และโซดาแอช (Na_2CO_3) ลงไปในน้ำทำให้เกิดเกลือของแคลเซียม และแมกนีเซียมซึ่งไม่ละลายน้ำ ตกตะกอนลงมาและนำมากรองสามารถกำจัดได้ทั้งความกระด้างชั่วคราว และความกระด้างถาวร แต่ต้องใช้พื้นที่มาก และมีปัญหาในการกำจัดตะกอนที่เกิดจากการตกตะกอนของหินปูน จึงไม่นิยมใช้ในปัจจุบัน
- 3) วิธีการแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange resin) วิธีการแลกเปลี่ยนไอออนเป็นวิธีที่นิยมใช้เป็นการกำจัดความกระด้างที่มีอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ให้เป็นน้ำอ่อน โดยใช้เรซินแบบกรดแก่ (strong acidic cationic resin, SAR) ชนิดที่มีโซเดียมเป็นไอออนอิสระในการแลกเปลี่ยนกับแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ในน้ำซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความกระด้าง แต่เรซินเมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเสื่อมคุณภาพจะต้องล้างด้วยสารละลายเกลือแกง (NaCl) เข้มข้น 10% เพื่อฟื้นฟูประสิทธิภาพ (regeneration)

2.6.5 เรซิน

การกำจัดความกระด้างในน้ำบาดาลโดยวิธีการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยเรซิน เป็นวิธีที่นิยมใช้เป็นการกำจัดความกระด้างที่มีอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ให้เป็นน้ำอ่อน สมบัติทั่วไปของเรซิน ดังนี้

1) ต้องมีไอออนอิสระที่สามารถใช้แลกเปลี่ยนไอออนที่ต้องการกำจัดออกจากน้ำได้, ต้องไม่ละลายน้ำ, ต้องมีช่องว่างภายในโครงร่างไฮโดรคาร์บอนอย่างเพียงพอ เพื่อให้ไอออนต่างๆ เคลื่อนที่ผ่านเข้าออกได้สะดวก

2) เรซินทั่วไปมีลักษณะกลม ขนาดใกล้เคียงทรายกรอง แต่หนักไม่เท่า มีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.3 (ถ.พ. ทราย 2.65) มีความชื้นภายในตัว 40-50%

3) เรซินมีความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในตัว ซึ่งมีความสำคัญต่ออำนาจในการแลกเปลี่ยนไอออน ระดับการบวมน้ำ (หรือกักเก็บน้ำ) เมื่อแช่อยู่ในน้ำของเรซินขึ้นอยู่กับ degree of cross-linkage ถ้าเรซินมีไฮโดรคาร์บอนที่มีแรงยึดเหนี่ยวต่ำ ช่องว่างภายในจะมีมาก เก็บน้ำได้มาก แต่ความสามารถ (คิดต่อปริมาตรของเรซิน) ในการแลกเปลี่ยนไอออนในน้ำจะต่ำ ในทางตรงกันข้ามเรซินที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฮโดรคาร์บอนสูง จะมีความสามารถ (คิดต่อปริมาตร) ในการแลกเปลี่ยนไอออนสูง มีความชื้นน้อยและพองตัวน้อย ถ้าแรงยึดเหนี่ยวสูงเกินไปจนทำให้ช่องว่างภายในเรซินเหลือน้อย ไอออนไม่สามารถเคลื่อนที่เข้าออกได้สะดวก ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนจะลดลง และอาจทำให้เรซินแตกง่ายด้วย

4) เรซินมีหน้าที่ในการกำจัดสารละลายน้ำที่อยู่ในรูปของไอออนเท่านั้น ผู้ใช้ไม่ควรใช้เรซินแทนทรายกรองน้ำเป็นอันขาด เพราะสารแขวนลอยต่างๆ จะลดทอนอายุการใช้งานของเรซิน ดังนั้นน้ำที่จะเข้าถึงเรซินควรเป็นน้ำใส

2.6.5.1 เรซินแบบกรดแก่

หน้าที่ของเรซินแบบกรด (ทั้งแก่และอ่อน) คือใช้ไอออนบวกของตัวเอง (มักเป็น H^+ หรือ Na^+) แลกกับไอออนที่ต้องการกำจัดออกจากน้ำ เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+}

เรซินแบบกรดแก่จะมีหมู่ซัลโฟนิคจับติดอยู่กับโครงร่างไฮโดรคาร์บอน หมู่ซัลโฟนิคอาจอยู่ในรูปของ H^+ เช่น SO_3H^+ หรืออยู่ในรูปของ Na^+ เช่น SO_3Na^+

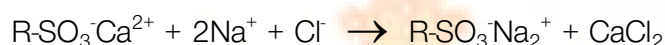
ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินแบบกรดแก่ที่มี H^+ หรือ Na^+ ดังสมการ



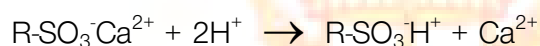


รูปที่ 2.14 แสดง (ก) เรซินแบบกรด และ (ข) การแลกเปลี่ยนไอออน

เรซินทุกชนิดจะหมดความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนในน้ำเมื่อใช้ไประยะเวลาหนึ่ง จึงต้องทำการฟื้นฟูประสิทธิภาพ เรซินที่อยู่ในรูปของ Na^+ ต้องทำการฟื้นฟูประสิทธิภาพด้วยเกลือแกง (NaCl) ดังนี้



ส่วนเรซินที่อยู่ในรูปของ H^+ ต้องทำการฟื้นฟูประสิทธิภาพด้วยกรดแก่ (H^+) ดังนี้

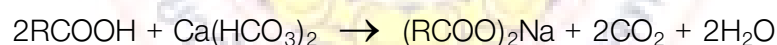


เรซินแบบกรดแก่ใช้กำจัดความกระด้างหรือใช้ทำน้ำบริสุทธิ์

ข้อเสียที่สำคัญของเรซินแบบกรดแก่ คือ มีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูประสิทธิภาพต่ำประมาณ 25-45% ทำให้เปลืองสารเคมีในการทำฟื้นฟูประสิทธิภาพ

2.6.5.2 เรซินแบบกรดอ่อน

เรซินแบบกรดอ่อนมีหมู่คาร์บอกซิลิกจับอยู่กับ H^+ หรือ Na^+ (COOH^+ หรือ COO^-Na^+) เรซินจะใช้ไอออนบวกของตนแลกเปลี่ยนไอออนบวกที่จับกับไบคาร์บอเนตในน้ำ ดังสมการ



ดังนั้น เรซินแบบกรดอ่อนสามารถกำจัดความกระด้างชั่วคราวได้ แต่ไม่สามารถกำจัดความกระด้างถาวร เช่น CaSO_4 , MgSO_4 เป็นต้น สามารถใช้กำจัดความเป็นด่างไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ออกจากน้ำได้

2.7 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น

2.7.1 ถังกรองขจัดตะกอนขุ่น ออกไซด์ของธาตุเหล็กและแมงกานีส ถังกรองขจัดตะกอนขุ่นภายในบรรจุสารกรองแอนทราไซต์ หรือ manganese greensand เพื่อขจัดตะกอนขุ่น ออกไซด์ของธาตุเหล็ก และแมงกานีส เนื่องจากสภาพไร่อากาศ เหล็กและแมงกานีสจะอยู่ในรูปของสารประกอบเฟร์ริสไบคาร์บอเนต $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$ และแมงกานีสไบคาร์บอเนต $[\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2]$ ซึ่งละลายน้ำได้ดี สังเกตได้จากเมื่อสูบน้ำขึ้นมาใหม่ๆ จะใส ตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศสักครู่ก็จะขุ่น และเกิดตะกอนสีแดงของเฟร์ริกไฮดรอกไซด์ $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$

กระบวนการกรองเพื่อขจัดออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส เหล็กจะตกตะกอนสมบูรณ์ใช้เวลาอย่างน้อย 10 นาที แมงกานีสใช้เวลาอย่างน้อย 60 นาที ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเองในขณะสูบน้ำขึ้นจากบ่อบาดาลแล้วสัมผัสกับอากาศ ในทางปฏิบัติควรจะมีถังกรองทรายเพื่อกำจัดตะกอนเหล็กและแมงกานีสก่อน แล้วผ่านน้ำเข้าไปในถังกรองที่บรรจุสารกรองแอนทราไซต์ หรือ manganese greensand

2.7.2 ถังขจัดตะกอนขุ่น สารอินทรีย์ สี กลิ่น บรรจุถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ถ่านกัมมันต์ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัสดุธรรมชาติที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เผาที่อุณหภูมิสูงประมาณ 700–1,000 องศาเซลเซียส ทำให้มีรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก มีพื้นที่ผิวสูง และมีคุณสมบัติในการดูดซับสารต่างๆ เช่น กลิ่น สี สารอินทรีย์ ยาฆ่าแมลง และสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรกรรม ได้เป็นอย่างดี

ถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในปัจจุบันผลิตจากเปลือกถั่ว กากชานอ้อย กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซีลี้อย กระจุกสัตว์ ถ่านหินลิกไนต์ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหลือจากการผลิตน้ำมัน คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์จะแตกต่างกันตามวัสดุที่ใช้ผลิต เช่น ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากลิกไนต์ นิยมใช้สำหรับกรองน้ำ ผลิตจากกะลามะพร้าวเหมาะสำหรับกรองอากาศดูดสารละลายอินทรีย์ ใช้ในการบำบัดน้ำเสียและน้ำดื่ม

2.7.3 ระบบการกำจัดความกระด้าง (การผลิตน้ำอ่อน) ระบบการกำจัดความกระด้างประกอบด้วยถังผลิตน้ำอ่อนภายในบรรจุเรซินชนิด cation resin ที่มีโซเดียมไอออน (Na^+) เป็นไอออนอิสระเพื่อแลกเปลี่ยนกับแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ที่อยู่ในน้ำ ทำให้โซเดียมไอออนถูกปล่อยออกมาในน้ำ ขณะเดียวกันเรซินจะจับแคลเซียมไอออน และแมกนีเซียมไอออนไว้แทน กระบวนการแลกเปลี่ยนลักษณะนี้จะเกิดขึ้นต่อไปจนกระทั่งโซเดียมไอออนถูกปล่อยออกหมด ทำให้เรซินอิ่มตัวด้วยแคลเซียมไอออน และแมกนีเซียมไอออน จะต้องฟื้นฟู

คีนสภาพของเรซินใหม่ด้วยสารละลายเกลือแกง (10%NaCl) เพื่อให้เรซินพร้อมที่จะกำจัดความกระด้างได้ใหม่อีกครั้ง

คุณภาพน้ำที่จะผ่านเข้าระบบการผลิตน้ำอ่อนควรเป็นน้ำที่ใสสะอาด ไม่มีสารแขวนลอย ไม่มีเชื้อแบคทีเรีย มีเหล็กและแมงกานีสไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.4 ระบบกรองน้ำใส ระบบกรองน้ำใสจะประกอบด้วยไส้กรองตะกอนความขุ่นขนาดต่างๆ กัน ไส้กรองตะกอนความขุ่นที่จำหน่ายในท้องตลาดผลิตมาจาก เซรามิก คาร์บอนอัดแท่ง และ polypropylene (PP) อัตราแน่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน ความพรุนของไส้กรองจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการพันเส้นใยที่กำหนดไว้ ทำให้สารแขวนลอยต่างๆ ไม่สามารถหลุดผ่านออกมากับน้ำได้ ขนาดความพรุนของไส้กรองมีตั้งแต่ต่ำกว่า 1, 3, 5, 10, 20, 30, 50 และ 75 ไมโครเมตร ผู้บริโภคสามารถเลือกไส้กรองขนาดต่างๆ ตามความเหมาะสมในการใช้งาน นอกจากสามารถกรองตะกอนความขุ่นได้แล้วยังสามารถกรองไวรัส แบคทีเรีย และโลหะหนักได้อีกด้วย ไส้กรองชนิดคาร์บอนอัดแท่งยังสามารถขจัดสีและกลิ่นได้ด้วย น้ำที่ผ่านไส้กรองขนาด 5 ไมครอน มีลักษณะใสแต่อาจจะมีตะกอนเชื้อไวรัส และแบคทีเรีย ที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน หลุดรอดออกมาได้

2.8 กฎหมายน้ำบาดาล

ประเทศไทยมีกฎหมายน้ำบาดาลประกาศใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2520 เรียกว่า พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 โดยมีเหตุผลที่สำคัญในการออกกฎหมายน้ำบาดาล ดังนี้ “เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีการเจาะน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาลกันอย่างกว้างขวาง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต แต่ยังไม่มีการควบคุมให้เป็นไปโดยถูกต้องตามหลักวิชาการจนปรากฏว่าแหล่งน้ำบาดาลบางแห่งเกิดขาดแคลนหรือเสียหาย ซึ่งถ้าปล่อยให้สภาพเช่นนี้อยู่ต่อไป อาจเกิดความเสียหายต่อทรัพยากรของชาติ หรือทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษหรือเป็นอันตรายแก่ทรัพย์สินหรือสุขภาพของประชาชน สมควรมีมาตรการป้องกันอันเหมาะสม เพื่อประโยชน์แก่ประเทศชาติและประชาชน จึงจำเป็นต้องตราพระราชบัญญัตินี้ขึ้น” (ประกาศราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษเล่ม 94 ตอนที่ 69 วันที่ 28 กรกฎาคม 2520) ต่อมากฎหมายฉบับนี้ได้รับการแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติน้ำบาดาล (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 โดยมีเหตุผลที่สำคัญในการแก้ไขเพิ่มเติม ดังนี้ “โดยที่ในปัจจุบันได้มีการเจาะและใช้น้ำบาดาลมากขึ้น เป็นเหตุให้เกิดปัญหาวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและปัญหาแผ่นดินทรุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานคร สมควรแก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของรัฐสามารถป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การกำหนดเขตห้ามสูบน้ำบาดาล การกำหนดอัตราค่าใช้น้ำบาดาลให้ใกล้เคียงกับค่าน้ำประปา เพื่อให้ประชาชนลดการใช้น้ำบาดาลหรือเลิกใช้น้ำบาดาลเมื่อมีการให้บริการประปาแล้ว ปรับปรุงบทบาทกำหนดโทษและปรับปรุง

ค่าธรรมเนียมนั้นให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ในปัจจุบัน รวมตลอดทั้งเพิ่มอำนาจให้พนักงานเจ้าหน้าที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น นอกจากนี้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ช่างเจาะน้ำบาดาลมีความรู้ความสามารถในการเจาะน้ำบาดาล สมควรกำหนดให้กรมทรัพยากรธรณีจัดให้มีบริการฝึกอบรม เพื่อพัฒนาปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเจาะน้ำบาดาลทั้งของรัฐและเอกชน และจดทะเบียนช่างเจาะน้ำบาดาล จึงจำเป็นต้องตราพระราชบัญญัตินี้” (ประกาศราชกิจจานุเบกษา เล่ม 109 ตอนที่ 44 วันที่ 9 เมษายน 2535)

ล่าสุดได้มีการแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติน้ำบาดาล (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2546 โดยมีเหตุผลสำคัญในการแก้ไขเพิ่มเติมดังนี้ “โดยที่ในปัจจุบันในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดปทุมธานี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสมุทรปราการและจังหวัดสมุทรสาคร มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากกว่าปริมาณที่ไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การทรุดตัวของแผ่นดิน การแพร่กระจายของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล ตลอดจนทำให้ระดับน้ำในชั้นน้ำบาดาลลดลง สมควรกำหนดให้ส่วนราชการหรือองค์การของรัฐที่มีการเจาะน้ำบาดาลและใช้น้ำบาดาล ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการน้ำบาดาล นอกจากนี้ได้กำหนดประเภทการใช้น้ำบาดาล หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขเกี่ยวกับการชำระค่าใช้น้ำบาดาล และค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล และจัดตั้งกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล เพื่อนำเงินมาหมุนเวียนเป็นค่าใช้จ่ายในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลและกำหนดให้มีคณะกรรมการเปรียบเทียบคดี จึงจำเป็นต้องตราพระราชบัญญัตินี้” ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 120 ตอนที่ 55 ก เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2546

พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติน้ำบาดาล (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2535 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2546 มีบททั่วไปกับอีก 6 หมวด ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้

บททั่วไป มาตรา 3 ได้ให้ความหมายของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในกฎหมายที่สำคัญมีดังนี้

น้ำบาดาล หมายความว่า น้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวด ทราย หรือหิน ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนด โดยมีประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่จะกำหนดความลึกน้อยกว่าสิบเมตรมิได้

เจาะน้ำบาดาล หมายความว่า การทำแก๊ซดิน กรวด ทราย หรือหิน เพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำบาดาลหรือเพื่อระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล

บ่อน้ำบาดาล หมายความว่า บ่อน้ำที่เกิดจากการเจาะน้ำบาดาล

เขตน้ำบาดาล หมายความว่า เขตท้องที่ที่รัฐมนตรีกำหนดให้เป็นเขตน้ำบาดาล โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

กิจการน้ำบาดาล หมายความว่า การเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาลหรือระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล

มาตรา 4 พระราชบัญญัตินี้ไม่ใช้บังคับแก่กระทรวง ทบวง กรม หรือองค์การของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดหาน้ำเพื่ออุปโภค บริโภค หรือเพื่อเกษตรกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับการเจาะน้ำบาดาล และการใช้น้ำบาดาล เว้นแต่ในเขตท้องที่ที่รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการ ประกาศ กำหนดให้เป็นเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลที่ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้

เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ต้องเป็นเขตท้องที่ที่มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากเกินไปกว่าปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาล จนอาจทำให้เกิดการทรุดตัวของแผ่นดินหรือการแพร่กระจายของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล หรือการลดตัวลงของน้ำในชั้นน้ำบาดาล หรือผลกระทบสำคัญอื่นต่อสิ่งแวดล้อม

มาตรา 6 ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับ การเจาะน้ำบาดาล การเลิกเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาลแบบอนุรักษ์ การระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล การเลิกใช้บ่อน้ำบาดาล การป้องกันด้านสาธารณสุข และการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิเศษ

มาตรา 7 ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการ มีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดอัตราค่าใช้น้ำบาดาลในแต่ละท้องที่ ให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจัดให้มีบริการฝึกอบรมและสัมมนาวิชาการ เจาะน้ำบาดาลแก่ช่างเจาะน้ำบาดาลทั้งของรัฐและเอกชน ตลอดจนให้บริการปรึกษาและแนะนำ ทางวิชาการแก่ช่างเจาะน้ำบาดาลดังกล่าว

ให้จัดตั้งกองทุนพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นในกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นทุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาวิจัย พัฒนาและอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม

หมวด 1 คณะกรรมการน้ำบาดาล โดยมีอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นประธาน กรรมการ

มาตรา 14 ให้คณะกรรมการมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

(1) ให้ความเห็นหรือคำแนะนำแก่รัฐมนตรีในเรื่องการออกกฎกระทรวงหรือประกาศที่ต้องประกาศในราชกิจจานุเบกษา หรือในเรื่องอื่นที่ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้

(2) ให้ความเห็นหรือคำแนะนำแก่อธิบดีเกี่ยวกับการปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้

หมวด 2 การขอใบอนุญาตและการออกใบอนุญาตเกี่ยวกับการประกอบกิจการน้ำบาดาล

มาตรา 16 ห้ามมิให้ผู้ใดประกอบกิจการน้ำบาดาลในเขตน้ำบาดาลใดๆ ไม่ฎจะเป็นผู้มีกรรมสิทธิ์หรือสิทธิครอบครองที่ดินในเขตน้ำบาดาลนั้นหรือไม่ เว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากอธิบดี หรือผู้ซึ่งอธิบดีมอบหมาย

หมวด 3 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตเกี่ยวกับการประกอบกิจการน้ำบาดาล

มาตรา 23 ในการเจาะน้ำบาดาล ถ้าพบโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ ซากดึกดำบรรพ์หรือแร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหรือทางการศึกษาในด้านธรณีวิทยาต้องรายงานให้พนักงานน้ำบาดาลประจำ

ห้องที่หรือกรมทรัพยากรน้ำบาดาลทราบภายในเจ็ดวันนับแต่วันพบ และถ้าเป็นโบราณวัตถุหรือศิลปวัตถุ ให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาลแจ้งให้กรมศิลปากรทราบโดยด่วน

หมวด 4 พนักงานเจ้าหน้าที่

มาตรา 29 ในกรณีที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นว่าการเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล หรือการระบายน้ำลงบ่อบาดาล อาจก่อหรือได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อแหล่งน้ำบาดาลให้มีอำนาจสั่งเป็นหนังสือแก่ผู้รับใบอนุญาตให้เปลี่ยนแปลงแก้ไข หรือหยุดการเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล หรือการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล แล้วแต่กรณีตามที่เห็นว่าจำ เป็นเพื่อป้องกันหรือระงับความเสียหายนั้นได้

หมวด 5 การแก้ไขใบอนุญาตและการเพิกถอนใบอนุญาต

หมวด 6 บทกำหนดโทษ ซึ่งมีทั้งโทษจำคุก ปรับ หรือทั้งจำ ทั้งปรับแล้วแต่กรณีความผิดตามความพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 ได้มีการออกกฎกระทรวง

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม และประกาศกรมทรัพยากรธรณี ดังนี้

กฎกระทรวงอุตสาหกรรม จำนวน 7 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการขอใบอนุญาต การออกใบอนุญาต การขอต่ออายุ และการอนุญาตเกี่ยวกับการประกอบกิจการน้ำบาดาล

ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดค่าธรรมเนียมและการวิเคราะห์

ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2521) เรื่อง แบบบัตรประจำตัวพนักงาน

ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2527) เรื่อง กำหนดอัตราค่าใช้น้ำบาดาล

ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2537) เรื่อง กำหนดค่าธรรมเนียมและการวิเคราะห์

ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2537) เรื่อง กำหนดอัตราค่าใช้น้ำบาดาล

ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2540) เรื่อง กำหนดอัตราค่าใช้น้ำบาดาล

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม จำนวน 10 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดเขตน้ำบาดาลและความลึกของน้ำบาดาล

ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาลและการเลิกเจาะน้ำบาดาล

ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการใช้น้ำบาดาลแบบอนุรักษ์

ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดหลัก เกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิเศษ

ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล

ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2524) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาลและการเลิกเจาะน้ำบาดาล

ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2528) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการใช้น้ำแบบอนุรักษ์

ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) เรื่อง กำหนดเขตน้ำบาดาลและความลึกของน้ำบาดาล

ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาลและการเลิกเจาะน้ำบาดาล

ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

ประกาศกรมทรัพยากรธรณี จำนวน 8 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการออกหนังสือรับรองช่างเจาะ

ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล

ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2521) เรื่อง กำหนดแบบพิมพ์รายงาน

ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2524) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการออกหนังสือรับรองช่างเจาะ

ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2526) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการให้ความเห็นชอบสถาบันวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการออกหนังสือรับรองช่างเจาะ

ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดแบบพิมพ์รายงาน

ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการออกหนังสือรับรองวิศวกรหรือนักธรณีวิทยา เพื่อควบคุมการเจาะและอุดกั้นบ่อน้ำบาดาล

2.9 เครื่องกรองน้ำดื่ม

ระบบเครื่องกรองน้ำดื่มโดยทั่วๆ ไป จะเป็นการนำน้ำจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพที่ดีผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปา หรืออาจใช้น้ำบาดาล มาผ่านระบบเครื่องกรองน้ำดื่ม เพื่อให้มีคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำที่ใช้สำหรับ

ดื่ม ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม เครื่องกรองน้ำดื่ม ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน โดยคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องกรองน้ำดื่มมาตรฐาน เลขที่ มอก.2392-2551 ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน

ปัจจุบันนี้เครื่องกรองน้ำดื่มที่ใช้ในครัวเรือนเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นเกือบทุกครัวเรือน เนื่องจากกิจกรรมหลายอย่างอย่างเกี่ยวข้องกับน้ำ เช่นการดื่ม การทำอาหาร ในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคมีทางเลือกอยู่ 2 ทางเลือกคือ ชื่อน้ำดื่มบรรจุขวด คือน้ำที่จำหน่ายทั้งในรูปบรรจุขวดพนักและจำหน่ายโดยใช้ตู้หยอดเหรียญ อีกทางเลือกหนึ่งคือซื้อเครื่องกรองน้ำดื่มมาติดตั้งภายในบ้าน

เครื่องกรองน้ำดื่มที่ใช้ในครัวเรือนในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายชนิดและหลากหลายเทคโนโลยี จนบางครั้งผู้บริโภคเองเกิดความสับสนและขาดความเชื่อมั่นต่อผลิตภัณฑ์เครื่องกรองน้ำที่วางขายอยู่ตามท้องตลาดเกี่ยวกับประสิทธิภาพตามการโฆษณา เครื่องกรองน้ำที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงๆ จะมีราคาแพงตามไปด้วย ราคาเครื่องกรองน้ำดื่มในท้องตลาดมีราคาตั้งแต่หลักพันบาทจนถึงหลายหมื่นบาท

2.9.1 ส่วนประกอบของระบบเครื่องกรองน้ำดื่ม

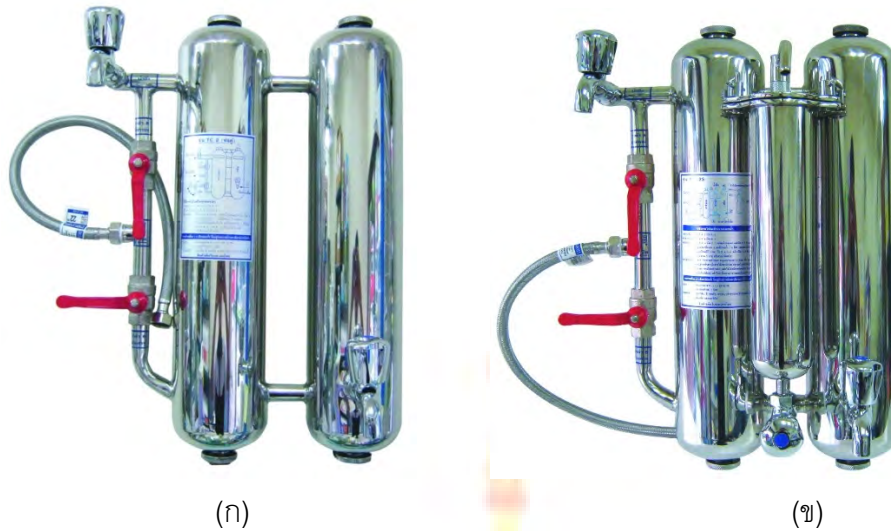
เครื่องกรองน้ำดื่มทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาด จะมีหลายตราอักษร แต่โดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน ดังนี้

1) ท่อบรรจุสารกรองคาร์บอน (activated carbon filter) สารกรองคาร์บอนกัมมันต์ (activated carbon) มีลักษณะเป็นผงถ่านสีดำที่มีความพรุน ทำหน้าที่กำจัดสี และกลิ่นของน้ำ ตลอดจนช่วยในการกรองตะกอนขนาดใหญ่ได้บางส่วน

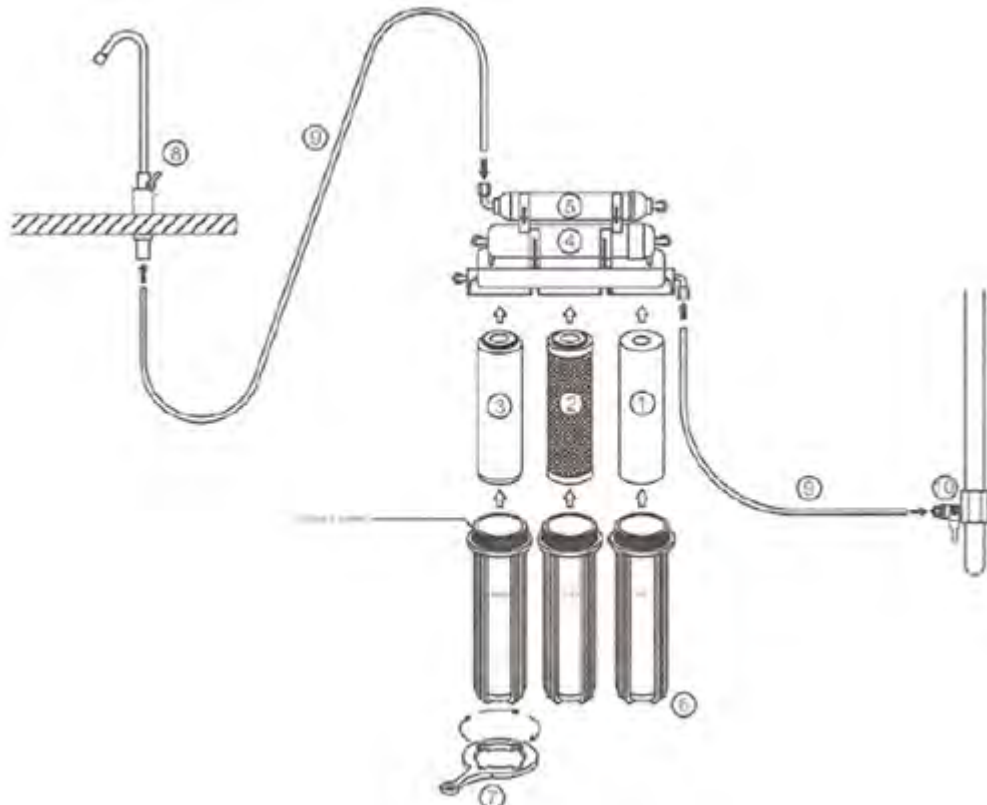
2) ท่อบรรจุสารกรองเรซิน (resin filter) สารกรองเรซิน ทำหน้าที่กำจัดค่าความกระด้างของน้ำที่เกิดจากสารประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียม และไอออนบวกอื่นๆ ที่มีอยู่ในน้ำ การลดค่าความกระด้างของน้ำทำโดยการกรองน้ำผ่านสารกรองเรซิน สารเรซินจะจับความกระด้างไว้ และมีผลทำให้ค่าความกระด้างลดลง

3) ท่อบรรจุไส้กรองเซรามิก (ceramic filter) ไส้กรองเซรามิก ทำหน้าที่กรองตะกอนละเอียด และ เชื้อโรค โดยไส้กรองที่มีความละเอียด 0.3 ไมโครเมตร จะสามารถกรองจุลินทรีย์ได้ดี ทำให้น้ำที่ผ่านออกมาสะอาดปราศจากจุลินทรีย์

4) หลอดอัลตราไวโอเล็ต (UV) เป็นหลอดที่ให้แสงอัลตราไวโอเล็ต ทำหน้าที่ในการฆ่าจุลินทรีย์หรือเชื้อโรค อีกชั้นหนึ่ง ก่อนจะนำมาดื่ม



รูปที่ 2.15 เครื่องกรองน้ำชนิดสแตนเลส (ก) แบบสองท่อ และ (ข) แบบสามท่อ



รูปที่ 2.16 รูปแบบเครื่องกรองน้ำที่วางจำหน่ายทั่วไป

2.9.2 ขั้นตอนการดูแลรักษาเครื่องกรองน้ำดื่ม

1) การล้างสารกรองคาร์บอน การล้างสารกรองคาร์บอนทำได้โดยการล้างย้อนกลับระบบ (backwashed) โดยการปิดล้นทางเข้าของน้ำที่ใช้กรองตามปกติ แล้วเปิดล้นทางเข้าของน้ำให้ผ่าน

เข้าทางด้านล่างของท่อบรรจุสารกรองคาร์บอน แล้วปล่อยน้ำที่ล้างย้อนกลับนี้ไหลทิ้งไป จนกระทั่งได้น้ำใส

2) การล้างสารกรองเรซิน โดยการล้างคืนสภาพสารเรซิน เมื่อหมดอายุการใช้งาน ซึ่งจะสังเกตได้จากรสชาติของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรอง และหลังผ่านเครื่องกรองมีรสคงเดิม ไม่จี๊ดสนิท หรือโดยการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือใช้ชุดตรวจภาคสนาม หาค่าความกระด้างเปรียบเทียบก่อน - หลังกรอง แล้วพบว่าค่าความกระด้างของน้ำก่อนและหลังผ่านกรองมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือไม่ลดลงหลังผ่านเครื่องกรอง จะต้องทำการล้างคืนสภาพสารเรซิน โดยการใช้น้ำเกลือเข้มข้น 20 % ไหลผ่านสารกรองเรซิน แล้วแช่ทิ้งไว้ ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วจึงปล่อยให้น้ำผ่านเครื่องกรอง เพื่อไล่น้ำเกลือที่ตกค้างออกจากเครื่อง จนกระทั่งน้ำที่ผ่านเครื่องกรองมีรสจืด ไม่มีความเค็มตกค้าง

3) การล้างไส้กรองเซรามิก เมื่อไส้กรองเซรามิกใช้กรองไปได้ระยะหนึ่งจะเกิดการอุดตัน ผู้ใช้จะต้องถอดไส้กรองเซรามิกออกมาทำความสะอาด โดยใช้ใยขัดสำหรับใช้ขัดเซรามิก หรือแปรงขนอ่อนๆ ขัดทำความสะอาดไปในทิศทางเดียวกัน จนไส้กรองสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกอุดตัน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ในระบบกรองน้ำ ซึ่งทราบได้จากผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาในห้องปฏิบัติการ อาจนำไส้กรองเซรามิกไปต้มในน้ำเดือดเพื่อฆ่าเชื้อโรค แล้วจึงนำเข้าไปติดตั้งในเครื่องกรอง แล้วจึงใช้กรองน้ำดื่มตามปกติ

4) การทำความสะอาดหลอดอัลตราไวโอเล็ต โดยปกติบริษัทผู้ขายจะออกแบบให้ทำความสะอาดหลอดอัลตราไวโอเล็ต โดยการดัดคันชัก เพื่อทำความสะอาดหลอดได้จากภายนอก และให้ทำการเปลี่ยนหลอดเมื่อครบชั่วโมงการใช้งาน หรือ เมื่อหลอดหมดอายุไม่สามารถผลิตแสงได้ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคที่ดี

นอกจากนี้ผู้ใช้จะต้องทำการเปลี่ยนสารกรองคาร์บอน สารกรองเรซิน และไส้กรองเซรามิก ตลอดจนหลอดอัลตราไวโอเล็ต เมื่อครบอายุการใช้งาน หรือเมื่อหมดประสิทธิภาพ แม้ว่าจะได้ทำการล้างย้อนกลับ หรือทำการล้างคืนสภาพแล้ว ทั้งนี้อายุการใช้งานของสารกรองต่างๆไป จะขึ้นกับคุณภาพน้ำที่นำมาผ่านเครื่องกรอง เช่น น้ำบาดาล หรือน้ำประปา ที่มีค่าความกระด้างมากจะทำให้สาร เรซินมีอายุการใช้งานสั้นกว่าปกติ ต้องทำการล้างคืนสภาพบ่อยและมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าปกติ หรือ น้ำที่ขุ่น มีสีและกลิ่น จะทำให้อายุการใช้งานของสารกรองคาร์บอน และไส้กรองเซรามิกสั้นกว่าปกติ แต่โดยปกติแล้ว ควรทำการเปลี่ยนสารกรองคาร์บอนทุก 2 ปี สารเรซิน ทุก 3 ปี ไส้กรองเซรามิกทำการเปลี่ยนเมื่อขำรุ่ด และหลอดอัลตราไวโอเล็ตตามกำหนดอายุการใช้งานของหลอดนั้นๆ ตามคู่มือเครื่อง

2.10 ข้อมูลทั่วไปจังหวัดสุพรรณบุรี

จังหวัดสุพรรณบุรีตั้งอยู่ในภาคกลางด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย มีแม่น้ำสุพรรณบุรีหรือแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านตามแนวยาวของจังหวัด จากเหนือจรดใต้ มีพื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 5,390 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 3,368,750 ไร่ อยู่ห่างจากจังหวัดกรุงเทพฯ ประมาณ 107 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดชัยนาท

ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดนครปฐม

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดอ่างทอง สิงห์บุรี และพระนครศรีอยุธยา

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดกาญจนบุรี และอุทัยธานี

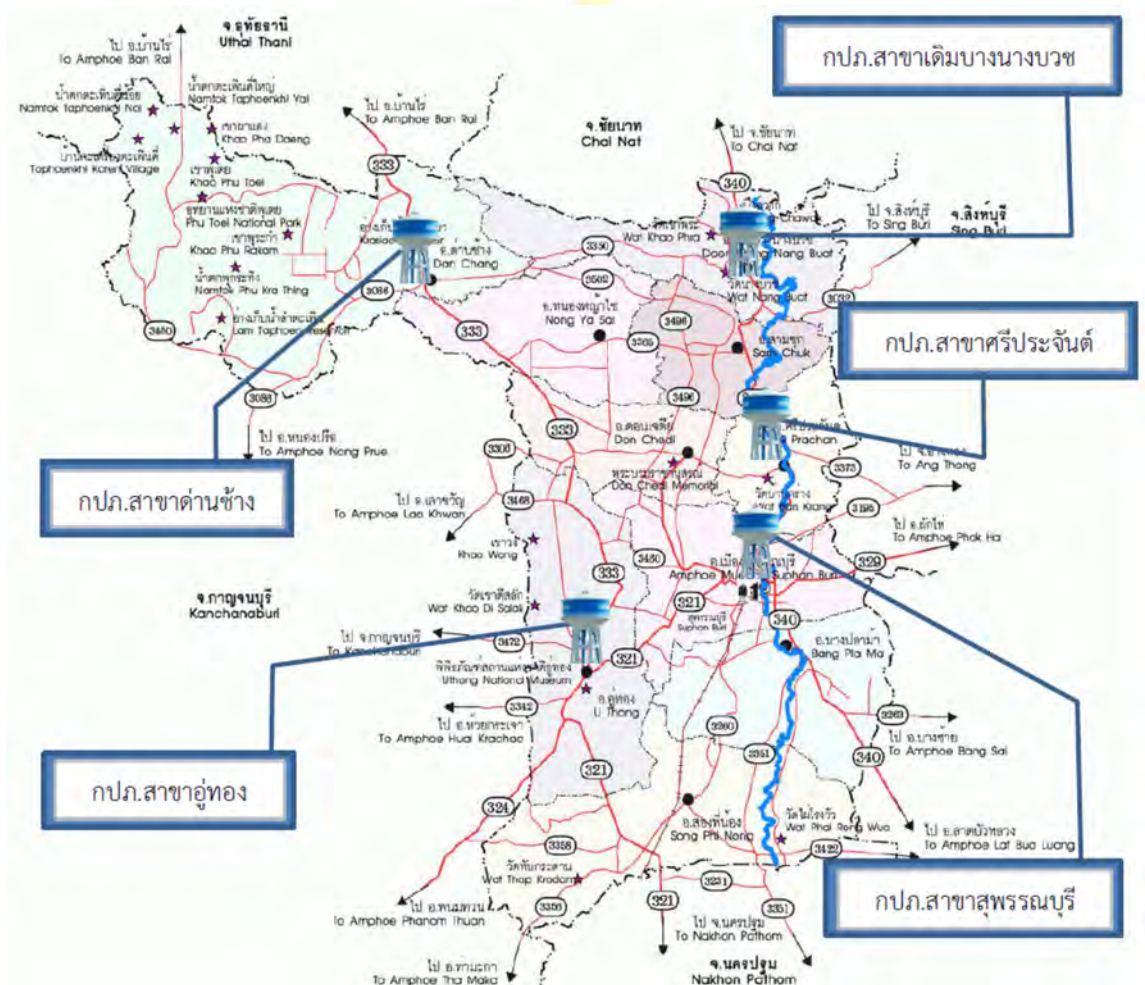
จังหวัดสุพรรณบุรี แบ่งขอบเขตการปกครองออกเป็น 10 อำเภอ ซึ่งที่ทำการปกครอง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวนหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ เทศบาลในแต่ละอำเภอ แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 จำนวนหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ และเทศบาลในแต่ละอำเภอ

อำเภอ	จำนวนหมู่บ้าน	จำนวนตำบล	จำนวนเทศบาล
เมืองสุพรรณบุรี	123	20	4
เดิมบางนางบวช	120	14	3
ด่านช้าง	93	7	1
บางปลาม้า	127	14	4
ศรีประจันต์	64	9	1
ดอนเจดีย์	48	5	2
สองพี่น้อง	140	15	2
สามชุก	68	7	1
อู่ทอง	151	13	2
หนองหญ้าไซ	65	6	1

จากข้อมูลพื้นฐานของการประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดสุพรรณบุรี [3] มีพื้นที่บริการน้ำประปาทั้งแบบน้ำผิวดินและน้ำบาดาล ดังรูป 2.17 ประกอบด้วย 5 สาขา ดังนี้

1. การประปาส่วนภูมิภาค สาขาสุพรรณบุรี
2. การประปาส่วนภูมิภาค สาขาศรีประจันต์
3. การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเดิมบางนางบวช
4. การประปาส่วนภูมิภาค สาขาด่านช้าง
5. การประปาส่วนภูมิภาค สาขาอู่ทอง



ดังรูป 2.18 พื้นที่บริการน้ำประปาทั้งแบบน้ำผิวดินและน้ำบาดาลของการประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดสุพรรณบุรี

ตารางที่ 2.5 พื้นที่บริการน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดสุพรรณบุรี

พื้นที่บริการ	แม่ข่าย/หน่วยบริการ	พื้นที่ให้บริการ	ผู้ใช้น้ำ (ราย)	ครัวเรือนในพื้นที่	กำลังผลิต (ลบ.ม./วัน)	แหล่งน้ำดิบ	ลุ่มน้ำ
การประปาส่วนภูมิภาค สาขาสุพรรณบุรี	ม.สุพรรณบุรี	ทม.สุพรรณบุรี อบต.ท่าระหัด อบต.สนามชัย อบต.รั้วใหญ่ อบต.ทับตีเหล็ก อบต.ดอนกายาน อบต.บ้านโพธิ์ อบต.ไผ่ขวาง ทต.โพธิ์พระยา ตำบลนอกเขตเทศบาลและชุมชน 5 หมู่บ้าน อบต.โพธิ์พระยา อบต.มดแดง	16,419	22,565	22,800	บ่อบาดาล	แม่น้ำท่าจีน
	น.ท่าเสด็จ	ทต.ท่าเสด็จ อบต.ไผ่ขวาง อบต.สนามคลี อบต.ตลิ่งชัน	1,287	10,622	1,440	คลองชลประทาน	แม่น้ำท่าจีน

ตารางที่ 2.5 พื้นที่บริการน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดสุพรรณบุรี (ต่อ)

พื้นที่บริการ	แม่ข่าย/ หน่วยบริการ	พื้นที่ให้บริการ	ผู้ใช้น้ำ (ราย)	ครัวเรือน ในพื้นที่	กำลังผลิต (ลบ.ม./วัน)	แหล่งน้ำ ดิบ	ลุ่มน้ำ
	น.สวนแตง	ทต.สวนแตง อบต.สวนแตง อบต.ศาลาขาว ทต.บางกุ่ม อบต.ดอนโพธิ์ทอง	2,951	6,594	1,920	คลอง ชลประทาน	แม่น้ำ ท่าจีน
	น.โคกคราม	ทต.โคกคราม ทต.บางปลาม้า อบต.บางปลาม้า	1,252	1,960	3,120	บ่อบาดาล	แม่น้ำ ท่าจีน
การประปาส่วน ภูมิภาค สาขาศรี ประจันต์	ม.ศรีประจันต์	ทต.ศรีประจันต์ ทต.วังยาง อบต.วังน้ำซับ อบต.ศรีประจันต์ อบต.บ้านกร่าง	2,044	9,617	3,360	บ่อบาดาล	แม่น้ำ ท่าจีน
	น.ดอนเจดีย์	ทต.ดอนเจดีย์ ทต.สระกระโจม ชุมชนนอกเขตเทศบาล 5 หมู่บ้าน	2,030	8,922	2,400	คลองมะ ข้ามแตง	ท่าจีน

ตารางที่ 2.5 พื้นที่บริการน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดสุพรรณบุรี (ต่อ)

พื้นที่บริการ	แม่ข่าย/หน่วยบริการ	พื้นที่ให้บริการ	ผู้ใช้น้ำ (ราย)	ครัวเรือน ในพื้นที่	กำลังผลิต (ลบ.ม./วัน)	แหล่งน้ำ ดิบ	ลุ่มน้ำ
		อบต.ดอนเจดีย์ อบต.สระกระโจม					
การประปาส่วน ภูมิภาค สาขาเดิม บางนางบวช	เดิมบางนาง บวช	ทต.เขาพระ ทต.นางบวช ทต.เดิมบาง ต.ปากน้ำ อบต.หัวเขา	5,202	9,293	10,800	แม่น้ำ ท่าจีน	แม่น้ำ ท่าจีน
	น.สามชุก	ทต.สามชุก อบต.หนองผักนาก อบต.กระเสียว อบต.ย่านยาว	4,116	8,130	0	รับน้ำจาก ม.เดิมบางฯ	แม่น้ำ ท่าจีน
การประปาส่วน ภูมิภาค สาขาด่าน ช้าง	ม.ด่านช้าง	ทต.ด่านช้าง อบต.หนองมะค่าโมง อบต.ด่านช้าง อบต.หนองขาม อบต.หนองกระทุ่ม	4,268	11,242	4,320	แม่น้ำ กระเสียว (เขื่อนกระ เสียว)	แม่น้ำ ท่าจีน

ตารางที่ 2.5 พื้นที่บริการน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดสุพรรณบุรี (ต่อ)

พื้นที่บริการ	แม่ข่าย/หน่วยบริการ	พื้นที่ให้บริการ	ผู้ใช้น้ำ (ราย)	ครัวเรือน ในพื้นที่	กำลังผลิต (ลบ.ม./วัน)	แหล่งน้ำ ดิบ	ลุ่มน้ำ
การประปาส่วนภูมิภาค สาขาอุทอง	ม.อุทอง	ทต.อุทอง ทต.กระจัน ทต.ท้าวอุทอง ทต.บ้านดอน ทต.ขุนพิดเพ็ง อบต.หนองไฉ่ อบต.เจดีย์ อบต.จรเข้สามพัน อบต.ยั้งทะลาย	10,957	16,057	9,600	คลอง ชลประทาน (อ่างเก็บน้ำ หนองผัก กรูด)	แม่น้ำ ท่าจีน
	น.สระยายโสม	ทต.สระยายโสม ทต.ขุนพิดเพ็ง อบต.สระพังลาน อบต.หนองบ่อ อบต.ศรีสราญ ทต.ทุ่งคอก	3,479	9,798	3,600	คลอง ชลประทาน	แม่น้ำ ท่าจีน

ตารางที่ 2.5 พื้นที่บริการน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดสุพรรณบุรี (ต่อ)

พื้นที่บริการ	แม่ข่าย/หน่วยบริการ	พื้นที่ให้บริการ	ผู้ใช้น้ำ (ราย)	ครัวเรือน ในพื้นที่	กำลังผลิต (ลบ.ม./วัน)	แหล่งน้ำ ดิบ	ลุ่มน้ำ
		ตลาดอู่ทอง บ.หนองโอง บ.จรเข้ บ.ดอน บ.กระจัน ต.กระจัน บ.สระพังลาน ต.สระพังลาน อบต.ทุ่งคอก					



2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลและน้ำผิวดินโดยเฉพาะการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีตามวิธีมาตรฐาน (Eaton et al., 1995; กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2537) ได้รายงานในรายงานวิจัยจำนวนมากซึ่งแตกต่างกันตามแหล่งพื้นที่ เช่น

มณฑรี (2532) ได้ตรวจวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ และโลหะหนัก เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, ตะกั่ว, แคดเมียม, นิกเกิลและโครเมียมของน้ำบาดาลจากบริเวณต่างๆ ในพื้นที่อุตสาหกรรมและเกษตรกรรมในอำเภอพระประแดงและราษฎร์บูรณะ พบว่ามีการปนเปื้อนของไอออนลบเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มในการก่อให้เกิดมลภาวะของน้ำบาดาลมากกว่าแคทไอออน แต่ไม่พบปัญหาผลกระทบของโลหะหนักต่อคุณภาพน้ำบาดาล คุณภาพน้ำบาดาลเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวงและมาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคของกระทรวงอุตสาหกรรมแล้วพบว่า ค่า TDS ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ เหล็กและแมงกานีสมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์อนุโลมสูงสุดในน้ำบาดาล

สุรัชย์ และคณะ (2542) ศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคและบริโภคในเขตตำบลลาดหญ้า อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี ตามลักษณะสมบัติทางเคมีและทางกายภาพและโลหะหนัก เหล็ก, สังกะสี, แมงกานีส, ตะกั่ว, ทองแดง, สารหนูและปรอท พบว่าดัชนีวิเคราะห์ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของน้ำบาดาลที่ใช้ในการบริโภคของกรมทรัพยากรธรณี แต่บางมีบางตัวอย่างที่พบว่าปริมาณฟลูออไรด์ ความกระด้างรวม แมงกานีส ซัลเฟตและไนเตรต สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

จินดารัตน์ และคณะ (2549) ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านในตำบลหนองบัว อ.เมือง จ.กาญจนบุรี พบว่าคุณภาพน้ำทางด้านเคมีน้ำประปาผิวดินทั้งหมด 4 จุดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนน้ำประปาบาดาล 11 จุดพบว่าคุณภาพน้ำในดัชนีคุณภาพทางเคมีได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมดและปริมาณคลอไรด์ในหลายแหล่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านชีววิทยา พบว่าปริมาณโคลิฟอร์ม แบคทีเรียทั้งหมดในทุกแหล่งเกินเกณฑ์มาตรฐาน (น้อยกว่า 2.2 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร) และปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกือบทุกแหล่งเกินเกณฑ์มาตรฐานเช่นเดียวกัน (ต้องไม่มี) สรุปได้ว่าคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านเหมาะสำหรับการอุปโภคเท่านั้นไม่เหมาะต่อการนำมาบริโภค

ไพรัช (2553) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาคุณภาพน้ำประปาในพื้นที่ตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้หลักการอย่างง่ายเช่นการกรอง การทำให้ตกตะกอน การเติมคลอรีน ซึ่งพบว่าคุณภาพน้ำที่ผ่านการปรับปรุงสมบัติทางเคมีและทางกายภาพมีคุณภาพดีขึ้นเปรียบเทียบกับการสูบน้ำเก็บไว้ในถังสูง ดัชนีที่ทำการเปรียบเทียบได้แก่ความเป็นกรดต่าง ฟลูออไรด์และคุณภาพทางชีววิทยา

นพรัตน์ (2545) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียของน้ำประปาใน 4 อำเภอ จังหวัด ฉะเชิงเทรา จำนวน 70 ตัวอย่างโดยพิจารณาคุณภาพน้ำตามเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 พบว่าคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียของอยู่ในเกณฑ์ดี พอใช้และไม่ดีคิดเป็นร้อยละ 50, 13 และ 37 ตามลำดับ

นงเกล้า และสมชาย (2550) ได้วิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านและทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยการทำให้ระบบการเติมอากาศในถังน้ำดิบและระบบการกรองจากถังกรอง และการเติม คลอรีน พบว่าทำให้ปริมาณเหล็กที่เกินมาตรฐาน (3.07 มิลลิกรัมต่อลิตร) ความขุ่น (27.3 NTU) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (240 MPN/100 มิลลิลิตร) และฟิคัลแบคทีเรีย (130 MPN/100 มิลลิลิตร) ลดลง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานซึ่งสามารถดื่มได้

รัชฎาพร และกมลชนก (2555) วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักและปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล โดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุงพื้นผิวทางเคมี เพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและการอุปโภคในเขตตำบล หองบัวศาลาและตำบลหนองระเวียง จังหวัดนครราชสีมา ได้ทำการปรับปรุงพื้นผิวทางเคมีของถ่านกัมมันต์ด้วยกรดไนตริก และทำการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในน้ำบาดาลใน ถูคูร้อนและถูดุฝน โดยทำการวิเคราะห์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพด้วยถ่านกัมมันต์ ผลการ วิเคราะห์พบว่าน้ำบาดาลในถูดูร้อนมีปริมาณเหล็กเกินค่ามาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้สำหรับอุปโภคและ เมื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลโดยใช้ถ่านกัมมันต์ จะทำให้มีปริมาณเหล็กลดลงและมีค่าไม่เกินค่า มาตรฐานน้ำบาดาล และนอกจากนี้ยังพบว่าน้ำบาดาลที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยถ่านกัมมันต์ที่ ปรับปรุงพื้นผิวทางเคมีแล้ว มีปริมาณ เหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีเฉลี่ยไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำ บาดาลที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมและหม้อไอน้ำ

จักรี (2555) เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาของระบบประปาหมู่บ้านแบบผิวดินและแบบ บาดาลในตำบลบุงแก้ว อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี พบว่าคุณภาพน้ำประปาแบบบาดาล จะมี ค่าความกระด้างเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้และการตรวจคุณภาพด้านชีวภาพของการผลิตน้ำประปาของ ทั้งสองแบบ มีค่าปริมาณฟิคัลโคลิฟอร์มและปริมาณโททัลโคลิฟอร์มเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ และ ตรวจไม่พบคลอรีนอิสระตกค้างหลงเหลือในน้ำ ซึ่งแสดงว่าน้ำจากระบบประปาหมู่บ้านทั้งสองแบบ ไม่เหมาะสมสำหรับการอุปโภคบริโภคโดยตรง ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาก่อน การนำไปใช้สำหรับการอุปโภคบริโภคต่อไป

ธนาวัฒน์ และคณะ (2553) รายงานการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในการบริโภค น้ำประปาที่ปนเปื้อนโลหะหนักจากระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง โดยการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักคือ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอทและสารหนู พบว่าในน้ำประปามีการปนเปื้อนโลหะหนัก ยกเว้นแคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอทและสารหนู และมีเพียงปริมาณเหล็กที่เกินค่ามาตรฐาน

วารสาร (2552) ประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (overlay) และการสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ผิวจากข้อมูลเชิงตัวเลข (interpolation) พบว่าพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีมีชั้นหินอุ้มน้ำหลัก 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา (Qfd) ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำ (Qt) ชั้นหินอุ้มน้ำหินปูนออร์โทควิเซียน (Ols) และชั้นหินอุ้มน้ำหินแปร (SDmm) ซึ่งมีปริมาณน้ำกักเก็บ 39,976, 3,081 , 1,044 และ 596 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ปริมาณการใช้น้ำบาดาล โดยเฉลี่ย 69 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนที่ไหลเติมลงสู่แหล่งน้ำบาดาลมีประมาณ 14 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ควรมีการเฝ้าระวังการปนเปื้อนแหล่งน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง ปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้มาตรฐานก่อนนำไปใช้

จารินี และคณะ (2554) ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลและน้ำผิวดินบริเวณอำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี ตัวอย่างน้ำบาดาล 13 จุด และ น้ำผิวดิน 7 จุด บริเวณอำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี ประกอบด้วย ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้าของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟต บีโอดี ซีโอดี ความกระด้าง และไขมันและน้ำมัน โดยวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย โลหะหนักวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง ICP-AES ในขณะที่แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดใช้วิธีการ multiple tube method นอกจากนี้ยังวิเคราะห์นิวไคลด์กัมมันตรังสีโดยใช้ระบบแกมมาสเปกโตรเมตรีและวัดความแรงรังสีรวมแอลฟาและบีตา โดยใช้เครื่องวัดรังสีแอลฟา-บีตาระดับแบกกราวด์ต่ำชนิด gas flow proportional counter ส่วนใหญ่แล้วพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์พบในน้ำบาดาลจะต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด แต่ค่าวิเคราะห์ที่พบในน้ำผิวดินจะมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่ตรวจพบในตัวอย่างมีต้นกำเนิดมาจากอนุกรมยูเรเนียมและอนุกรมทอเรียม ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ข้อมูลที่ได้จะใช้ในการประเมินการปนเปื้อนมลพิษในน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน

ฤทธิเดช บุญมา และขวัญเนตร สมบัติสุมภพ (2557) ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลในเขตเทศบาลตำบลหลักห้า อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อสำรวจคุณภาพแหล่งน้ำบาดาล ครอบคลุม 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลยกกระบัตร ตำบลหนองบัว ตำบลหนองสองห้อง และตำบลโรงเข้ โดยสุ่มและเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อบาดาลที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 5 ปี ขึ้นไป จำนวน 20 บ่อ พบว่า คุณภาพทางกายภาพ มีค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.26 ค่าความขุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 NTU คุณภาพทางเคมี พบว่าปริมาณเหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต คลอไรด์ และ TDS มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08, 0.06, 124, 10.29 และ 346 mg/L ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และคุณภาพทางชีวภาพ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51 CFU/mL ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ.2551 ยกเว้นค่า

ความกระด้างทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 305 mg/L อยู่ในเกณฑ์อนุโลมสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับสถิติการตรวจวัดคุณภาพน้ำบาดาล ย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ.2554-2556 พบว่า คุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกันโดยยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมีคุณภาพเหมาะสมในการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค-บริโภคและเพื่อการเกษตรกรรม

รัตน สนั่นเมือง และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาการกำจัดเหล็กในน้ำบาดาลสังเคราะห์ด้วยโคโคซานเมมเบรน พบว่าโคโคซานเมมเบรนสามารถดูดซับที่อุณหภูมิห้อง (28°C) และที่ 40°C ได้ดีที่พีเอช 2.5 - 7.0 (75.21 - 100.%) สำหรับสมมูลในการดูดซับนั้นเกิดขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงแรกจนกระทั่งชั่วโมงที่ 16 โดยสามารถดูดซับเหล็กได้ร้อยละ 72.33 - 97.61 ส่วนการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้น ของสารละลายเหล็กนั้น พบว่าโคโคซานเมมเบรนมีความสามารถในการดูดซับเหล็กเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเหล็กสูงขึ้นโดยประสิทธิภาพของการดูดซับที่ดีจะอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.5 - 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าร้อยละการดูดซับอยู่ในช่วง 69.20 - 96.61 ผลการศึกษาไอโซเทอมของการดูดซับพบว่าสอดคล้องกับสมการฟรุนดลิช ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นการดูดซับแบบต่อเนื่อง โดยมีค่าคงที่ K_f ในสมการฟรุนดลิชเท่ากับ 19.05 ซึ่งมีค่าสูง แสดงถึงความจุในการดูดซับของโคโคซานเมมเบรน ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการดูดซับสูงด้วย

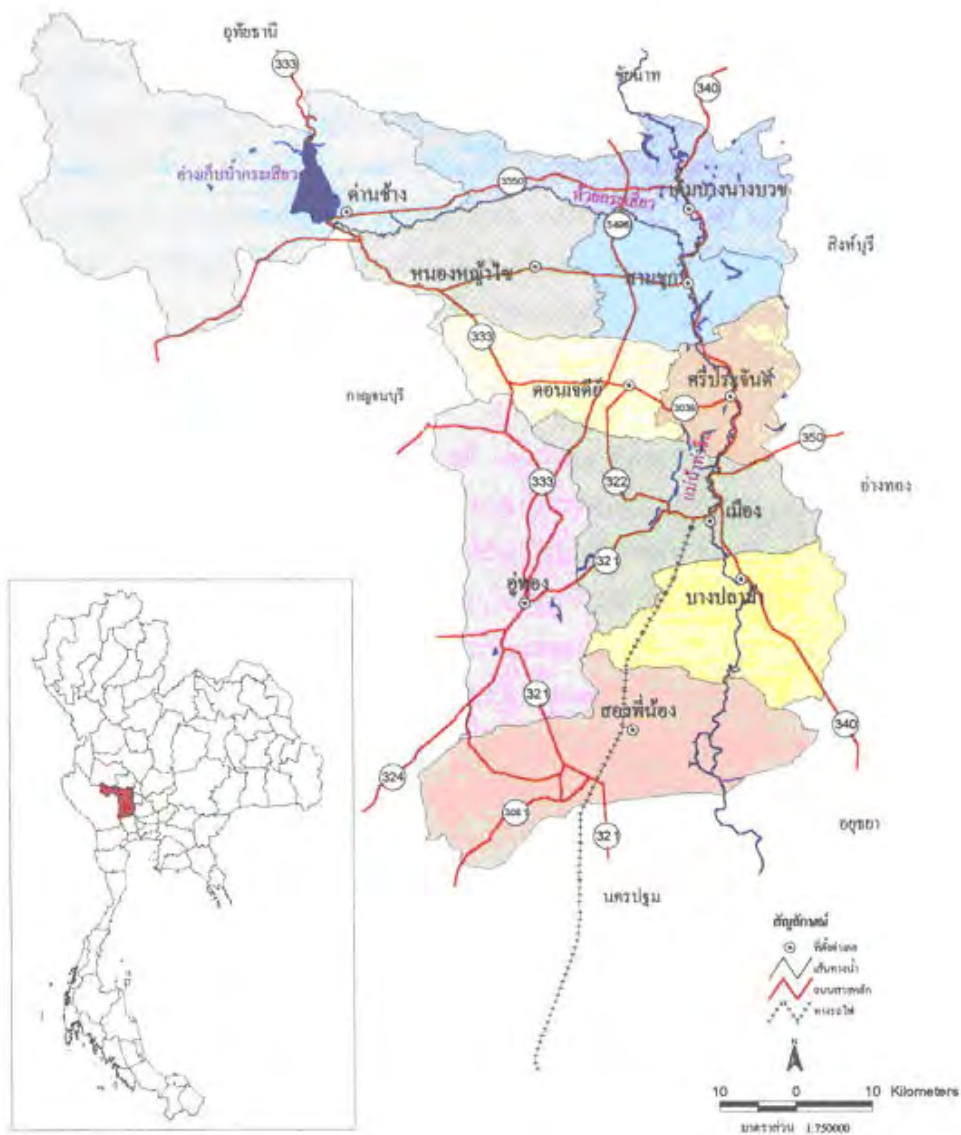
จากข้อมูลการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าลักษณะปัญหาของการปนเปื้อนที่มีผลต่อคุณภาพน้ำบาดาลจะมีลักษณะใกล้เคียงกันหรือเหมือนกันคือปัญหาความกระด้าง แมกานีส เหล็ก ฟลูออไรด์ที่พบในปริมาณที่เกินกว่าที่กำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับน้ำบาดาลเพื่อบริโภค ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงอุตสาหกรรมและประกาศของกรมอนามัย (สำนักบริหารจัดการน้ำ, 2547) ข้อเสนอแนะในรายงานวิจัยที่ผ่านมาได้เสนอในทิศทางเดียวกันคือน้ำบาดาลที่จะนำมาใช้เป็นประปาเพื่อการอุปโภคบริโภคจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพที่เหมาะสมเสียก่อน

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่ดำเนินการเก็บตัวอย่าง

การดำเนินงานวิจัยนี้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลที่ใช้ผลิตเป็นน้ำประปาหมู่บ้านในเขตอำเภอสามชุก อำเภอหนองหญ้าไซ และอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี แผนที่การปกครองจังหวัดสุพรรณบุรี ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนที่การปกครองจังหวัดสุพรรณบุรี

3.2 เครื่องมือ (apparatus) และวัสดุ

- 1) อะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS), CE3000 series, Thermo Scientific, USA
- 2) เตาอบไฟฟ้า, Binder FD115, Germany
- 3) เครื่องชั่ง, AND HM-200, Japan
- 4) Magnetic stirrer
- 5) pH meter
- 6) ชุดเครื่องมือช่าง เช่น สว่าน หินเจียร เครื่องเชื่อมพีวีซี ลวกเชื่อมพีวีซี เป็นต้น
- 7) ท่อพีวีซีและอุปกรณ์สำหรับทำเครื่องกรองน้ำครัวเรือนต้นแบบ และการถ่ายทอดเทคโนโลยี
- 8) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

3.3 สารเคมี (reagents)

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองเป็นเกรดวิเคราะห์ (reagent grade)

- 1) Lead(II) nitrate ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)
- 2) สารละลายมาตรฐาน Pb, Mn, Cd และ Fe เข้มข้น 1000 mg/L
- 3) Nitric acid (70% HNO_3), BDH, England
- 4) Sodium hydroxide (NaOH),
- 5) Ethylenediaminetetracetic acid (EDTA)
- 6) Eriochrome Black-T
- 7) Ethanolamine
- 8) ถ่านกัมมันต์
- 9) เรซินกรองน้ำ
- 10) แอมงกานีสกรีนแซน

3.4 วิธีการทดลอง (methodology)

3.4.1 การสำรวจและกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง

พื้นที่เก็บตัวอย่างจำนวน 88 ตัวอย่าง พื้นที่อำเภอสามชุก หนองหญ้าไซ และเดิมบางนางบวช ดังแสดงตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนตัวอย่างของการเก็บตัวอย่าง

อำเภอ	ตำบล	จำนวนตัวอย่าง
สามชุก	บ้านสระ	8
	สามชุก	2
	หนองสะเดา	5
	ย่านยาว	3
	กระเสี้ยว	4
	วังลึก	8
	หนองผักนาก	6
หนองหญ้าไซ	หนองโพธิ์	8
	หนองหญ้าไซ	8
	แจรงาม	4
	หนองราชวัตร	2
เดิมบางนางบวช	หัวเขา	8
	เขาพระ	5
	บ่อกรุ	5
	หนองกระทุ่ม	5
	เขาดิน	3
	ยางนอน	4

3.4.2 การเก็บตัวอย่างและการรักษาตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างน้ำประปา ดำเนินเก็บ 2 แบบคือ เก็บจากท่อส่งจากหอเก็บน้ำ และเก็บจากท่อประปาบริเวณบ้านของผู้ใช้ประปา โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) เปิดน้ำให้ไหลต่อเนื่องประมาณ 5-10 นาที
- 2) ภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ ต้องเป็นขวดพลาสติกหรือขวดแก้วที่สะอาดจะต้องล้างทั้งขวดและฝาด้วยตัวอย่างน้ำที่จะเก็บประมาณ 2-3 ครั้ง เก็บตัวอย่างน้ำให้เต็มขวดปิดฝาให้แน่น
- 3) ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เก็บจะต้องไม่น้อยกว่า 1 ลิตร
- 4) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ให้เติมกรดไนตริกที่มีความเข้มข้น (1:1) ปริมาตร 4 mL ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร ลงไปทันที ปิดฝาให้แน่นเขย่าให้เข้ากัน

3.4.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล

1) ความกระด้างรวม (total hardness) วิเคราะห์โดยการไทเทรตในห้องปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1.1) ตวงน้ำตัวอย่าง 100 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ 250 mL และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 2 mL
- 1.2) เติม eriochrome black-T 2-3 หยด (สารละลายเป็นสีม่วงแดง ถ้าน้ำตัวอย่างมีความกระด้าง)
- 1.3) ไทเทรตกับสารละลาย EDTA จนสารละลายกลายเป็นสีฟ้าอย่างถาวร
- 1.4) คำนวณความกระด้างรวม (หน่วย mg/L as CaCO₃) ดังสมการ

$$\text{ความกระด้างรวม (mg/L as CaCO}_3\text{)} = \frac{\text{mol}_{\text{EDTA}} \times \text{MW}_{\text{CaCO}_3}}{\text{Volume of sample}} \times 10^6$$

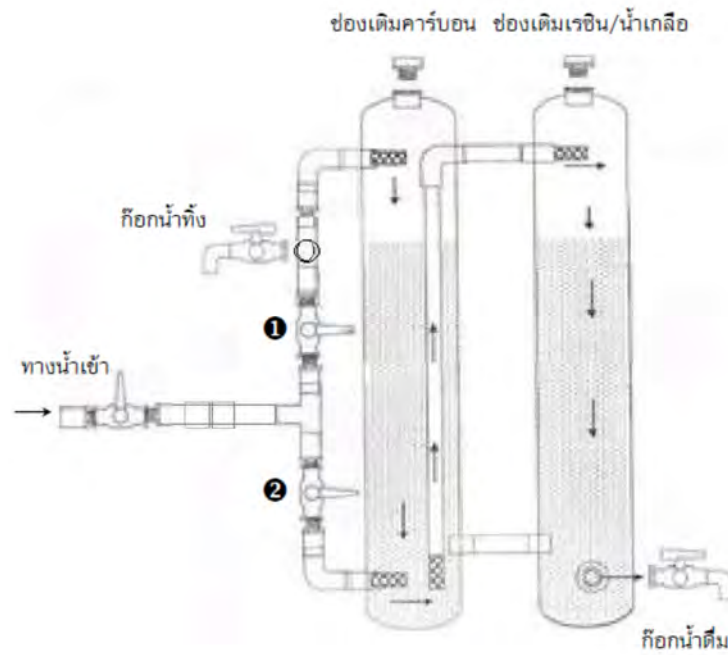
2) โลหะหนัก ได้แก่ Mn, Pb, Cd, Fe ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS (วิธีมาตรฐาน 3030 E) มีขั้นตอนดังนี้

- 2.1) ตวงน้ำตัวอย่าง 100 mL ใส่ในบีกเกอร์
- 2.2) เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 mL ปิดด้วยกระจกนาฬิกา ทำในตู้ดูดควัน
- 2.3) ค่อย ๆ ให้ความร้อนอย่างช้า ๆ โดยใช้เตาไฟฟ้า จนกระทั่งปริมาตรเหลือประมาณ 10-20 mL อย่าให้ระเหยจนแห้ง
- 2.4) เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 40 เจือจางให้ปริมาตรเท่ากับ 100 mL ด้วยน้ำบริสุทธิ์
- 2.5) นำไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง AAS

3.4.4 การผลิตเครื่องกรองน้ำครัวเรือนต้นแบบ

เครื่องกรองน้ำดื่มต้นแบบ

เครื่องกรองน้ำต้นแบบในงานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงจากเครื่องกรองน้ำที่สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ประชาชน แต่คณะผู้วิจัยได้ดัดแปลงเพื่อให้การประกอบได้ง่ายมากขึ้น รวมทั้งได้เพิ่มอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำ และสะดวกต่อการบำรุงรักษา ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แบบเครื่องน้ำกรองน้ำดื่มแบบ

3.4.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเครื่องน้ำครัวเรือน

- 1) ประสานกับผู้นำชุมชน เพื่อแจ้งกำหนดการและกิจกรรมสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเครื่องน้ำครัวเรือน
- 2) การบรรยายเรื่องคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคและการตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล
- 3) การสาธิตและฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การผลิตเครื่องน้ำครัวเรือน



บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล ช่วงเดือน มิถุนายน 2557 แสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าดัชนีที่ดำเนินการตรวจสอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยค่า pH อยู่ในช่วง 7.0-9.2 ความกระด้างทั้งหมดอยู่ในช่วง 110-590 mg/L as CaCO₃ ความเข้มข้นของแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.08 – 0.88 mg/L เหล็กอยู่ในช่วง nd-1.88 mg/L ตะกั่วอยู่ในช่วง nd-0.07 mg/L และแคดเมียมมีค่าต่ำกว่าความสามารถของเครื่องมือวิเคราะห์ได้ (non-detectable) จากผลดังกล่าวนี้ จะเห็นได้ว่าความกระด้างรวมทั้งที่ตรวจพบในน้ำประปาหมู่บ้านอยู่ในระดับสูง บางตัวอย่างมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่อนุโลมตาม ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551 ที่กำหนดเกณฑ์อนุโลมไว้ที่ 500 mg/L การปนเปื้อนของแมงกานีสและเหล็กพบว่ามีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานอนุโลมเกือบทุกพื้นที่ ส่วนตะกั่วตรวจพบในบางพื้นที่

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล ช่วงเดือน มกราคม 2558 แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าดัชนีที่ดำเนินการตรวจสอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยค่า pH อยู่ในช่วง 7.0-9.2 ความกระด้างทั้งหมดอยู่ในช่วง 111-540 mg/L as CaCO₃ ความเข้มข้นของแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.10 – 0.80 mg/L เหล็กอยู่ในช่วง nd-1.20 mg/L ตะกั่วและแคดเมียมมีค่าต่ำกว่าความสามารถของเครื่องมือวิเคราะห์ได้ (non-detectable) จากผลดังกล่าวนี้ จะเห็นได้ว่าความกระด้างรวมทั้งที่ตรวจพบในน้ำประปาหมู่บ้านอยู่ในระดับสูง



ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล ช่วงเดือน มิถุนายน 2557

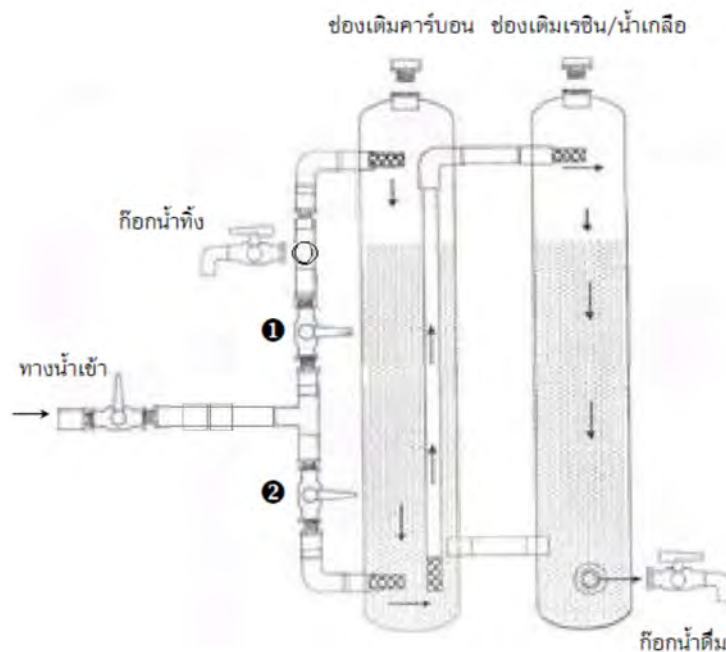
อำเภอ	ตำบล	n	pH	Total Hardness (mg/L as CaCO ₃)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
สามชุก	บ้านสระ	8	7.2-8.4	134 - 550	0.23-0.77	0.43-1.45	nd-0.07	nd
	สามชุก	2	7.4-8.8	295 - 320	0.08-0.55	nd-0.58	nd-0.04	nd
	หนองสะเดา	5	7.1-8.2	280 - 300	0.14-0.44	0.34-0.92	nd-0.03	nd
	ย่านยาว	3	7.0-9.0	125 - 352	0.11-0.34	0.10-0.88	nd-0.02	nd
	กระเสี้ยว	4	7.2-8.5	132 - 590	0.12-0.33	0.18-1.12	nd-0.04	nd
	วังลึก	8	7.0-8.9	110 - 296	0.12-0.54	nd-1.12	nd-0.05	nd
	หนองผักนาก	6	7.3-8.0	200 - 270	0.24-0.67	0.45-1.98	nd	nd
หนองหญ้าไซ	หนองโพธิ์	8	7.6-8.9	232 - 350	0.13-0.79	0.23-1.15	nd	nd
	หนองหญ้าไซ	8	7.7-9.2	245 - 327	0.18-0.87	nd-0.68	nd	nd
	แจ่งงาม	4	7.0-8.2	280 - 450	0.18-0.48	0.35-0.99	nd-0.05	nd
	หนองราชวัตร	2	7.6-9.0	225 - 357	0.12-0.39	0.17-1.24	nd	nd
เดิมบางนาง บวช	หัวเขา	8	7.2-8.3	232 - 368	0.10-0.38	0.19-1.37	nd	nd
	เขาพระ	5	7.1-8.3	210 - 325	0.10-0.50	nd-1.55	nd	nd
	บ่อกรู	5	7.1-8.0	250 - 356	0.20-0.69	0.55-1.88	nd	nd
	หนองกระทุ่ม	5	7.2-8.9	224 - 389	0.18-0.58	0.15-0.98	nd	nd
	เขาดิน	3	7.5-8.7	237 - 497	0.22-0.59	0.28-1.28	nd	nd
	ยางนอน	4	7.3-8.8	220 - 298	0.28-0.88	nd-1.45	nd	nd

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล ช่วงเดือน มกราคม 2558

อำเภอ	ตำบล	n	pH	Total Hardness (mg/L as CaCO ₃)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
สามชุก	บ้านสระ	8	7.4-8.6	114 - 325	0.20-0.71	0.23-1.15	nd	nd
	สามชุก	2	7.1-8.9	228 - 311	0.10-0.56	nd-0.44	nd	nd
	หนองสะเดา	5	7.1-8.9	277 - 287	0.10-0.40	nd-0.74	nd	nd
	ย่านยาว	3	7.1-9.2	120 - 277	0.10-0.30	nd-0.72	nd	nd
	กระเสี้ยว	4	7.6-8.7	130 - 540	0.14-0.37	nd-1.01	nd	nd
	วังลึก	8	7.0-8.6	111 - 285	0.10-0.50	nd-1.11	nd	nd
	หนองผักนาก	6	7.2-8.1	180 - 260	0.20-0.60	0.30-1.15	nd	nd
หนองหญ้าไซ	หนองโพธิ์	8	7.1-8.7	222 - 347	0.13-0.80	0.20-1.01	nd	nd
	หนองหญ้าไซ	8	7.4-9.0	222 - 322	0.20-0.88	nd-0.64	nd	nd
	แจ่งงาม	4	7.3-8.1	245 - 368	0.17-0.47	0.31-0.87	nd	nd
	หนองราชวัตร	2	7.3-9.1	212 - 344	0.10-0.37	0.14-1.12	nd	nd
เดิมบางนาง บวช	หัวเขา	8	7.2-8.7	224 - 375	0.11-0.40	0.11-1.45	nd	nd
	เขาพระ	5	7.4-8.7	227 - 355	0.10-0.48	nd-1.44	nd	nd
	บ่อกรู	5	7.1-8.2	242 - 377	0.20-0.50	0.47-1.15	nd	nd
	หนองกระทุ่ม	5	7.4-8.9	245 - 376	0.10-0.50	0.11-0.88	nd	nd
	เขาดิน	3	7.6-8.8	222 - 410	0.20-0.50	0.18-1.20	nd	nd
	ยางนอน	4	7.1-8.4	212 - 288	0.20-0.80	nd-1.14	nd	nd

4.2 เครื่องกรองน้ำต้นแบบ

เครื่องกรองน้ำต้นแบบในงานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงจากเครื่องกรองน้ำที่สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ประชาชน แต่คณะผู้วิจัยได้ดัดแปลงเพื่อให้การประกอบได้ง่ายมากขึ้น รวมทั้งได้เพิ่มอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำ และสะดวกต่อการบำรุงรักษา ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แบบเครื่องน้ำกรองน้ำต้นแบบ สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ

4.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ชั้นความหนา 8.5 มม. ยาว 50 ซม. จำนวน 2 ท่อน สำหรับเป็นท่อกรองสารคาร์บอนและท่อกรองเรซิน



2. ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ชั้นความหนา 8.5 มม. ยาว 35 ซม. จำนวน 1 ท่อน ปิดปลายด้านหนึ่งด้วยมุ้งลวดสแตนเลส เบอร์ 40 สำหรับเป็นท่อน้ำไหลผ่านจากท่อกรองสารคาร์บอนไปยังท่อกรองเรซิน



3. ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ชั้นความหนา 8.5 มม. ยาว 5 ซม. จำนวน 2 ท่อน และยาว 7 ซม. จำนวน 1 ท่อน ปิดปลายด้านหนึ่งด้วยมุ้งลวดสแตนเลส เบอร์ 40



4. ข้อต่อเกลียวใน ขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 6 ตัว
 - ใช้สำหรับทำฝาปิดท่อจำนวน 4 ตัว
 - ใช้สำหรับต่อก๊อกน้ำดื่ม จำนวน 1 ตัว ปิดปลายด้วยมุ้งลวดสแตนเลส เบอร์ 40
 - ใช้สำหรับต่อกับท่อกรองคาร์บอน จำนวน 1 ตัว ปิดปลายด้วยมุ้งลวดสแตนเลส เบอร์ 40



5. ข้อต่อเกลียวนอก ขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 2 ตัว



6. ข้อต่องอ 90 องศา พีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 2 ตัว



7. ข้อต่อสามทางเกลียวใน พีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 2 ตัว



8. ปลั๊กอุดเกลียวนอก พีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 4 ตัว



9. ก๊อกน้ำ ขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 2 ตัว



10. บอลวาล์วพีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 3 ตัว



11. ยูเนียน PVC ขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 1 ตัว



12. มุ้งลวดสแตนเลสกันสนิม เบอร์ 40



13. กาวประสานพีวีซี และผ้าพันเกลียว



14. ถ่านกัมมันต์ (คาร์บอน) ปริมาณ 1 ลิตร (ค่าไอโอดีนมากกว่า 1000) ใช้สำหรับกำจัดกลิ่น สี ของน้ำบาดาล



15. เรซินกรองน้ำ ปริมาณ 2 ลิตร ซึ่งใช้ดักจับหินปูน (ความกระด้างถาวร) โดยการแลกเปลี่ยนไอออน



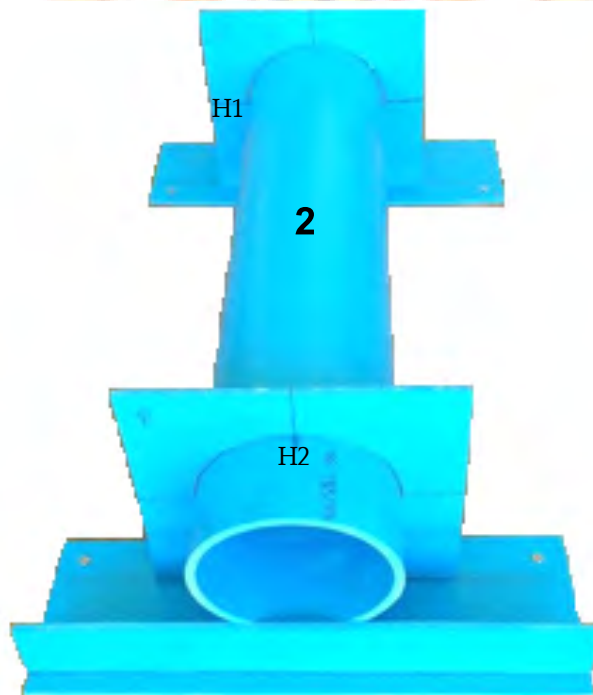
4.2.2 ขั้นตอนการทำเครื่องกรองน้ำ

1) การเตรียมท่อกรองน้ำ

1.1 ตัดท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 50 ซม. จำนวน 2 ท่อน สำหรับเป็นท่อกรองสารคาร์บอน (หมายเลข 1) และท่อกรองเรซิน (หมายเลข 2)



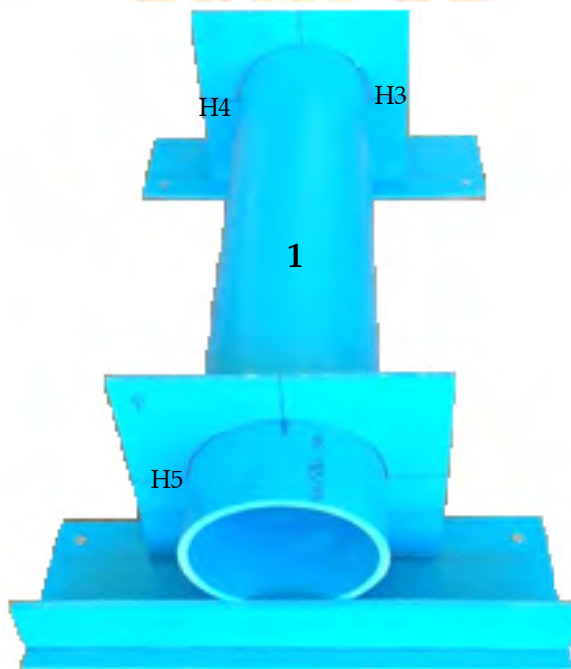
1.2 นำท่อหมายเลข 2 มาวางกำหนดตำแหน่งบนกระดานกำหนดตำแหน่ง เพื่อกำหนดรูปักก๊อมน้ำดื่ม (ตำแหน่ง H1) และรูเชื่อมท่อหมายเลข 1 (ตำแหน่ง H2)



1.3 นำท่อหมายเลข 2 มาเจาะรูตำแหน่ง H1 และตำแหน่ง H2 ด้วยหัวเจาะขนาด 30 มม.



1.4 นำท่อหมายเลข 1 มาวางกำหนดตำแหน่งบนกระดานกำหนดตำแหน่ง เพื่อกำหนดรูเชื่อมท่อหมายเลข 2 (ตำแหน่ง H3) และรูน้ำเข้า (ตำแหน่ง H4 ตรงข้ามกับรู H3 และ H5 แนวเดียวกับ H4)



1.5 นำท่อหมายเลข 1 มาเจาะรูตำแหน่ง H3 ด้วยหัวเจาะขนาด 28 มม.และตำแหน่ง H4 ด้วยหัวเจาะขนาด 22 มม.



(ตำแหน่ง H5 ยังไม่ต้องเจาะ)

หมายเหตุ เมื่อเจาะเสร็จแล้วให้ล้างท่อกรองทั้งสองท่อให้สะอาด ด้วยน้ำยาล้างจานและน้ำสะอาดตามลำดับ

2) การเตรียมฝาปิดท่อกรองน้ำ

2.1 ตัดท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 20 ซม. จำนวน 1 ท่อน สำหรับทำฝาปิดท่อกรอง ฝาตามแนวอนด้วยเลื่อยฉลุไฟฟ้า นำไปต้มในน้ำมันพืชที่ร้อน



2.2 เมื่อท่อพีวีซีอ่อนตัว ให้ใช้คีมคีบไปวางบนพื้นไม้อัดเรียบ แล้ววางไม้อัดอีกแผ่นทับ แล้วใช้แท่นปูนที่หนักวางทับ



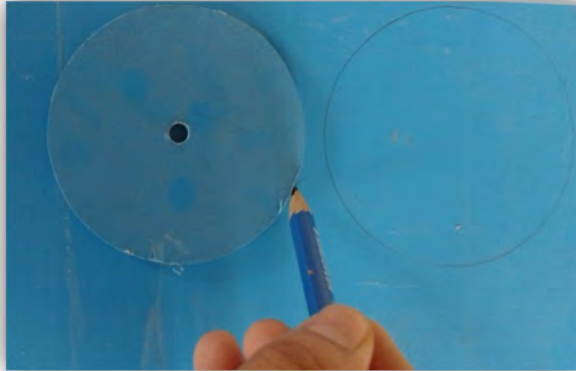
2.3 ทิ้งให้เย็นประมาณ 10-15 นาที จะได้แผ่นพีวีซีที่แบนเรียบ



2.4 นำแผ่นพีวีซีที่เรียบไปล้างด้วยน้ำยาล้างจาน และน้ำสะอาด ตามลำดับ เพื่อกำจัดคราบน้ำมันให้หมด



2.5 นำแผ่นพีวีซีที่คลี่เป็นแผ่นเรียบมาวาดแบบเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของท่อพีวีซี 3 นิ้ว



2.6 เจียรขอบให้พอดีกับขอบด้านในของท่อท่อพีวีซี 3 นิ้ว จำนวน 4 ชิ้น



2.7 เจาะรูตรงกลาง ด้วยหัวเจาะขนาด 30 มม.



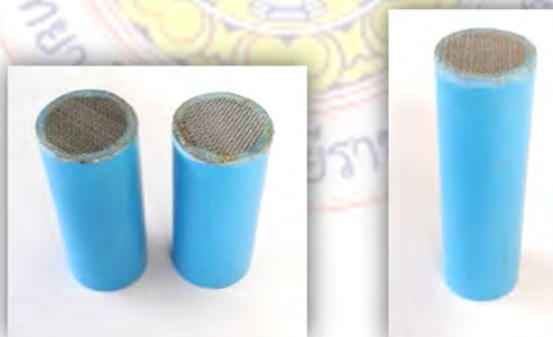
2.8 นำข้อต่อเกลียวใน ขนาด 1/2 นิ้ว มาสวมเข้าไปในรู แล้วเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมพีวีซีทั้งสองด้าน ให้เรียบร้อย จะได้ฝาปิดท่อกรองน้ำ จำนวน 4 อัน



3) ขั้นตอนการเตรียมชุดท่อส่งน้ำเข้า

ผู้ต้องทำการเตรียมชุดท่อส่งน้ำเข้า ก่อนเจาะรู H5 ของท่อหมายเลข 1 ถ้าเจาะก่อน อาจทำให้รูไม่ตรงกับชุดท่อส่งน้ำเข้า

3.1 ตัดท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ยาว 5 ซม. จำนวน 2 ท่อน และยาว 7 ซม. จำนวน 1 ท่อน ปิดปลายด้านหนึ่งด้วยมุ้งลวดสแตนเลส เบอร์ 40



3.2 ตัดท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ยาว 35 ซม. จำนวน 1 ท่อน ปิดปลายด้านหนึ่งด้วยมุ้งลวดสแตนเลส เบอร์ 40



3.3 ตัดท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว 4 ซม. จำนวน 6 ท่อน สำหรับเป็น
ตัวต่อชุดน้ำเข้า



3.4 ขั้นตอนการประกอบชุดท่อส่งน้ำเข้า โดยใช้กาวประสานพีวีซี

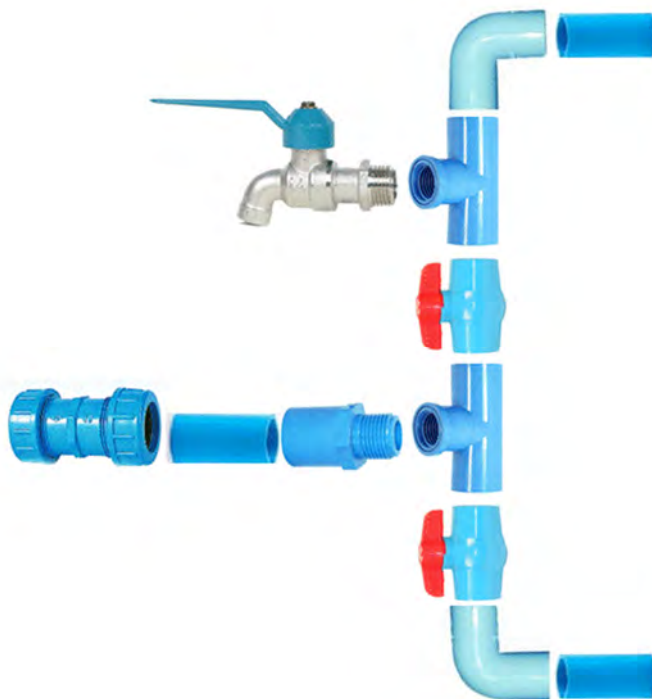
3.4.1) นำท่อ A มาต่อกับข้อต่ออ จำนวน 2 ชุด

3.4.2) นำบอลวาล์วต่อกับข้อต่อสามทางเกลียวใน ทั้งสองด้าน โดยบอลวาล์วตั้งฉากกับ
นำข้อต่อสามทางเกลียวใน 3.4.3) นำข้อต่อสามทางเกลียวในต่อกับบอลวาล์วตัวบน โดยให้เกลียว
ในตรงกับบอลวาล์ว

3.4.4) นำข้อต่ออที่ต่อกับท่อ A ต่อกับบอลวาล์วตัวล่าง โดยให้ข้อต่ออที่ต่อกับท่อ A
ตั้งฉากกับบอลวาล์ว

3.4.5) นำข้อต่ออที่ต่อกับท่อ A ต่อกับข้อต่อสามทางเกลียวใน (ตัวบน) โดยให้ข้อต่ออที่
ต่อกับท่อ A ตั้งฉากกับเกลียวใน

3.4.6) นำท่อ B มาต่อกับข้อต่อเกลียวนอก โดยให้ด้านปิดด้วยมุ้งลวดอยู่ด้านในข้อต่อ
เกลียวนอก อีกด้านของท่อ B ไว้ต่อกับทางน้ำเข้าด้วยยูเนียน



3.4.7) เมื่อประกอบเสร็จ จะได้ชุดท่อส่งน้ำเข้า ดังรูป



3.4.8) นำท่อ C มาต่อกับข้อต่ออ สำหรับเป็นท่อส่งน้ำจากระหว่างท่อกรองคาร์บอนและท่อกรองเรซิน



4) ขั้นตอนการประกอบท่อกรองเรซิน (ท่อหมายเลข 2)

4.1 นำข้อต่อตรงเกลียวในปิดปลายด้านข้อต่อด้วยมุ้งลวดสแตนเลส เบอร์ 40



4.2 นำข้อต่อตรงเกลียวในสวมเข้าไปรู H1 และ H2 ของท่อหมายเลข 2 แล้วเชื่อมด้วย
ลวดเชื่อมพีวีซีให้เรียบร้อย



4.3 นำฝาปิดมาเชื่อมทั้งสองด้านของท่อหมายเลข 2 และรู H2 นำข้อต่อเกลียวนอกพัน
ด้วยผ้าพันเกลียวหมุนเข้าไปให้แน่น เพื่อป้องกันการรั่วซึม



5) ขั้นตอนการประกอบท่อกรองคาร์บอน (ท่อหมายเลข 1)

5.1 นำชุดท่อส่งน้ำเข้า มากำหนดตำแหน่งรูด้านล่าง (รู H5) แล้วเจาะรูตำแหน่ง H5 ด้วยหัวเจาะขนาด 22 มม.



5.2 ต่อท่อส่งน้ำจากระหว่างท่อกรองคาร์บอนและท่อกรองเรซิน ผ่านรู H3



5.3 ทำการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมพีวีซีให้เรียบร้อย



5.4 เชื่อมชุดท่อส่งน้ำเข้า ตรงตำแหน่งรู H4 และรู H5



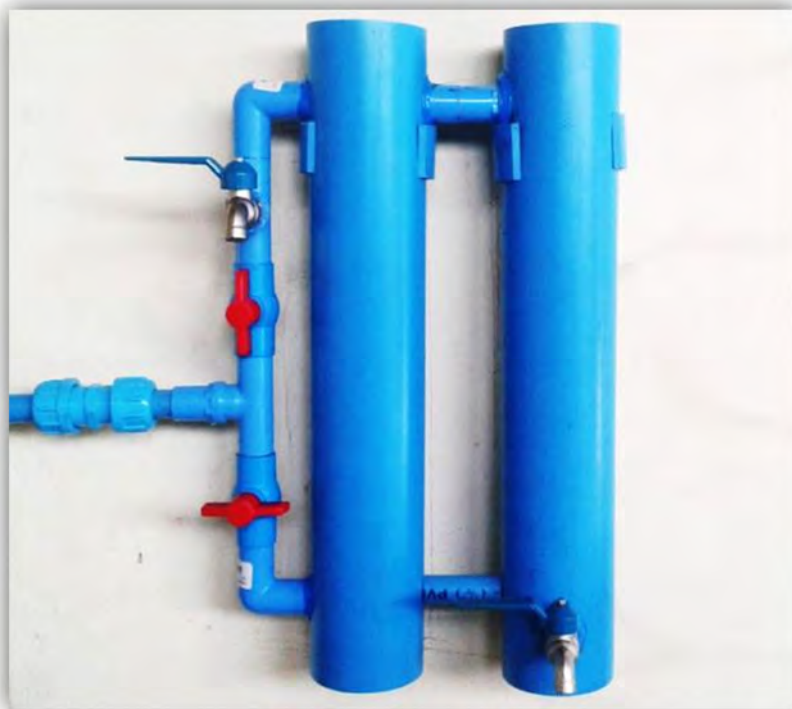
5.5 นำฝาปิดมาเชื่อมทั้งสองด้านของท่อหมายเลข 2 และรู H2 นำข้อต่อเกลียวนอกพันด้วยผ้าพันเกลียวหุ้มเข้าไปให้แน่น เพื่อป้องกันการรั่วซึม



5.6 นำท่อพีวีซียาว 4 ซม. มาทากาวต่อเชื่อมระหว่างท่อหมายเลข 1 และท่อหมายเลข 2



5.7 ต่อก๊อกน้ำดื่มและก๊อกน้ำทิ้ง แล้วบรรจุถ่านกัมมันต์ 1 ลิตร ในท่อหมายเลข 1 และบรรจุเรซิน 2 ลิตร ในท่อหมายเลข 2 หมุนจุกปิดให้สนิท จะได้เครื่องกรองน้ำ



รูปที่ 4.00 เครื่องกรองน้ำครัวเรือนต้นแบบ

4.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเครื่องกรองน้ำครัวเรือน

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเครื่องกรองน้ำครัวเรือน ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี ณ หมู่ที่ 12 ต.หนองโพธิ์ อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี ระหว่างวันที่ 18 - 19 กรกฎาคม 2558





วิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล





ข้อมูลการนำไปใช้ประโยชน์



บ้านนางบังอร ชัยศรี



บ้านนายประสิทธิ์ กาฬภักดี



บ้านนายไสว ภูมิ่ง



บ้านผู้ใหญ่สุพจน์ ภูซัง



บ้านนางนิตยา ภูซัง



บ้านนางหลอด จันทร์สุวรรณ

คำแนะนำการติดตั้งและการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำ

การติดตั้งเครื่องกรองน้ำควรติดตั้งในตำแหน่งที่ใช้งานและบำรุงรักษาได้สะดวก ไม่ควรติดตั้งกลางแจ้งหรือถูกแสงแดด เครื่องกรองน้ำชุดนี้ได้ออกแบบให้มีแผ่นกรองน้ำก่อนเข้าเครื่องกรองน้ำซึ่งสามารถถอดล้างเศษตะกอนได้โดยสะดวก ผู้ใช้ควรติดตั้งบอลวาล์วเปิด-ปิด ก่อนต่อน้ำเข้าเครื่องกรองน้ำจุดหนึ่ง เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

การตรวจสอบคุณภาพน้ำหลังผ่านเครื่องกรองเมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง โดยเปิดก๊อกน้ำดื่มใส่แก้ว แล้วหยดสารทดสอบ 2 หยด ถ้าน้ำเป็นสีน้ำเงินเขียว แสดงว่าเรซินยังสามารถใช้งานได้ดี แต่ถ้าน้ำเปลี่ยนเป็นสีม่วง แสดงว่า เรซินหมดสภาพ ต้องทำการฟื้นฟูสภาพโดยใช้น้ำเกลือ ตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ปิดวาล์ว ❶ และปิดวาล์ว ❷ เปิดจุกช่องเติมเรซิน/น้ำเกลือ
- 2) เปิดก๊อกน้ำดื่มใส่ภาชนะ (2 ลิตร) ละลายเกลือแกงประมาณ 200 กรัม คนให้ละลาย ปิดก๊อกน้ำดื่ม นำน้ำเกลือไปเติมช่องเติมเรซิน/น้ำเกลือ แช่ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที
- 3) เปิดก๊อกน้ำดื่มใส่ภาชนะ แล้วนำกลับไปเติมช่องเติมเรซิน/น้ำเกลือ ทำซ้ำอีก 2-3 รอบ ปิดจุกช่องเติมเรซิน/น้ำเกลือ ให้แน่นสนิท
- 4) ทิ้งไว้ 30 นาที เปิดวาล์ว ❶ และเปิดก๊อกน้ำดื่ม ทิ้งน้ำให้ไหลผ่าน จนกระทั่งน้ำกรองไม่มีรสเค็ม เสร็จขั้นตอนการล้าง ใช้งานได้ตามปกติ

ขั้นตอนการล้างสารกรองคาร์บอน

- ปิดวาล์ว ❶ เปิดวาล์ว ❷ เปิดก๊อกน้ำทิ้ง จนกระทั่งน้ำล้างใส ควรล้างเดือนละ 1 ครั้ง



ตารางที่ 4.3 งบประมาณการทำเครื่องกรองน้ำต่อ 1 เครื่อง (ราคาโดยประมาณ)

รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	รวมราคา (บาท)
1. ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ชั้นความหนา 8.5 มม. ยาว 50 ซม.	2 ท่อน	60	120
2. ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ชั้นความหนา 8.5 มม.	1 ท่อน	50	50
3. มุ้งลวดสแตนเลสกันสนิม เบอร์ 40			
4. ข้อต่อเกลียวใน ขนาด 1/2 นิ้ว	6 อัน	4	24
5. ข้อต่อเกลียวนอก ขนาด 1/2 นิ้ว	2 อัน	3	6
6. ข้อต่ออง 90 องศา พีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว	2 อัน	5	10
7. ข้อต่อสามทางเกลียวใน พีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว	2 อัน	11	22
8. ปลั๊กอุดเกลียวนอก พีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว	4 อัน	2	8
9. ก๊อกน้ำ ขนาด 1/2 นิ้ว	2 อัน	70	140
10. บอลวาล์วพีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว	3 อัน	40	120
11. ยูเนียน PVC ขนาด 1/2 นิ้ว	1 อัน	45	45
12. กาวประสานพีวีซี และผ้าพันเกลียว		25	25
13. ถ่านกัมมันต์ (คาร์บอน)	1 ลิตร	80	80
14. เรซินกรองน้ำ	2 ลิตร	100	200
ราคารวมโดยประมาณ			850

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การดำเนินการวิจัยเพื่อประเมินคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้เป็นระบบน้ำประปาหมู่บ้านโดยไม่มี การบำบัดก่อนส่งจ่ายไปยังครัวเรือน ในอำเภอสามชุก อำเภอหนองหญ้าไซและอำเภอเดิมบางนาง บวชรวม 88 ตัวอย่าง การดำเนินการวิจัยระยะที่ 1 ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้านที่ผลิต จากน้ำบาดาลช่วงเดือน มิถุนายน 2557 พบว่าดัชนีที่ดำเนินการตรวจสอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยค่า pH อยู่ในช่วง 7.0-9.2 ความกระด้างทั้งหมดอยู่ในช่วง 110-590 mg/L as CaCO₃ ความเข้มข้นของแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.08 – 0.88 mg/L เหล็กอยู่ในช่วง nd-1.88 mg/L ตะกั่ว อยู่ในช่วง nd-0.07 mg/L และแคดเมียมมีค่าต่ำกว่าความสามารถของเครื่องมือวิเคราะห์ได้ (non-detectable) จากผลดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่าความกระด้างรวมทั้งที่ตรวจพบในน้ำประปาหมู่บ้านอยู่ใน ระดับสูง บางตัวอย่างมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่อนุโลมตาม ประกาศกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการ ป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551 ที่กำหนด เกณฑ์อนุโลมไว้ที่ 500 mg/L การปนเปื้อนของแมงกานีสและเหล็กพบว่ามีค่าเกินกว่าเกณฑ์ มาตรฐานอนุโลมเกือบทุกพื้นที่ ส่วนตะกั่วตรวจพบในบางพื้นที่

การดำเนินการวิจัยระยะที่ 2 ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้านที่ผลิตจากน้ำบาดาล ช่วงเดือน มกราคม 2558 พบว่าดัชนีที่ดำเนินการตรวจสอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยค่า pH อยู่ ในช่วง 7.0-9.2 ความกระด้างทั้งหมดอยู่ในช่วง 111-540 mg/L as CaCO₃ ความเข้มข้นของ แมงกานีสอยู่ในช่วง 0.10 – 0.80 mg/L เหล็กอยู่ในช่วง nd-1.20 mg/L ตะกั่วและแคดเมียมมี ค่าต่ำกว่าความสามารถของเครื่องมือวิเคราะห์ได้ (non-detectable) จากผลดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่า ความกระด้างรวมทั้งที่ตรวจพบในน้ำประปาหมู่บ้านอยู่ในระดับสูง

เครื่องกรองน้ำต้นแบบในงานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงจากเครื่องกรองน้ำที่สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี ให้แก่ประชาชน แต่คณะผู้วิจัยได้ดัดแปลงเพื่อให้การประกอบได้ง่ายมากขึ้น รวมทั้งได้เพิ่มอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำ และสะดวกต่อการบำรุงรักษา

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเครื่องกรองน้ำครัวเรือนได้ดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการ ให้แก่พื้นที่ในอำเภอหนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี จำนวนเครื่องกรองน้ำที่ผลิตได้ประมาณ 60 เครื่อง การเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการดูแลรักษาเครื่องกรองที่มีอยู่เดิมและการฟื้นฟูประสิทธิภาพ เครื่องกรองน้ำจากการวิจัยนี้เป็นสิ่งที่จำเป็น ผู้วิจัยยังคงดำเนินการให้ความรู้การตรวจคุณภาพ ดัชนีความกระด้างของน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำครัวเรือน และให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการ ฟื้นฟูเรซินกรองความกระด้างอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ

- 1) การตรวจดัชนีความกระต้างของน้ำที่ผ่านการกรองต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อให้คุณภาพน้ำประปาเหมาะสมกับการอุปโภคและบริโภค
- 2) น้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำไม่เหมาะต่อการบริโภคโดยตรง เนื่องจากไม่มีการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ดังนั้นจึงต้องมีคำแนะนำให้ผ่านการต้มเสียก่อน
- 3) การพัฒนาเครื่องน้ำในขั้นต่อไปควรเพิ่มอุปกรณ์ฆ่าเชื้อได้ เช่นหลอดยูวี เป็นต้น



เอกสารอ้างอิง

- การประปาส่วนภูมิภาค. ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา. [ออนไลน์]. 2556. แหล่งที่มา:
<http://www.pwa.co.th/service/treatment.html> [10 มิถุนายน 2556]
- การประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดสุพรรณบุรี. [ออนไลน์]. 2556. แหล่งที่มา:
<http://www.pwa.co.th/province/index.php?Province=72&pwa=5540319> [7
กรกฎาคม 2556]
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2537. คู่มือตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี, โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ข้อมูลพื้นฐาน องค์การบริหารจังหวัดสุพรรณบุรี. [ออนไลน์]. 2556. แหล่งที่มา:
<http://www.suphan.go.th/content-10-420.html> [7 มิถุนายน 2556]
- คลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์. การผลิตสารกรองสนิมเหล็กและแมงกานีสในน้ำบาดาล.
[ออนไลน์]. 2556. แหล่งที่มา:
www.clinictech.most.go.th/online/techlist/techlist_click.asp?tid=1151 [12
กรกฎาคม 2556]
- คลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยแม่โจ้. วัสดุในการทำสารกรองสนิมเหล็ก. [ออนไลน์]. 2556.
แหล่งที่มา: <http://www.clinictec.mju.ac.th/product6.htm> [12 กรกฎาคม 2556]
- จินดารัตน์ โดกมลธรรม และคณะ. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านในตำบลหนองบัว อ.
เมือง จ.กาญจนบุรี, รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี (2549).
- จักรี ศรีแสง. การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาของระบบประปาหมู่บ้าน แบบผิวดินและแบบ
บาดาล ในตำบลบึงแก้ว อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี. บทความวิจัย สำนักงาน
สาธารณสุขจังหวัดอุดรธานี. 2555.
- จารินี วังสว่าง และคณะ. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลและน้ำผิวดินบริเวณอำเภอสรีราชา จังหวัด
ชลบุรี. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิเวศศาสตร์ ครั้งที่ 12. 6-7 กรกฎาคม
2554. โรงแรมแชงกรีลา กรุงเทพฯ. 2554
- เชษฐพันธ์ กาศแก้ว. 2542. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบประปาหมู่บ้านผิวดินกรม
อนามัย. วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ธนาวัฒน์ รักกมล และคณะ. การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในการบริโภคน้ำประปาที่ปนเปื้อน
โลหะหนัก : กรณีศึกษาระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม
จังหวัดพัทลุง. วารสารสาธารณสุขและการพัฒนา. 8 (2553) 159-171
- นพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์. การศึกษาคุณภาพน้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง, 2545

- นฏเกล้า ชีตตะสังคะ และ สมชาย สอนไคร้. การพัฒนาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อการบริโภค
กรณีศึกษา บ้านหนองเรียงเหนือ หมู่ที่ 8 ตำบลในเมือง อำเภอสุวรรณโคโลก จังหวัดสุโขทัย.
ปริญญาบัณฑิต, สาขาสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 2550
- ไพรัช พละศักดิ์ การพัฒนาคุณภาพน้ำประปาในพื้นที่ตำบลสะลวง อำเภอเมือง จังหวัด
เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น, วิทยาลัยการ
ปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553
- มณฑรี บ่างวิรุฬห์รักษ์. 2532. คุณภาพน้ำบาดาลในเขตอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมในอำเภอ
พระประแดงและราษฎร์บูรณะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย:
กรุงเทพฯ.
- รัชฎาพร วัชรวิชานันท์ และ กมณชนก วงศ์สุสุนัน. การวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล
เพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและการอุปโภคบริโภคในเขตตำบลหนองบัวศาลาและตำบลหนองระ
เวียง จังหวัดจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุงพื้นผิวทางเคมี. ใน การจัด
ประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 13. หน้า 341-348. 17
กุมภาพันธ์ 2555. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2555
- สุรัชชัย อังคณาสัยพันธ์ และคณะ. 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคและบริโภคใน
เขตตำบลลาดหญ้า อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี. รายงานผลการวิจัย, ภาควิชาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี: กาญจนบุรี.
- สำนักบริหารจัดการน้ำ. (2547). คู่มือควบคุมการผลิตน้ำประปา ระบบประปาผิวดินรูปแบบของ
กรมทรัพยากรน้ำ. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม
- Eaton, A.D., Clescere, L.S., Greenberg, A.E. 1995. Standard methods for the
examination of water and wastewater. 19th ed. American Public Health
Association, Washington, DC.

ภาคผนวก ก

มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน		
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด	
ทางกายภาพ	1.สี (Colour)	แพลทินัม-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	-	

แหล่งที่มา: ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551 ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 85 ง ลงวันที่ 21 พฤษภาคม 2552