รายงานการวิจัย

เรื่อง

การสำรวจคุณภาพน้ำใต้ดินในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

SURVEYING GROUNDWATER QUALITY IN UBON RATCHATHANI UNIVERSITY CAMPUS

อุทิศ พิมะคุณ เกรียงศักดิ์ ชุนไชย

มารีนา นุ้ยหมีม ไพรัตน์ แก้วสาร

วัลยา วิริยเสนกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

กุมภาพันธ์ 2537

รายงานการวิจัย

การสำรวจคุณภาพน้ำใต้ดินในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

คณะผู้วิจัย

1. อุทิศ หิมะคุณ	หัวหน้าโครงการวิจัย
2. เกรียงศักดิ์ ชุนไชย	ผู้ร่วมวิจัย
3. มารีนา นุ้ยหมื่น	"
4. ไพรัตน์ แก้วสาร	"
5. วัลยา วิริยเสนกุล	"

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

กุมภาพันธ์ 2537

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงบประมาณ ประจำปี 2536

บทคัดย่อ

น้ำที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีนั้น ส่วนใหญ่เป็นน้ำใต้ดิน ซึ่งอยู่ในระดับ 4-6 เมตร จากผิวดินด้านบน ดังนั้นการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจึงมีความสำคัญมากเพราะจะทำให้ทราบถึงสภาพของน้ำใต้ดินในบริเวณมหาวิทยาลัย ซึ่งการวิเคราะห์ในครั้งนี้จะอิงดัชนีคุณภาพที่กำหนดตามมาตรฐานน้ำบาดาลใช้บริโภค ของกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินนั้น พบว่าโดยทั่วไปแล้วปราศจากความเค็ม มีความกระด้างน้อย จัดอยู่ในเกณฑ์น้ำอ่อน ส่วนไนเตรทมีอยู่ปริมาณน้อยมาก แต่เหล็กจะมีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานมาก รวมทั้งแมงกานีสซึ่งมีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานมากเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำใต้ดินส่วนใหญ่จะมีความขุ่น และการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูง ส่วนน้ำในหนองอีเจมซึ่งเป็นแหล่งน้ำผิวดินยังมีคุณภาพเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งน้ำที่ใช้ในการทำประปาได้

Abstract

Mostly water supply and consumtive used in UBU has been delivered from ground water which's 4 - 6 m.depth of the level. To determine and analysis the water qualities is important to know the ground water potential. This evaluation is refered to the ground water standard of ground water division,ministry of minerals.

It has been found that the ground water is generally's non saline and a little of allkaline which is ground as soft water. Not more than the standard of nitrate but ferrus as well as manganise are more. The water tubidity's quite high and the septic contamination as coloform bacteria is also. However the surface water resurvoir (Nong-E-Jam) could be water supply source of UBU.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยเรื่อง การสำรวจคุณภาพน้ำใต้ดินในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ใคร่ขอแสดงความขอบคุณต่อสำนักงบประมาณ ที่ได้ให้เงินทุนอุดหนุนในการดำเนินการวิจัยนี้ และขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้อำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำบ่อเจาะสำหรับเก็บน้ำตัวอย่าง

นอกจากนี้หากไม่ได้รับความร่วมมือจากฝ่ายโรงงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี นายวุฒิศักดิ์ สงสอน, นายสุนันท์ จรรยาภรณ์ และนายสุข ดำพะธิก ในด้านการสร้างบ่อเจาะสำหรับเก็บน้ำตัวอย่างแล้ว งานวิจัยของโครงการนี้คงจะดำเนินการไม่ได้ ดังนั้นคณะผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ใคร่ขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตลอดจนพนักงานพิมพ์ดีดของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความร่วมมือในการพิมพ์งานวิจัยครั้งนี้อย่างดียิ่ง

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 เนื้อหาของเอกสารรายงาน	2
บทที่ 2 การสำรวจพื้นที่เจาะบ่อ วิธีการเจาะบ่อ และโครงสร้างของบ่อ	3
2.1 การสำรวจพื้นที่	3
2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะบ่อ	12
2.3 วัสดุที่ใชในการเจาะบ่อ และทำบ่อเจาะ	16
2.4 วิธีการเจาะบ่อ และโครงสร้างของบ่อเจาะ	17
บทที่ 3 การเก็บน้ำตัวอย่างจากบ่อเจาะ	23
3.1 อุปกรณ์การเก็บน้ำตัวอย่าง	23
3.2 วิธีเก็บน้ำตัวอย่าง	24
3.3 การเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง	24
3.4 การส่งน้ำตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการ	27
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	28
4.1 จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	29
4.2 ช่วงเวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง	30
4.3 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์	30
4.4 ผลการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างจากบ่อที่เจาะ	31
4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในหนองอีเจม	33

		หน้า
บทที่ 5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	47
	5.1 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	47
	5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง		48
ภาคผนวก		49

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ

จังหวัดอุบลราชธานีเป็นจังหวัดสุดเขตแดนภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ทั้งสิ้น 19,240.553 ตารางกิโลเมตร อยู่ในส่วนตะวันออกของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีปริมาณฝนตกมากพอสมควร โดยเฉลี่ยแล้วในปีหนึ่ง ๆ มีฝนตกประมาณ 122 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 1,609.1 มม. ทำให้พื้นดินในบริเวณนี้มีปริมาณน้ำใต้ดินมาก ซึ่งส่งผลให้คนส่วนใหญ่ในจังหวัดอุบลราชธานีประมาณ 90 เปอร์เซนต์ นำน้ำใต้ดินมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคและการเกษตรกรรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นมหาวิทยาลัยของรัฐบาลที่ตั้งอยู่ในเขตบริเวณ อ.วารินชำราบ ซึ่งเป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดอุบลราชธานี อยู่ห่างจากตัวอำเภอไปทางทิศใต้เป็นระยะทางประมาณ 8 ก.ม. ตามทางหลวงแผ่นดินสายวารินชำราบ-เดชอุดม มีพื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 4,875 ไร่ แสดงดังรูปที่ 1.1 ซึ่งน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคภายในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินมาทำเป็นน้ำประปาใช้ภายในมหาวิทยาลัย น้ำที่นำมาทำเป็นน้ำประปาส่วนหนึ่งก็จะมาจากน้ำฝนซึ่งไหลร่วมกับน้ำบริเวณผิวดิน น้ำส่วนนี้จะมีเศษวัสดุหรือสารเคมีปะปนอยู่ ซึ่งสารที่ปะปนอยู่นั้นยังไม่ทราบว่ามีสารอะไรบ้าง และจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อผู้ที่อุปโภคและบริโภค จากเหตุผลนี้ทำให้ทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้ทำการศึกษาวิจัยว่า น้ำผิวดินในบริเวณมหาวิทยาลัยมีสารอะไรปนเปื้อนอยู่บ้าง, ปริมาณมากเพียงใด และมีผลกระทบต่อผู้บริโภคเป็นอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. เพื่อเป็นแนวทางการควบคุมสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และบริเวณใกล้เคียง
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะทำการศึกษาวิจัยต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

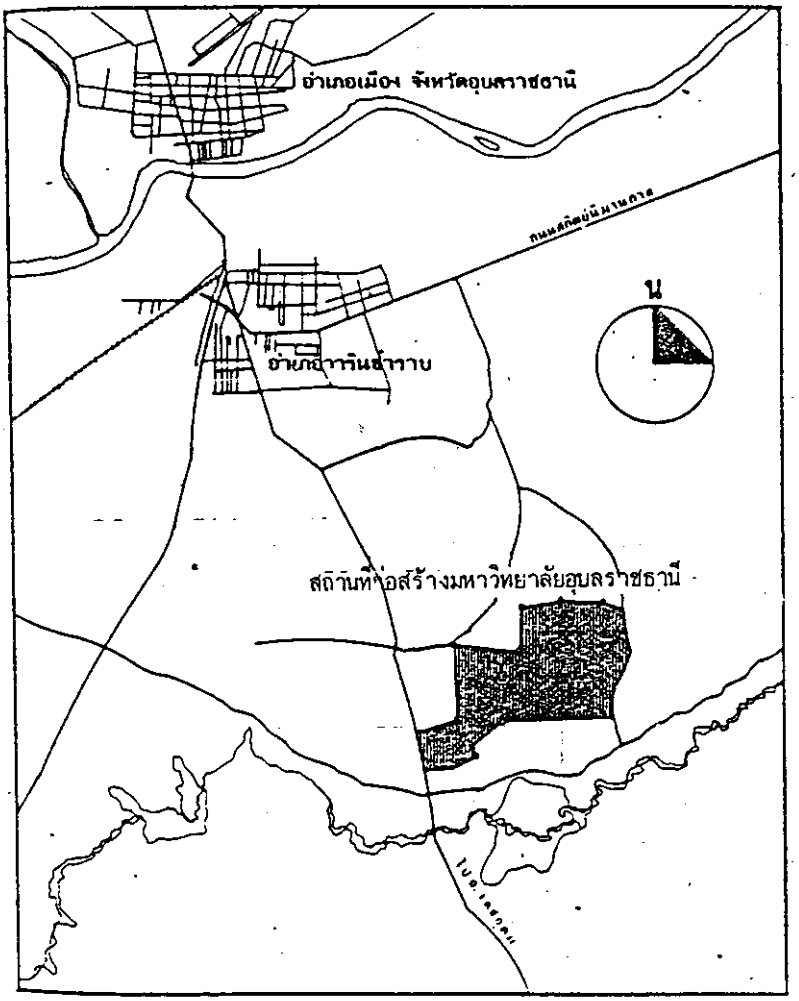
1. สำรวจพื้นที่ เพื่อที่จะกำหนดสถานที่ที่จะทำการขุดเจาะบ่อภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

2. สร้างอุปกรณ์เจาะบ่อน้ำตื้น, สร้างบ่อเจาะและเก็บน้ำตัวอย่าง

3. วิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างว่ามีผลกระทบต่อผู้อุปโภคบริโภคอย่างไร

1.4 เนื้อหาของเอกสารรายงาน

เอกสารรายงานโครงการ "สำรวจคุณภาพน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัย" นี้แบ่งออกเป็น 5 บท ในบทที่ 1 จะกล่าวถึงข้อปัญหา วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการวิจัย บทที่ 2 กล่าวถึงการสำรวจพื้นที่เจาะบ่อภายในบริเวณมหาวิทยาลัย อุปกรณ์เจาะบ่อและวิธีการเจาะบ่อและการทำบ่อเพื่อที่จะนำมาขึ้นมาใช้เป็นน้ำตัวอย่างในการวิเคราะห์ บทที่ 3 กล่าวถึงการเก็บน้ำตัวอย่างจากบ่อเพื่อนำไปวิเคราะห์ว่ามีสารอะไรบนเปื้อนอยู่บ้าง บทที่ 4 กล่าวถึงผลการศึกษาข้อมูลจากน้ำตัวอย่าง บทที่ 5 จะเป็นการที่สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากโครงการวิจัยนี้



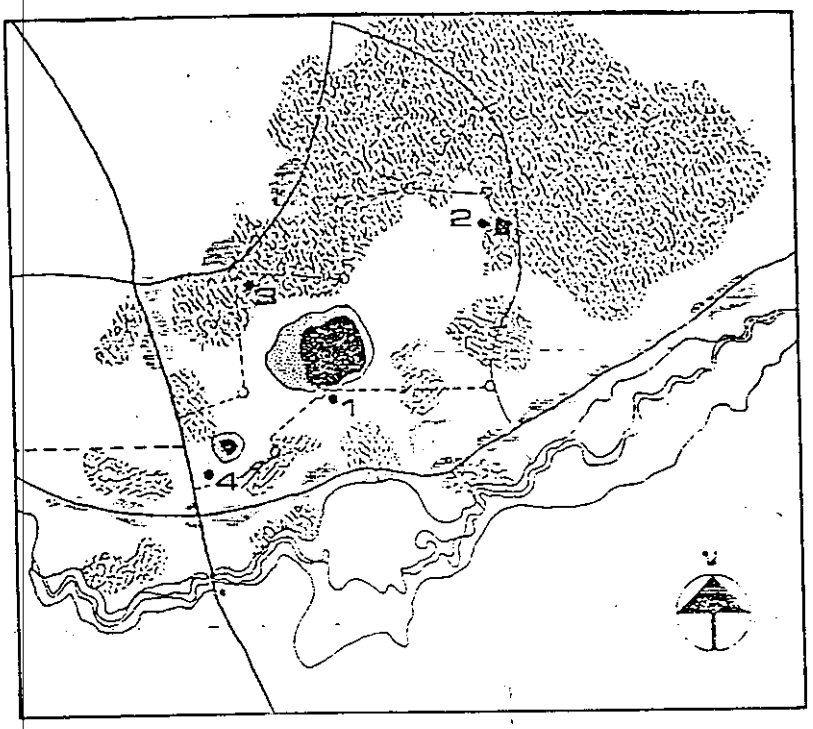
รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงที่ตั้งมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทที่ 2
การสำรวจพื้นที่เจาะบ่อ วิธีการเจาะบ่อ และโครงสร้างของบ่อ

การศึกษาวิจัยในขั้นแรก คือการศึกษาเขตบริเวณพื้นที่ที่จะทำการเจาะและสร้างบ่อ เพื่อที่จะใช้เก็บน้ำตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์ ซึ่งในการสำรวจพื้นที่นั้นจะสำรวจพื้นที่ที่นำน้ำผิวดินมาใช้ในการอุปโภคบริโภคเท่านั้น

2.1 การสำรวจพื้นที่

1) <u>ชั้นดิน</u> ในการสำรวจชั้นดิน [1] โดยเจาะถึงระดับความลึก 3-4 เมตร จากผิวดินเดิม ณ จุดเจาะสำรวจ 4 แห่ง ภายในพื้นที่ พบว่าลักษณะโดยทั่วไปของชั้นดินจากระดับดินเดิมถึงความลึก 2.0 เมตร เป็นชั้นดินทรายละเอียดปนดินเหนียวอยู่ในสภาพหลวมถึงปานกลาง มีความชื้นตามธรรมชาติประมาณ 21-23 เปอร์เซ็นต์ และจากระดับความลึก 2.50 เมตร ถึง 4 เมตร เป็นดินเหนียวปนกรวดสีดำเล็กน้อย อยู่ในสภาพปานกลางถึงแข็ง ระดับน้ำใต้ดินในวันสำรวจ (6-7 ธันวาคม 2529) อยู่ที่ความลึก 0.90 - 1.20 เมตร จากระดับผิวดินเดิม แสดงตำแหน่งบริเวณเก็บตัวอย่างน้ำก่อนทำการก่อตั้งมหาวิทยาลัย ได้ดังรูปที่ 2.1 และผลการวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของน้ำจากการเจาะสำรวจ 4 แห่ง ได้ตามตารางที่ 2.1



น้ำ
เขตน้ำท่วมถึง
ที่ราบ , นา
ที่ดอน , ป่าโปร่ง
ชุมชน หมู่บ้าน

1 หนองอีเจม
2 ธาตุ กสช. .
3 ห้วยทองแวด
4 บอพัย

รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำก่อนทำการก่อตั้งมหาวิทยาลัย (6-7 ธันวาคม 2529)

ตารางที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของน้ำ

ตำแหน่ง	pH	Color	Turbi-dity	cl mg/l	Hardness mg/l	TS mg/l	SS mg/l	Fe mg/l	Po_4 mg/l	No_3 mg/l
1.หนองอีเจม	6.5	15	2.5	nil	2.0	132.0	76.0	0.05	0.14	0.05
2.สระกสช.	5.7	120	40.0	nil	0.0	194.0	72.0	0.41	0.03	0.17
3.ห้วยตองแวด	6.0	20	2.5	8.0	40.0	132.0	74.0	0.39	0.40	0.05
4.บ่อน้ำตื้น	6.5	11	26.0	3.0	15.0	136.0	68.0	0.01	0.04	0.71

pH	เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน $[H^+]$ ในน้ำ
Turbidity	เป็นค่าความขุ่นของน้ำ
cl	คือค่าคลอรีน
Hardness	คือค่าความกระด้างของน้ำ
TS	คือ Total Solids เป็นของแข็งทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำ
SS	คือ Suspendent metals เป็นสารแขวนลอยที่มีอยู่ในน้ำ
Fe	คือเหล็ก
Po_4	คือฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต
No_3	คือไนเตรทของไนโตรเจน

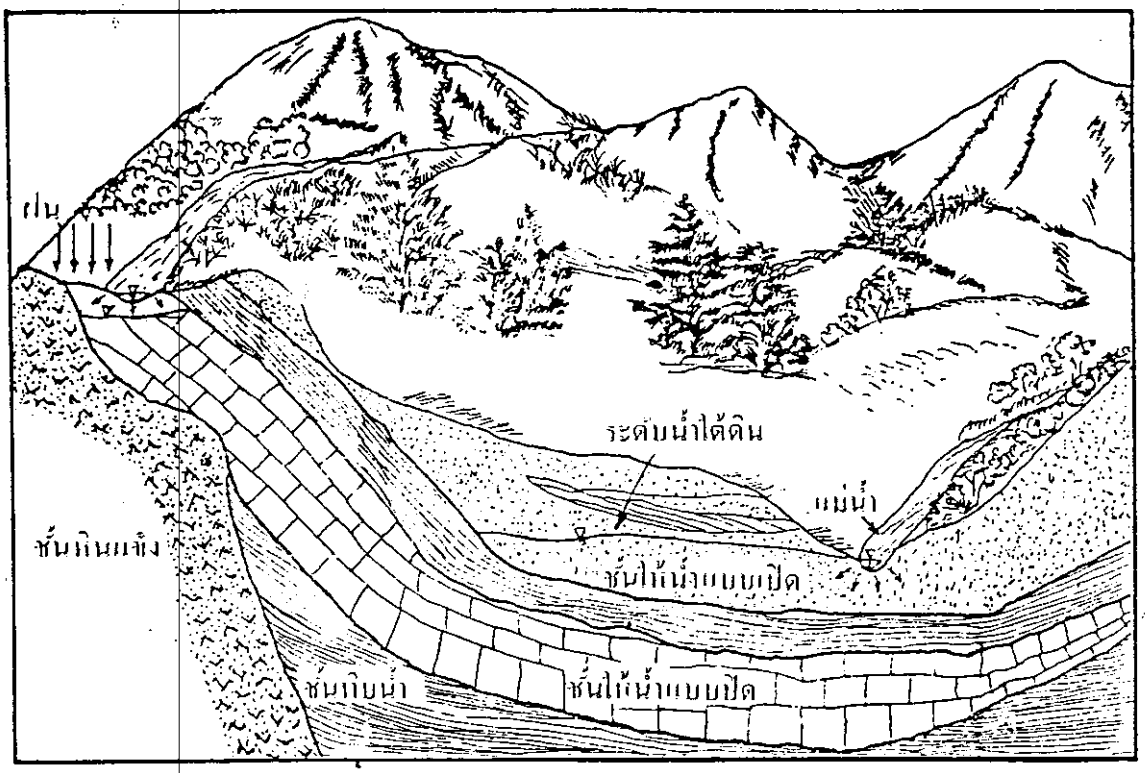
2) <u>น้ำใต้ดิน</u> หมายถึงน้ำที่อยู่ในช่องว่างของชั้นดินหรือหินซึ่งซึมลงใต้ผิวดิน จากฝนและแหล่งน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ หนอง และสระ แล้วไหลตามแนวของชั้นดินหรือหินลงสู่แม่น้ำ หนอง หรือทะเล ชั้นหินหรือชั้นดินที่มีน้ำจนอิ่มตัว และมีน้ำมากพอที่จะนำขึ้นมาใช้เราเรียกว่า "ชั้นให้น้ำ" ชั้นให้น้ำมี 2 ประเภท คือ

1. ชั้นให้น้ำแบบเปิด (unconfined aquifer)
2. ชั้นให้น้ำแบบปิด (confined aquifer)

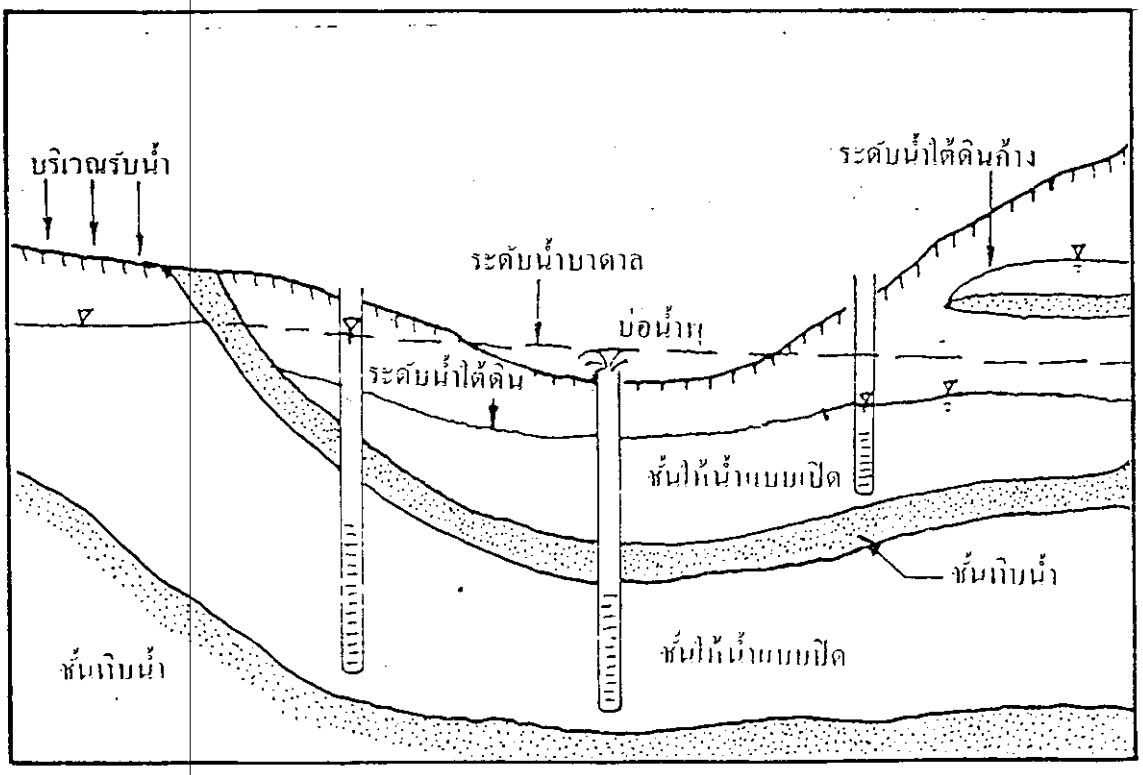
การเกิดน้ำใต้ดินและชนิดของชั้นให้น้ำ แสดงดังรูปที่ 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ จากการสำรวจเบื้องต้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ***ชั้นให้น้ำแบบเปิด หรือน้ำใต้ดินระดับตื้น*** หรือในบางครั้งอาจเรียกว่าชั้นหินอุ้มน้ำไร้แรงดัน มักจะอยู่ใต้ผิวดินในระดับตื้น โดยทั่วไปอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 1 ถึง 2 เมตร จากผิวดิน ทั้งนี้ขึ้นกับตำแหน่งของพื้นที่และฤดูกาล ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นนี้อยู่ในชั้นดินทราย ซึ่งมีความหนาประมาณ 3-4 เมตร ทำให้บ่อน้ำตื้นในบริเวณนี้ให้น้ำมาก น้ำมีคุณภาพดี และระดับน้ำลดลงไม่มากในฤดูแล้ง น้ำใต้ดินระดับตื้นเป็นแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคของประชาชนโดยทั่วไปในชุมชนข้างเคียงปัจจุบัน และใช้เป็นแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคในมหาวิทยาลัยด้วย

2) ***ชั้นให้น้ำแบบปิด หรือน้ำบาดาล*** หรือในบางครั้งอาจเรียกว่าชั้นหินอุ้มน้ำภายใต้แรงดัน มักจะอยู่ค่อนข้างลึกโดยมีชั้นทึบน้ำซึ่งเป็นชั้นของดินและหินที่น้ำซึมผ่านได้ยากปิดทับไว้ข้างบน ทำให้น้ำในชั้นให้น้ำแบบปิดมีความดันในการเจาะบ่อบาดาล ส่วนมากต้องเจาะทะลุชั้นทึบน้ำลงไปจนถึงชั้นให้น้ำ ระดับน้ำในบ่อจะอยู่สูงเหนือขอบบนของชั้นให้น้ำอย่างเห็นได้ชัด มลพิษจากผิวดินยากที่จะลงไปปนเปื้อนน้ำในชั้นนี้ได้ แต่บางครั้งน้ำอาจเค็มถ้ามีการดูดซึมผ่านหินเกลือ หรือมีสนิมเหล็กมากถ้ามีการซึมผ่านแร่เหล็ก ระดับน้ำในบ่อจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลมากนัก จากการตรวจสอบข้อมูลแหล่งบาดาล [6] ปรากฏว่าชั้นน้ำบาดาลในบริเวณนี้ให้น้ำในอัตราต่ำและมีปัญหาความเค็มในระดับลึก ดังนั้นน้ำบาดาลจึงไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นแหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



รูปที่ 2.2 การเกิดน้ำใต้ดิน



รูปที่ 2.3 ชนิดของชั้นให้น้ำ

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี แบ่งบริเวณการใช้ที่ดินโดยพิจารณาถึงความเหมาะสมและความสะดวกสบายตามลักษณะของกิจกรรมการใช้สอย ลักษณะเอื้ออำนวยของสภาพทางภูมิศาสตร์และสภาพแวดล้อม และยังได้พิจารณาถึงการใช้บริการแก่สาธารณชนอีกด้วย พื้นที่ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้แบ่งออกเป็น 8 บริเวณดังนี้

1. บริเวณส่วนการศึกษา (Academic Area) อยู่ตอนหน้าของพื้นที่มหาวิทยาลัยจัดเป็นส่วนรองรับกิจกรรมหลักของโครงการ ใช้เพื่อการศึกษาการเรียนการสอน การบริหารงานและการบริหารของมหาวิทยาลัย

2. บริเวณส่วนการกีฬา (Sport Complex Area) อยู่ตอนหน้าด้านใต้ของพื้นที่โครงการ ส่วนนี้รองรับกิจกรรมการกีฬาของทั้งนักศึกษาและสาธารณชน

3. บริเวณพื้นที่เพื่อจัดหาผลประโยชน์ (Reserved Area) อยู่บนพื้นที่ราบตอนหน้าสุดของพื้นที่โครงการ ด้านยาวติดถนนที่สายวารินชำราบ-เดชอุดม มีพื้นที่ประมาณ 53 ไร่เศษ เป็นส่วนที่รองรับกิจกรรมด้านธุรกิจและพาณิชยกรรม จึงแยกออกจากส่วนการศึกษาโดยมีส่วนการกีฬาเป็นแนวกั้นเพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนกัน

4. บริเวณที่อยู่อาศัย (Residential Area) อยู่บนพื้นที่ก่อนส่วนบนตอนกลางของพื้นที่ เป็นพื้นที่อยู่ในเขตสงบมีสัญจรสะดวก กำหนดให้ส่วนที่พักอาศัยของอาจารย์และข้าราชการตามแนวเขตพื้นที่เปิดเป็นพื้นที่สีเขียว ห่างจากแนวเขตไม่น้อยกว่า 10 เมตร

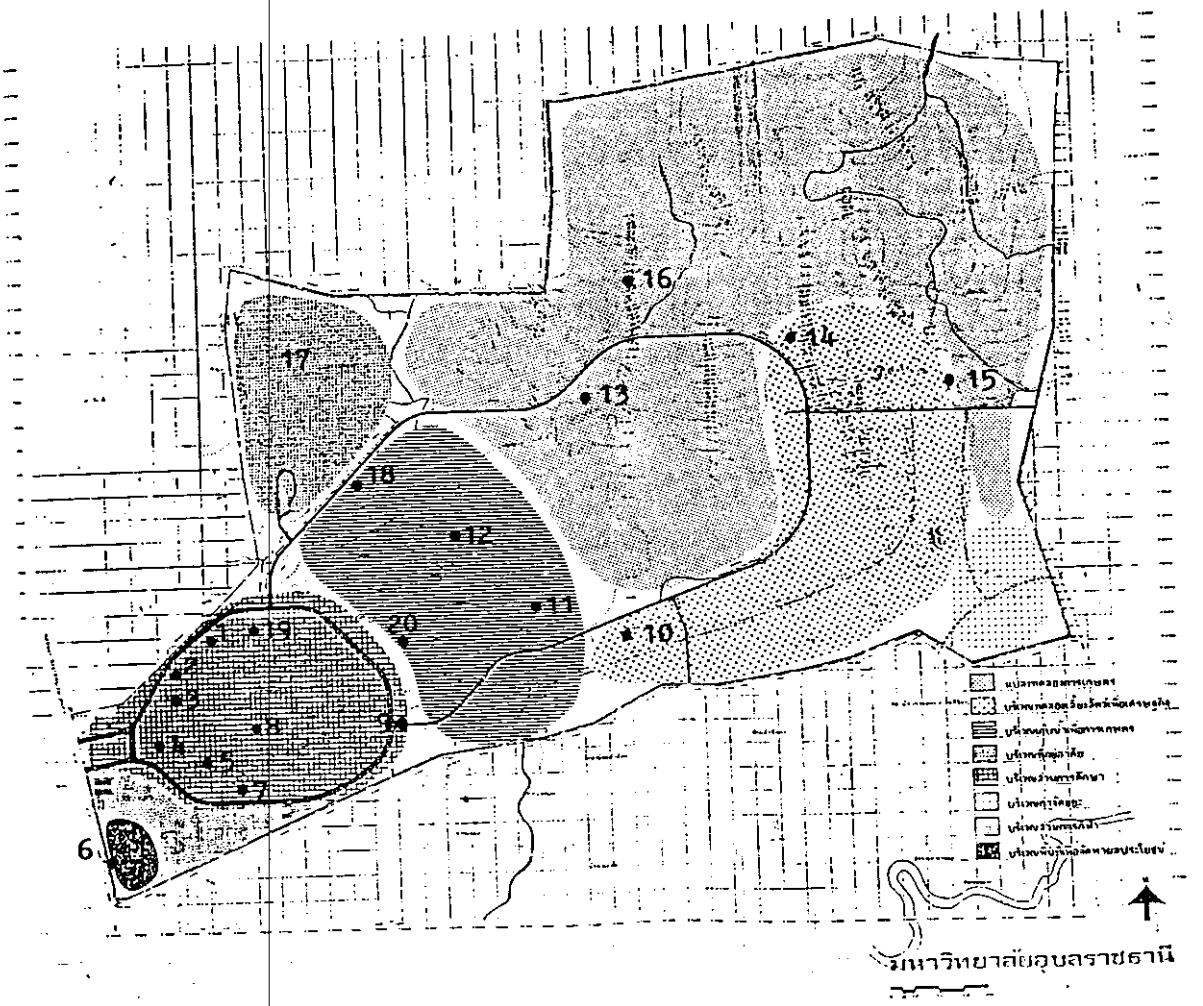
5. บริเวณบ่อเก็บน้ำใช้เพื่อการประปา (Reservior) พื้นที่บริเวณหนองอีเจม ซึ่งเป็นหนองน้ำธรรมชาติปรับปรุงให้มีขนาดกักเก็บน้ำได้เพียงพอสำหรับการอุปโภค และบริโภค สงวนพื้นที่โดยรอบไว้เพื่อใช้เป็นที่พักผ่อน (Recreation) เพื่อรักษาสภาพน้ำในบ่อให้ปลอดจากสารเคมีและสิ่งปฏิกูล

6. แปลงทดลองการเกษตร (Agricultural Demonstration Area) พื้นที่ส่วนที่เหลือประมาณ 3,000 ไร่เศษ ทางด้านทิศตะวันออกนับจากส่วนหลังบริเวณบ่อน้ำใช้เพื่อการเกษตรสำหรับสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องได้แก่ แปลงทดลองพืชไร่, พืชสวน, ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์โดยใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยก่อหล่อเลี้ยงพืช

7. บริเวณทดลองเลี้ยงสัตว์เพื่อเศรษฐกิจ อยู่บริเวณทางด้านทิศใต้ของมหาวิทยาลัย จัดเป็นพื้นที่สร้างอาคารเพื่อเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ เป็ด ไก่ หมู วัว ควาย และบ่อเลี้ยงปลา จัดเตรียมทางระบายน้ำเสียเข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสียก่อนระบายออกนอกพื้นที่

8. บริเวณที่จัดขยะ (Carbage Damping Site) อยู่ในบริเวณมุมด้านทิศใต้ของพื้นที่ของมหาวิทยาลัย เป็นพื้นที่ลาดต่ำสุด ซึ่งจะลดปัญหาการแพร่กระจายของขยะและไม่รบกวนพื้นที่ส่วนอื่นของมหาวิทยาลัย

บ่อที่ทำการเจาะและสามารถเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์มีทั้งหมด 20 บ่อ โดยอยู่ในพื้นที่บริเวณส่วนการศึกษา 9 บ่อ บริเวณพื้นที่เพื่อจัดหาผลประโยชน์ 1 บ่อ บริเวณอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในการประปาและการเกษตร 4 บ่อ บริเวณที่อยู่อาศัย 1 บ่อ บริเวณแปลงทดลองการเกษตร 3 บ่อ และบริเวณทดลองเลี้ยงสัตว์เพื่อเศรษฐกิจ 2 บ่อ บริเวณพื้นที่ของบ่อนั้นแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงพื้นที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ทำการเจาะบ่อ
เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพน้ำ

บ่อที่ 1 ข้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรม 2 (EN 2)

บ่อที่ 2 ข้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรม 1 (EN 1)

บ่อที่ 3 ข้างอาคารเรียนรวม

บ่อที่ 4 ข้างอาคารเอนกประสงค์

บ่อที่ 5 หน้าอาคารเอนกประสงค์

บ่อที่ 6 หน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บ่อที่ 7 หน้าอาคารสำนักอธิการบดี

บ่อที่ 8 ทางเข้าสำนักวิทยบริการทางด้านหลัง

บ่อที่ 9 สามแยกไปบริเวณเก็บน้ำเพื่อการเกษตร

บ่อที่ 10 บริเวณบ่อเลี้ยงปลา คณะเกษตรศาสตร์

บ่อที่ 11 บริเวณหนองอีเจม

บ่อที่ 12 บริเวณหนองอีเจม

บ่อที่ 13 ทุ่งหญ้าคณะเกษตรศาสตร์

บ่อที่ 14 หน้าโรงอาหารสัตว์คณะเกษตรศาสตร์

บ่อที่ 15 แปลงพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์

บ่อที่ 16 หน้าสำนักงานไร่ฝึก คณะเกษตรศาสตร์

บ่อที่ 17 ที่พักอาศัยอาจารย์และข้าราชการ

บ่อที่ 18 เรือนเพาะชำ คณะเกษตรศาสตร์

บ่อที่ 19 บริเวณอาคารชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

บ่อที่ 20 บริเวณที่ทำน้ำประปาของมหาวิทยาลัย

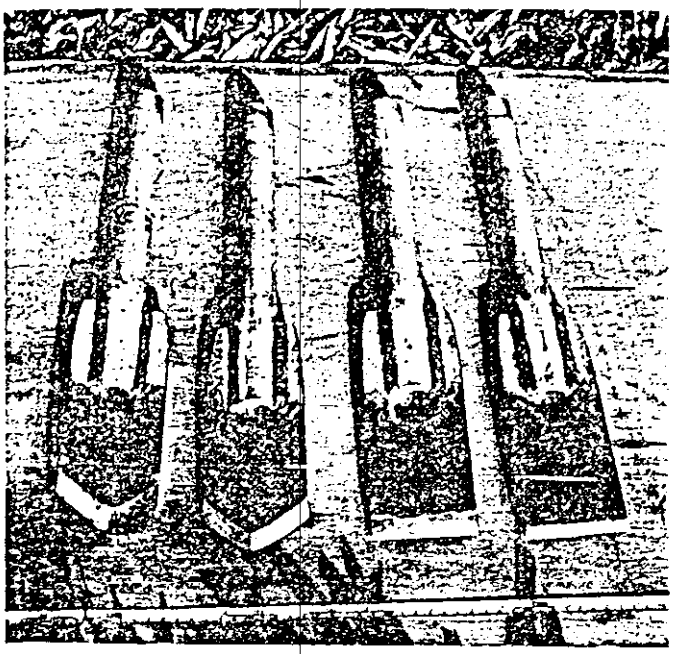
2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะบ่อ

เมื่อได้สำรวจพื้นที่ที่จะทำการเจาะและสร้างบ่อแล้ว ลำดับต่อไปคือการทำการเจาะบ่อเพื่อที่จะสร้างบ่อเจาะ และทำการเก็บน้ำตัวอย่าง ชุดที่จะใช้ทำการเจาะบ่อนั้น จะเป็นชุดเจาะบ่อแบบชาวบ้านธรรมดา โดยใช้คนทำการเจาะประมาณ 2-3 คน ชุดเจาะบ่อบาดาลนี้เรียกว่า "เครื่องเจาะบ่อบาดาลแบบชาวบ้าน" หรือ "เครื่องเจาะบ่อขนาดเล็ก" ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. อุปกรณ์การเจาะ
2. อุปกรณ์นำขึ้นเจาะขึ้นจากบ่อ
3. เสากระโดงหรือสามขา

1. <u>อุปกรณ์การเจาะ</u> อุปกรณ์การเจาะ มีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ

ก. หัวเจาะ ทำจากเหล็กแข็ง เช่น แหนบรถยนต์หรือใบมีดของรถเกรดเชื่อมติดกับท่อประปาชนิดหนาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 30 เซนติเมตร หัวเจาะหรือใบเสียมมีรูปร่างต่างกันตามลักษณะการใช้งานคือ การเจาะแบบกระแทก และแบบหมุน ดังรูปที่ 2.5



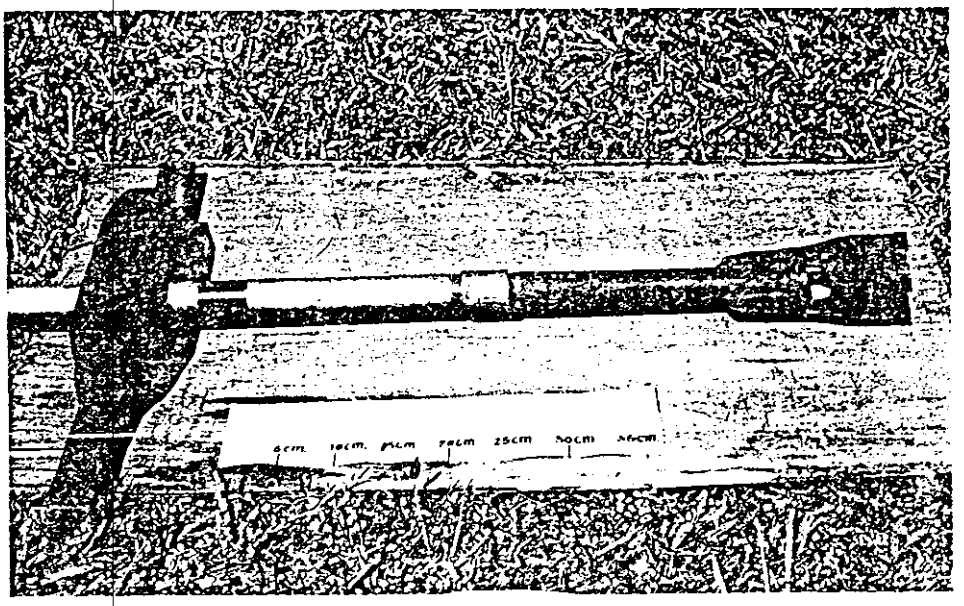
หัวเจาะแบบกระแทก

หัวเจาะแบบหมุน

รูปที่ 2.5 แสดงหัวเจาะแบบบกระแทกและแบบหมุน

ข. ก้านเจาะ ก้านเจาะทำจากท่อประปาชนิดหนา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาวท่อนละ 3 เมตร ทำเกลียวทั้งสองปลาย ก้านเจาะทำหน้าที่ 3 ประการคือ ประการแรกเป็นน้ำหนักถ่วงให้หัวเจาะทำงานได้ดียิ่งขึ้น ประการที่สองเป็นแกนถ่ายแรงบิดจากมือหมุนไปยังหัวเจาะ และประการที่สามเป็นท่อลำเลียงน้ำโคลนเพื่อเป่าขี้เจาะขึ้นปากบ่อ

ค. มือหมุน ทำจากไม้เนื้อแข็งสองชิ้นเพื่อประกบและหนีบก้านเจาะ โดยมีน็อตยึดสองตัวช่วยให้สามารถหมุนและยกก้านเจาะได้ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การประกอบหัวเจาะ ก้านเจาะ และมือหมุน

2. อุปกรณ์นำขี้เจาะขึ้นปากบ่อ ดินและหินก้นบ่อที่ถูกหัวเจาะตัดเป็นเศษเล็กเศษน้อย เรียกว่า "ขี้เจาะ" อุปกรณ์นำขี้เจาะขึ้นจากปากบ่อ ประกอบด้วย

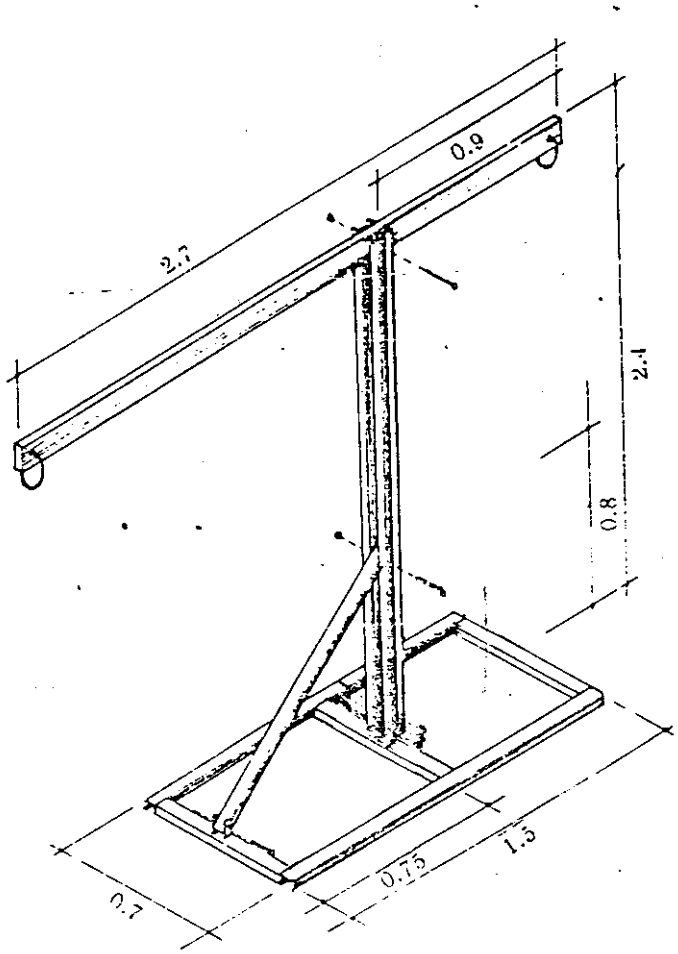
ก. เครื่องสูบน้ำ ทำหน้าที่สูบน้ำจากบ่อน้ำโคลนส่งต่อตามสายส่งน้ำเข้าก้านเจาะลงสู่ก้นบ่อ และน้ำโคลนนี้จะพาขี้เจาะขึ้นสู่ปากบ่อไหลลงสู่บ่อตกตะกอนและบ่อน้ำโคลนเป็นวงจร การสูบน้ำเป็นวงจรนี้เรียกว่า "การไล่น้ำโคลน"

ข. สายส่งน้ำ เป็นท่อพลาสติกอ่อนเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาวประมาณ 8 เมตร ทำหน้าที่ส่งน้ำจากเครื่องสูบน้ำเข้าปลายบนของก้านเจาะ สายส่งน้ำจะต้องมีเข็มขัดรัดท่อที่ปลายทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้น้ำรั่ว

ค. หัวหมุนอิสระและข้องอ ทำหน้าที่ต่อสายส่งน้ำเข้ากับปลายบนของก้านเจาะ

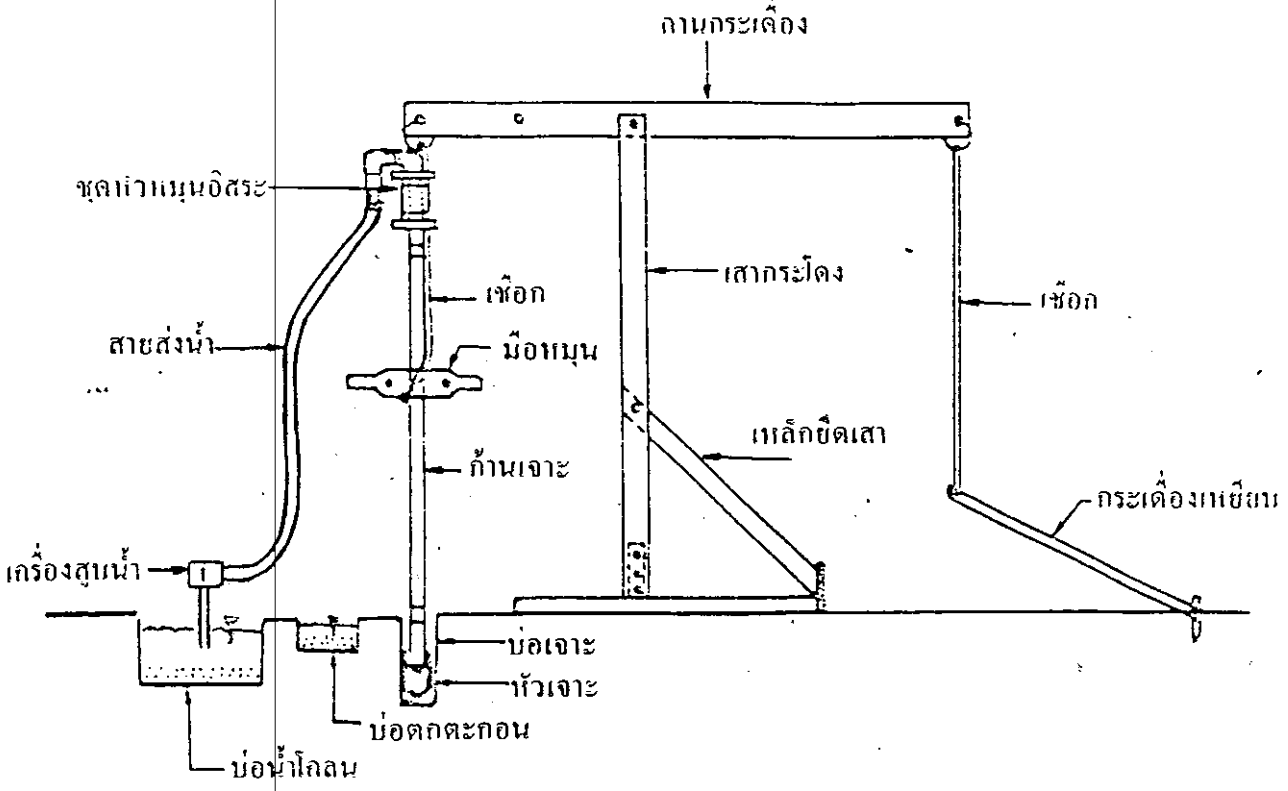
3. เสากระโดงหรือสามขา เสากระโดงหรือสามขาอาจจะทำมาจากเหล็ก ไม้เนื้อแข็ง หรือไม้ไผ่ก็ได้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น และความสามารถในการจัดหาของราษฎรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เสากระโดงหรือสามขาทำหน้าที่ดังนี้

1. ช่วยผ่อนแรงในการเจาะแบบกระแทก
2. ช่วยยึดสายส่งน้ำและแขวนรอกในการเจาะแบบหมุน
3. ช่วยผ่อนแรงในการถอนก้านเจาะขึ้น



รูปที่ 2.7 เสากระโดงที่ทำจากเหล็กตัวซี ([) 2 นิ้ว x 1 นิ้ว หนา 0.5 เซนติเมตรและคานไม้ ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว ใช้น็อตขนาด 1/2 นิ้ว ยึดเป็นโครง (ขนาดที่ระบุเป็นเมตร)

ซึ่งส่วนประกอบที่กล่าวมานั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเจาะบ่อที่จะนำมาทำการเจาะบ่อ และทำบ่อเพื่อที่จะเก็บตัวอย่างน้ำต่อไป ตามรูปที่ 2.8 แสดงอุปกรณ์เจาะบ่อทั้งชุด



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของเครื่องเจาะบ่อขนาดเล็ก

2.3 วัสดุที่ใช้ในการเจาะบ่อและทำบ่อเจาะ

นอกจากเครื่องเจาะบ่อที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในการเจาะบ่อและการทำบ่อมีดังนี้

1. ท่อ ท่อที่ใช้มี 2 ชนิดคือ ท่อกรองและท่อกรุบ่อ ท่อกรองเป็นท่อที่ใส่ไว้ในชั้นให้น้ำ ทำหน้าที่ช่วยให้น้ำไหลเข้าบ่อได้สะดวกขึ้น ท่อกรองอาจทำขึ้นเองจากท่อพีวีซี หรือท่อประปาซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้วหรือ 2 นิ้ว โดยใช้เลื่อยเจาะเป็นร่องหรือหาซื้อจากท้องตลาด ส่วนท่อกรุบ่อจะต่อขึ้นมาจากท่อกรอง ซึ่งถ้าขนาดไม่เท่ากันจำเป็นต้องใช้ข้อลดในการต่อ ท่อกรุบ่อมีหน้าที่ป้องกันมิให้ดินพัง และป้องกันน้ำสกปรกจากผิวดินซึมลงบ่อ ท่อกรุบ่อนี้อาจจะเป็นท่อพีวีซีหรือท่อประปาก็ได้

2. กรวดกรองน้ำ หลังจากติดตั้งท่อกรองแล้วจะใส่กรวดกรองน้ำรอบ ๆ นอกเพื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเข้าบ่อ และลดการอุดตันที่เกิดจากการไหลเข้าบ่อของดินหรือทราย กรวดกรองน้ำควรมีลักษณะกลมมน มีขนาดไร่เรี่ยกันอยู่ระหว่าง 2-8 มิลลิเมตร กล่าวคือจะต้องมีขนาดใหญ่กว่ารูเปิดของท่อกรองเล็กน้อย

3. วัสดุสร้างพื้นรอบบ่อ ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย และหิน เพื่อสร้างพื้นคอนกรีตรอบบ่อ โดยทั่ว ๆ ไปจะสร้างพื้นคอนกรีตขนาด 1.50 x 1.50 ตารางเมตร หนา 0.15 เมตร ซึ่งจะต้องใช้ปูนซีเมนต์ 2 ถุง หินและทรายอย่างละครึ่งลูกบาศก์เมตาร พื้นคอนกรีตรอบบ่อนี้ จะช่วยอำนวยความสะดวกในการสูบน้ำ และวางภาชนะใส่น้ำ นอกจากนี้ยังเป็นการปรับปรุงสุขาภิบาลรอบ ๆ บ่อและป้องกันวัชพืช

2.4 วิธีการเจาะบ่อและสร้างบ่อเจาะ

การเจาะบ่อในครั้งนี้จะใช้วิธีการเจาะเช่นเดียวกับที่ชาวบ้านทำ คือ การเจาะแบบง่าย ๆ เพราะในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะศึกษาวิเคราะห์หาคุณสมบัติของน้ำใต้ดินระดับตื้นเท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วระดับน้ำใต้ดินบริเวณที่ตั้งของมหาวิทยาลัย อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 0.5 ถึง 2 เมตร จากผิวดินทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของพื้นที่และฤดูกาล ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นนี้อยู่ชั้นดินทรายซึ่งมีความหนาประมาณ 3-4 เมตร ทำให้บ่อน้ำตื้นในบริเวณนี้ให้น้ำมากพอสมควร ในฤดูแล้งน้ำใต้ดินระดับตื้นเป็นแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค

ในการสร้างบ่อเจาะขนาดเล็กสามารถแบ่งได้เป็น 7 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 การเตรียมการเจาะ

ขั้นที่ 2 การเจาะบ่อ

ขั้นที่ 3 การทดสอบคุณภาพและปริมาณน้ำ

ขั้นที่ 4 การติดตั้งท่อ

ขั้นที่ 5 การทำความสะอาดบ่อ

ขั้นที่ 6 การติดตั้งเครื่องสูบ

ขั้นที่ 7 สุขาภิบาลบริเวณบ่อ

ขั้นที่ 1 <u>การเตรียมการเจาะ</u>

การเตรียมการเจาะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

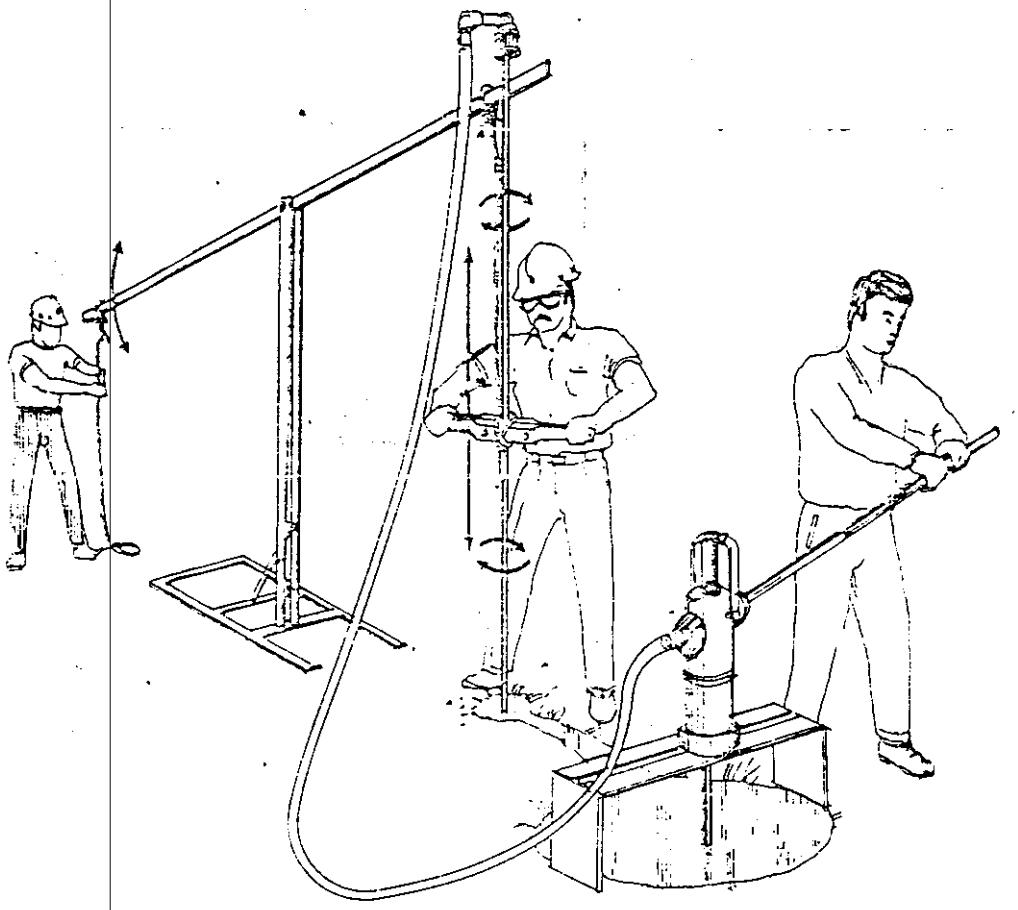
- ปรับพื้นที่ให้เรียบและปราศจากวัชพืชปกคลุม
- กำหนดตำแหน่งของบ่อ ขุดหลุมบ่อตกตะกอนและบ่อน้ำโคลน
- ติดตั้งเครื่องสูบน้ำโคลน
- ติดตั้งเสากระโดงหรือสามขา
- เติมน้ำในบ่อน้ำโคลน

- ผสมดินเหนียวกับน้ำในถังก่อน แล้วเทผ่านบ่อตกตะกอนลงสู่บ่อน้ำโคลน

ขั้นที่ 2 <u>การเจาะบ่อ</u> การเจาะบ่อสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. เจาะแบบหมุน กระทำโดยควบคุมมือหมุนให้พาก้านเจาะหมุนรอบแกนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หัวเจาะจะหมุนย่อยดินและหินก้นบ่อให้ละเอียดแล้วถูกน้ำดันพาขึ้นมาบนผิวดิน การเจาะแบบนี้เหมาะกับดินเหนียว ทรายและกรวดชั้นบาง ๆ

2. เจาะแบบกระแทก กระทำโดยยกก้านเจาะขึ้นแล้วปล่อยให้กระแทกลง เมื่อหัวเจาะกระแทกก้นบ่อแล้ว บิดมือหมุนไป 60 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ดินและหินก้นบ่อจะถูกย่อยแล้วถูกน้ำดันขึ้นมาบนผิวดิน การเจาะแบบนี้เหมาะกับดินเหนียวแข็ง หินแข็งและกรวดชั้นหนา ๆ แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การเจาะแบบกระแทก เมื่อกระแทกลงต้องหมุน ตามเข็มนาฬิกา และเมื่อยกขึ้นจึงหมุนทวนกลับ เพื่อไม่ให้เกลียวข้อต่อหลุด

การเริ่มเจาะ มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. ทำเครื่องหมายบนก้านเจาะทุกระยะ 50 เซนติเมตร เพื่อวัดความลึกของบ่อเจาะ

2. แนวดิ่งสำคัญมากในการเริ่มเจาะ การเจาะเริ่มแรกต้องให้บ่อเจาะและแนวก้านเจาะตรงดิ่ง ถ้าเริ่มเจาะโดยไม่ได้แนวดิ่งแล้วเจาะต่อไปจะไม่ได้ผลดี

3. สำหรับดินชั้นบนอาจจะเจาะแบบหมุน เพราะส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเจาะง่าย

4. บางครั้งต้องใส่ท่อกันพัง สำหรับดินชั้นบนที่พังง่าย

เทคนิคบางประการสำหรับการเจาะ

เทคนิคในการเจาะต้องอาศัยประสบการณ์อย่างมาก เพราะลักษณะของชั้นดินและชั้นหินในแต่ละแห่ง แต่ละชั้นย่อมแตกต่างกัน เทคนิคบางประการที่ควรทราบได้แก่

1. การเจาะแบบกระแทก อาจไม่เหมาะกับชั้นหินแข็งเสมอไป เช่น ถ้าเป็นชั้นหินดินดานที่เหนียวทำให้หัวเจาะติด ก็ควรเปลี่ยนเป็นการเจาะแบบหมุน

2. การเจาะแบบหมุนเหมาะกับชั้นดินเหนียวและชั้นดินร่วน เพราะไม่ทำให้เปลืองแรงมาก

3. น้ำโคลนสำหรับไล่ขี้เจาะควรผสมดินเหนียวให้ข้นเพราะนอกจากจะช่วยไล่ขี้เจาะขนาดใหญ่ขึ้นได้แล้วยังช่วยเคลือบผนังบ่อกันดินพังระหว่างการเจาะได้ด้วย

4. การนำหัวเจาะขึ้นมาตรวจเปลี่ยนบ่อย ๆ เป็นสิ่งที่ควรทำอย่างยิ่งเพราะการเสียเวลาเพียงเล็กน้อย อาจป้องกันการหลุดของก้านเจาะและทำให้อัตราการเจาะเร็วขึ้น

ขั้นที่ 3 การทดสอบคุณภาพและปริมาณน้ำ

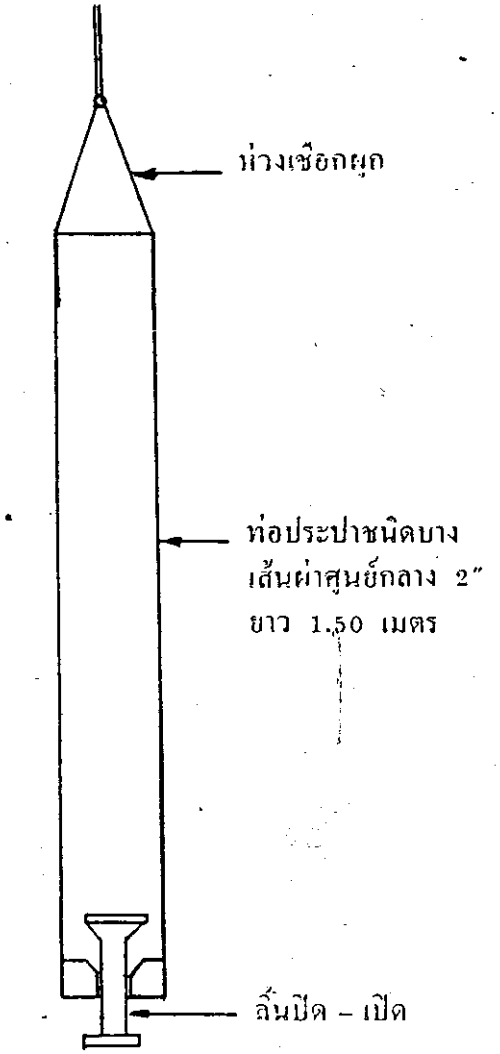
เมื่อเจาะถึงระดับที่ต้องการแล้วก่อนจะดำเนินการขั้นต่อไป ควรทำการทดสอบคุณภาพ และปริมาณน้ำเสียก่อน ถ้าไม่ได้คุณภาพ และปริมาณน้ำตามที่ต้องการ ควรหยุดการสร้างบ่อ เพื่อลดความสิ้นเปลืองข้อสังเกตในการทดสอบอย่างง่าย มีดังนี้

1. การทดสอบคุณภาพน้ำอาจทำได้ง่ายด้วยการชิม ถ้าออกเปรี้ยวหรือเค็มบนิดหน่อยก็พอใช้ได้ แต่ถ้าน้ำมีรสเปรี้ยวมาก เค็มมาก มีรสสบู่หรือขมควรต้องทิ้งบ่อ

2. การทดสอบปริมาณน้ำ อาจทำได้โดยใช้กระบอกตักน้ำ ตักน้ำออกจากบ่อติดต่อกันให้ได้ 50 กระบอกในเวลา 20 นาที ถ้าน้ำในบ่อไม่หมดแสดงว่าปริมาณน้ำในบ่อใช้ได้

3. อัตราการให้น้ำของบ่อในขณะทำการทดสอบ โดยใช้กระบอกตักน้ำเป็นอัตราที่ต่ำกว่าการให้น้ำจริง เพราะผนังบ่อยังมีโคลนเคลือบอยู่

4. ไม่ควรทดสอบปริมาณน้ำนานเกินไป เพราะจะทำให้บ่อพังได้เนื่องจากโคลนที่เคลือบผนังบ่อถูกชะออกไป และเนื่องจากกระบอกตักน้ำมีโอกาสครูดผนังบ่อ



รูปที่ 2.10 รายละเอียดกระบอกตักน้ำ

กระบอกตักน้ำใช้สำหรับทดสอบปริมาณน้ำในบ่อและใช้ตักขี้เจาะออกจากบ่อ ทำจากท่อประปาชนิดบาง เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 1.50 เมตร ปลายบนมีหูหิ้วผูกเชือกต่อขึ้นไปที่รอกซึ่งอยู่ติดกับเสากระโดงหรือสามขา ปลายล่างมีลิ้นเปิด-ปิด เมื่อสัมผัสกับก้นบ่อลิ้นจะเปิดและปิดเมื่อกระบอกถูกดึงขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.10

ขั้นที่ 4 <u>การติดตั้งท่อ</u> การติดตั้งท่อมีหลักการและวิธีการดังนี้

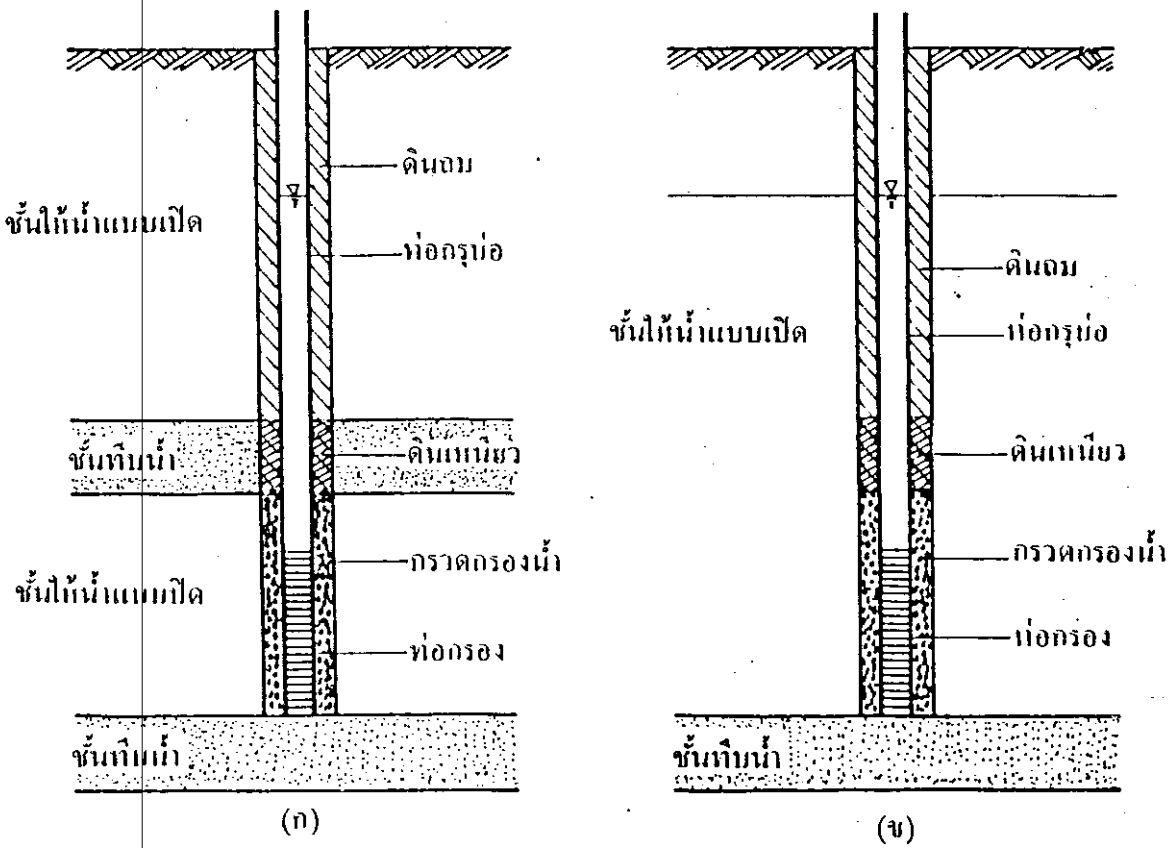
1. ต่อท่อกรองที่มีความยาวตามต้องการเข้ากับท่อกรุท่อรดยาใช้ข้อต่อตรง และถ้าขนาดของท่อกรองไม่เท่ากับท่อกรุบ่อก็จำเป็นต้องใช้ข้อลดในการต่อ

2. ที่ส่วนล่างสุดของท่อกรุบ่อ ควรผูกไม้บังคับศูนย์กลางสามชิ้นไว้ด้วยลวด เพื่อให้ท่ออยู่ในแนวศูนย์กลางบ่อ

3. ลักษณะของชั้นดินและหิน และความหนาของชั้นให้น้ำจะเป็นตัวกำหนด ความยาวและตำแหน่งของท่อกรุบ่อและท่อกรอง

4. สำหรับชั้นให้น้ำแบบปิด ปลายบนของท่อกรองควรจะอยู่ใต้ขอบล่างของ ชั้นทึบน้ำประมาณ 1/4 เท่า ของความหนาของชั้นให้น้ำ

5. การติดตั้งท่อกรุบ่อ ท่อกรอง และกรวดกรองน้ำอย่างถูกวิธีจะช่วยยืด อายุของบ่อ ทำให้บ่อให้น้ำมากและคุณภาพดี แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.12 การออกแบบบ่อเจาะขนาดเล็ก (ก) ชั้นให้น้ำแบบปิด และ (ข) ชั้นให้น้ำแบบเปิด

การติดตั้งท่อนั้นที่ส่วนล่างของท่อกรุบ่อ เจาะรูที่บริเวณรอบ ๆ ผนังท่อ โดยที่ขนาดของรูที่เจาะนั้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ช่วงความยาวของท่อที่ทำการเจาะรูนั้นประมาณ 3 เมตร ส่วนที่เหลือด้านบนของท่อจะไม่ทำการเจาะ ปลายล่างสุดของท่อจะอุดด้วย cap อุด เมื่อนำท่อลงไปในบ่อเจาะเรียบร้อยแล้ว ผนังของบ่อเจาะกับท่อจะห่างกันพอประมาณซึ่งช่องว่าง ระหว่างผนังบ่อกับท่อจะใส่กรวดกรองน้ำ โดยที่กรวดกรองน้ำที่ใส่ลงไปทำหน้าที่กรองทรายหรือเศษดิน, โคลนที่จะเคลื่อนที่เข้าอุดตันรูของท่อกรอง (ส่วนล่างของท่อที่ทำการเจาะรูไว้) ซึ่งถ้าไม่ใส่กรวดกรองน้ำลงไป พบว่าที่ส่วนมากแล้วบ่อเจาะจะเกิดการอุดตัน ทำให้ไม่ได้น้ำในบ่อที่ทำการเจาะ

ขั้นที่ 5 <u>การพัฒนาบ่อ</u> รวมทั้งการทำความสะอาดบ่อ คือ การกำจัดโคลนดินเหนียวที่เคลือบผนังบ่อรวมทั้งดินเม็ดละเอียดในชั้นให้น้ำออก เพื่อให้ให้น้ำไหลเข้าบ่อได้สะดวก

การทำความสะอาดบ่อประกอบด้วยวิธีการ 2 วิธี ซึ่งควรกระทำสลับกันจนกว่าจะแน่ใจว่าผนังบ่อเจาะสะอาด วิธีการดังกล่าวมีดังนี้

1. การสูบน้ำออกจากบ่ออย่างเร็วกว่าปกติ โดยใช้เครื่องสูบมือโยกต่อท่อดูดขนาด 1.5 นิ้ว หย่อนลงในบ่อ โยกช้า ๆ ก่อนแล้วจึงค่อยเร็วขึ้นตามลำดับ เมื่อเห็นว่าน้ำใสดีแล้วจึงหยุด

2. การชักลูกสูบในบ่อ โดยทำเหมือนกับว่าท่อกรุบ่อและท่อกรองเป็นกระบอกสูบ ส่วนลูกสูบทำหน้าที่ดัน และดูดน้ำในบ่อทำให้น้ำในบ่อมีแรงกระแทกโคลนที่เคลือบผนังบ่อเจาะให้หลุดออกได้

ซึ่งในการทำบ่อครั้งนี้ เป็นการเจาะบ่อเพื่อที่จะนำน้ำตัวอย่างมาใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพน้ำเท่านั้น โดยที่ไม่ได้มีจุดประสงค์ทำบ่อไว้สำหรับใช้อุปโภคบริโภคถาวร ดังนั้นขั้นที่ 6 คือการติดตั้งเครื่องสูบ และขั้นที่ 7 คือการสุขาภิบาลบริเวณบ่อจึงไม่ได้ทำในการสร้างบ่อครั้งที่ ส่วนวิธีการเจาะบ่อนั้นใช้วิธีการเจาะแบบกระแทก (ตามรูปที่ 2.9) ลักษณะของการเจาะเป็นการยกชุดก้านเจาะขึ้นแล้วปล่อยลง เสร็จแล้วหมุนตามเข็มนาฬิกา สูบน้ำไล่ขี้เจาะกระทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ และต่อก้านเจาะไปเรื่อย ๆ เช่นจนกว่าจะได้ความลึกของบ่อที่ทำการเจาะตามที่ต้องการ ซึ่งในครั้งนี้จะเจาะบ่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อประมาณ 3 นิ้ว เพื่อที่จะลงท่อ โดยที่ท่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว

บทที่ 3
การเก็บน้ำตัวอย่างจากบ่อเจาะ

การเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์หาคุณภาพ เพื่อที่จะหาปริมาณสารต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำนั้น จะต้องทราบว่าจะเก็บน้ำตัวอย่างนั้นไปเพื่อวิเคราะห์สารปนเปื้อนชนิดไหน เพื่อที่จะได้ทำการเก็บน้ำตัวอย่างได้ถูกต้อง ข้อควรพิจารณาในการเก็บน้ำตัวอย่างน้ำมีดังนี้ เช่น อุปกรณ์การเก็บน้ำตัวอย่าง จุดเก็บ วิธีการเก็บ การเก็บรักษา และการส่งตัวอย่างน้ำเข้าห้องปฏิบัติการ

ในการเก็บตัวอย่างน้ำในครั้งนี้ จะเก็บจากบ่อที่ได้ทำการเจาะบ่อไว้เรียบร้อยแล้วทั้งหมด 20 บ่อ และน้ำจากหนองอีเจม อีก 1 จุด สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนั้น จะทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำซึ่งประกอบด้วย ความขุ่น, สี, ความเป็นกรด-ด่าง, เหล็ก แมงกานีส, ไนเตรท-ไนโตรเจน, ความกระด้าง, คลอไรด์, ซัลเฟต, ของแข็งทั้งหมด, โคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟฟอร์ม ซึ่งเป็นคุณภาพที่กำหนดไว้สำหรับมาตรฐานน้ำบาดาลใช้บริโภค

3.1 อุปกรณ์การเก็บน้ำตัวอย่าง

อุปกรณ์เก็บน้ำตัวอย่างประกอบด้วย

ก) ขวดเก็บน้ำตัวอย่างน้ำ มักเป็นชนิดขวดแก้วหรือโพลิเอทิลีน (polyethylene) ขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุน้ำไปทำการวิเคราะห์ มีฝาเกลียวปิดมิดชิด ก่อนใช้ควรล้างให้สะอาด แสดงตัวอย่างขวดโพลิเอทิลีนที่ใช้เก็บตัวอย่าน้ำ ในกรณีที่ใช้ขวดแก้วเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ต้องอบนึ่ง (sterilized) เพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนดังรูปที่ 3.2

การใช้ภาชนะอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วควรหลีกเลี่ยงเพราะอาจเกิดปฏิกิริยากับกรดหรือด่างที่มีในตัวอย่างน้ำที่เก็บ ซึ่งทำให้ลักษณะคุณสมบัติของตัวอย่างน้ำนั้นเปลี่ยนแปลงไปได้

ข) อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ประกอบในการเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ภาชนะสำหรับตักตัวอย่างน้ำ กระบอกตวง ถังน้ำแข็ง เทอร์โมมิเตอร์ ดินสอ ฉลากสำหรับปิดขวดสารเคมีที่ใช้ประกอบการเก็บตัวอย่างน้ำ เป็นต้น

3.2 วิธีเก็บน้ำตัวอย่าง

1. นำน้ำออกจากบ่อเจาะ โดยใช้กระบอกตักน้ำยาวประมาณ 10 เซ็นติเมตร ในการใช้กระบอกตักน้ำหย่อนลงไปในบ่ออย่างระมัดระวัง เพราะถ้ากระบอกตักน้ำสัมผัสกับก้นบ่อแรงมากจะทำให้เกิดโคลนและมีความขุ่นมากทำให้ต้องใช้เวลาในการตักน้ำตัวอย่างนาน

2. น้ำที่ได้จากบ่อแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่นำไปวิเคราะห์หาสารต่าง ๆ ที่บนเปื้อนอยู่ ยกเว้นการวิเคราะห์ทางด้านจุลินยทรีย์ประมาณ 800 cc อีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ประมาณ 250 cc ใส่ขวดแก้ว ซึ่งผ่านขบวนการอบนึ่งมาแล้ว มีผาปิดมิดชิด และเก็บไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ถังน้ำแข็ง เป็นต้น

3. นำน้ำตัวอย่างที่ได้ส่งเข้าห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อย่างเร็วที่สุด เพื่อที่คุณสมบัติของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

3.3 การเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง

โดยทั่วไปผลการวิเคราะห์จะเชื่อถือได้ดีที่สุด จะเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด ก็ต่อเมื่อต้องทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทันทีภายหลังการเก็บตัวอย่างแล้ว ทั้งนี้เพราะเมื่อทิ้งตัวอย่างไว้นานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งทางด้านเคมีและชีววิทยาได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างน้ำแต่ละประเภท ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ และสภาพการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลงลักษณะน้ำ เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ถ้าหากทำการเก็บตัวอย่างน้ำไว้ในที่มืดและที่อุณหภูมิต่ำ (4 ^{o}C) จะลดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาก่อนทำการตรวจวิเคราะห์ได้อย่างมาก

หลักการโดยทั่วไปที่ต้องการทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำก็เพื่อป้องกันและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของตัวอย่างในช่วงเวลาหลังเก็บและก่อนตรวจวิเคราะห์ เป็นต้นว่า

1. ชะลอปฏิกิริยาทางชีววิทยา
2. ชะลอการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบ (compounds) และสารประกอบเชิงซ้อน (complex compounds) ในกระบวนการไฮโดรไลซีส
3. ลดการระเหยตัวขององค์ประกอบไอน้ำ

วิธีเก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยทั่วไปทำได้โดยควบคุมค่าพีเอช, การเติมสารเคมี, การแช่เย็น และการแช่แข็ง ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และ ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 การเก็บรักษาตัวอย่างโดยการยับยั้งการเปลี่ยนแปลง

วิธีเก็บรักษา	กลไก	ใช้ได้กับ
$HgCl_2$	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส
HNO_3	ละลายโลหะ, ป้องกันการตกผลึก	โลหะ
H_2SO_4	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	สารอินทรีย์ (ซีโอดี, น้ำมัน และไขมัน, อินทรีย์คาร์บอน ฯลฯ
	สร้างเกลือโดยจับกับเบสในรูปสารอินทรีย์	แอมโมเนีย, อามีน
NaOH	สร้างเกลือโดยจับกับสารระเหยง่าย	ไซยาไนด์, กรดอินทรีย์
การแช่เย็น หรือการแช่แข็ง	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	สภาพกรด, สภาพด่าง, สารอินทรีย์, ซีโอดี, กลิ่น, อินทรีย์ฟอสฟอรัส,สี, อินทรีย์ไนโตรเจน คาร์บอนโคลิฟอร์ม ฯลฯ

ตารางที่ 3.2 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	การเก็บรักษา	ช่วงระยะเวลายอมให้เก็บ
สภาพกรด-สภาพด่าง	แช่เย็น 4°ซ.	24 ชั่วโมง
บีโอดี	แช่เย็น 4°ซ.	6 ชั่วโมง
แคลเซียม	ไม่จำเป็น	7 ชั่วโมง
ซีโอดี	2 ลบ.ซม. H_2SO_4/ลบ.ดม.	7 ชั่วโมง
คลอไรด์	ไม่จำเป็น	7 ชั่วโมง
สี	แช่เย็น 4°Cซ.	24 ชั่วโมง
ไซยาไนด์	NaOH ถึงพีเอช 10	24 ชั่วโมง
ดีโอ	วัดในที่	ห้ามเก็บ
ฟลูโอไรด์	ไม่จำเป็น	7 วัน
ความกระด้าง	ไม่จำเป็น	7 วัน
โลหะ	5 ลบ.ซม. HNO_3/ลบ.ดม.	6 เดือน
โลหะละลาย	กรอง: 3 ลบ.ซม.1:1 HNO_3/ลบ.ดม.	6 เดือน
แอมโมเนีย	40 มก.$HgCl_2$* /ลบ.ดม.--4°ซ.	7 วัน
เจลคาห์ไนโตรเจน	40 มก.$HgCl_2$* /ลบ.ดม.--4°ซ.	ไม่คงรูป
ไนเทรต-ไนไทรต์	40 มก.$HgCl_2$* /ลบ.ดม.--4°ซ.	7 วัน
น้ำมันและไขมัน	2 ลบ.ซม.H_2SO_4/ลบ.ดม.--4°ซ.	24 ชั่วโมง
ทีโอซี	2 ลบ.ซม.H_2SO_4/ลบ.ดม.(pH 2)	7 วัน
พีเอช	วัดในที่	ห้ามเก็บ
ฟีนอล	1.0 ก.$CuSO_4$/ลบ.ดม.+H_3PO_4 ให้ได้ pH 4.0--4°ซ.	24 ชั่วโมง
ฟอสฟอรัส	40 มก. $HgCL_2$*/ลบ.ดม.--4°ซ.	7 วัน

*ตัวอย่างเหล่านี้จะมีสารปรอทอยู่ด้วย การถ่ายทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อมก็ถือว่าเป็นการทำลายสภาวะแวดล้อมด้วย ขณะนี้กำลังมีงานวิจัยที่หาสารอื่นมาใช้แทนการใช้สารปรอท

3.4 การส่งตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างน้ำเมื่อเก็บน้ำแล้วต้องรีบส่งเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์ทันที แต่ถ้ามีการล่าช้าด้วยประการใดก็ตามควรเก็บตัวอย่างน้ำเหล่านี้ไว้ในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 4 ^{o}C เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเขียนฉลากติดไว้ข้างขวด

ก) การเขียนฉลาก : หลังจากเก็บตัวอย่างแล้วควรเขียนทันที เช่น จุดที่ เก็บ, วิธีการเก็บรักษา, เวลาและวันที่ที่เก็บ, ผู้เก็บ เป็นต้น

ข) ช่วงเวลาระหว่างการเก็บและการตรวจวิเคราะห์

โดยปกติแล้วการตรวจวิเคราะห์ควรกระทำทันที เพื่อมิให้สภาพน้ำที่เก็บมาเปลี่ยนแปลงไป ถ้าเป็นการตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพควรทำในขณะที่เก็บหรือในทันทีที่ตัวอย่างถึงห้องทดลอง ระยะเวลาที่ยอมให้มากที่สุด ที่จะเก็บตัวอย่างน้ำไว้ก่อนวิเคราะห์ทางเคมี และทางกายภาพ เป็นดังนี้ คือ

น้ำไม่สกปรก (unpolluted waters) 72 ชั่วโมง

น้ำสกปรกเล็กน้อย (slightly polluted waters) 48 ชั่วโมง

น้ำสกปรก (polluted waters) 12 ชั่วโมง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลทั้งด้านปริมาณ และคุณภาพมาใช้ในการตัดสินใจบางประการนั้นมีความสำคัญมาก ข้อมูลที่ได้จะต้องละเอียดและถูกต้องจริง ๆ จึงจะเป็นข้อมูลที่มีคุณค่า ในหลายกรณีข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือเป็นค่าโดยประมาณอาจนำไปสู่การตีความหมายหรือการตัดสินใจที่ผิดได้

ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพน้ำใต้ดินก็เช่นกัน เป็นต้นว่าวิเคราะห์หาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้น มีความสำคัญในการตัดสินใจในการใช้แหล่งน้ำในบริเวณนั้น และการหาวิธีป้องกันเพื่อที่จะไม่ให้แหล่งน้ำนั้นเกิดมลภาวะมากกว่าเดิม

ตัวกำหนด (parameters) ต่าง ๆ ที่ใช้แสดงลักษณะของน้ำใต้ดินที่ทำการวิเคราะห์กันอยู่ทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การวิเคราะห์ทางกายภาพ (physical methods) ได้แก่ อุณหภูมิ,ความขุ่น,สี เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ทางเคมี (chemical methods) ได้แก่ ความกระด้าง, เหล็ก, แมงกานีส, ไนเตรท เป็นต้น

3. การวิเคราะห์ทางชีวภาพ (biological methods) ได้แก่ การตรวจหาโคลิฟอร์ม เป็นต้น

ตัวอย่างน้ำใต้ดินของพื้นที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 20 ตัวอย่าง ได้ทำการส่งไปวิเคราะห์คุณภาพที่ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เนื่องจากอุปกรณ์ เครื่องมือบางอย่างของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีไม่เพียงพอ

4.1 จุดเก็บน้ำตัวอย่าง

จุดเก็บน้ำตัวอย่างครั้งนี้ เก็บบริเวณพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยมีทั้งหมด 20 จุด โดยอยู่ในพื้นที่ส่วนการศึกษา 9 จุด บริเวณพื้นที่เพื่อจัดหาผลประโยชน์ 1 จุด บริเวณบ่อเก็บน้ำเพื่อใช้ในการประปาและการเกษตร 4 จุด บริเวณที่อยู่อาศัย 1 จุด, แปลงทดลองการเกษตร 2 จุด และบริเวณทดลองเลี้ยงสัตว์เพื่อการเกษตร 3 จุด (ตามรูปที่ 2.1) โดยที่ จุด 1-20 เป็นบ่อบาดาลที่ทำสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ และเก็บน้ำตัวอย่างในหนองอีเจม ซึ่งเป็นหนองน้ำสำหรับการอุปโภคและบริโภค เพิ่มอีก 1 จุด โดยมีตำแหน่งที่เก็บน้ำ คือ

จุดที่ 1 ข้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรม 2 (EN 2)

จุดที่ 2 ข้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรม 1 (EN 1)

จุดที่ 3 ข้างอาคารเรียนรวม

จุดที่ 4 ข้างอาคารเอนกประสงค์

จุดที่ 5 หน้าอาคารเอนกประสงค์

จุดที่ 6 หน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

จุดที่ 7 หน้าอาคารสำนักอธิการบดี

จุดที่ 8 ทางเข้าสำนักวิทยบริการทางด้านหลัง

จุดที่ 9 สามแยกไปบริเวณเก็บกักน้ำเพื่อการเกษตร

จุดที่ 10 บริเวณบ่อเลี้ยงปลาคณะเกษตรศาสตร์

จุดที่ 11 บริเวณหนองอีเจม

จุดที่ 12 บริเวณหนองอีเจม

จุดที่ 13 บริเวณทุ่งหญ้าคณะเกษตรศาสตร์

จุดที่ 14 บริเวณหน้าโรงอาหารสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์

จุดที่ 15 หน้าแปลงพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์

จุดที่ 16 หน้าสำนักงานไร่ฝึกคณะเกษตรศาสตร์

จุดที่ 17 ที่พักอาศัยอาจารย์และข้าราชการ (แฟลตกันเกรา)

จุดที่ 18 เรือนเพาะชำคณะเกษตรศาสตร์

จุดที่ 19 บริเวณอาคารชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

จุดที่ 20 บริเวณที่ทำน้ำประปาของมหาวิทยาลัย

จุดที่ 21 น้ำในหนองอีเจม

4.2 ช่วงเวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง

ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการเจาะบ่อและทำบ่อเจาะประมาณเดือน กรกฎาคม ประมาณ 45 บ่อในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และได้ทิ้งไว้ประมาณช่วงหนึ่ง เพื่อให้ปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำคงที่ ซึ่งในขณะนั้นทางมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อยู่ระหว่างการทำการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ ทำให้บ่อเจาะที่ทำไว้เก็บน้ำตัวอย่างถูกถมทิ้งหรือโดนทำลาย ทำให้ไม่สามารถเก็บน้ำตัวอย่างได้ทั้งหมด 45 บ่อ เหลืออยู่ประมาณ 20 บ่อ โดยได้ดำเนินการเก็บน้ำตัวอย่าง 2 ครั้ง คือวันที่ 8 สิงหาคม 2536 และวันที่ 9 กันยายน 2536 ซึ่งบ่อที่ 6 เป็นบ่อที่อยู่บริเวณด้านหน้าของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และประมาณช่วง เดือนสิงหาคม – กันยายน 2536 เป็นช่วงที่ได้มีการทำการก่อสร้างรั้วทางด้านหน้าของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทำให้บ่อที่ 6 ถูกถมทิ้งไป ดังนั้นในการเก็บน้ำตัวอย่างของบ่อที่ 6 ในการเก็บครั้งที่ 2 คือ วันที่ 9 กันยายน 2536 จึงไม่มีผลการวิเคราะห์ของบ่อที่ 6

4.3 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์

คุณภาพน้ำใต้ดินที่ทำการวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะอิงดัชนีคุณภาพที่กำหนดมาตรฐานน้ำบาดาลใช้บริโภคออกตามความใน พ.ร.บ น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 (ดังภาคผนวก ก) ซึ่งมีคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์สำหรับโครงการนี้ประกอบด้วย

- ความขุ่น (Turbidity)
- สี (color)
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- เหล็ก (Iron)
- แมงกานีส (Manganese)
- ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-N)
- ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness)
- คลอไรด์ (Chloride)
- ความเป็นด่าง (Alkalinity)
- ซัลเฟต (Sulfate)
- ของแข็งทั้งหมด (Total Solid)

- โคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform)
- ฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform)

ซึ่งจะเป็นคุณสมบัติทางกายภาพ ชีวภาพและคุณสมบัติทางเคมี ส่วนคุณลักษณะที่เป็นพิษ เช่น สารหนู (As), ไซยาไนด์ (CN), ตะกั่ว (Pb), ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) และ เซเลเนียม (Se) ส่วนมากไม่ต้องวิเคราะห์ ซึ่งน้ำบาดาลระดับตื้นจะไม่มีหรือมีน้อยมาก ๆ ยกเว้น กรณีที่เป็นที่สงสัยว่าจะได้รับปนเปื้อนจากแหล่งอุตสาหกรรมหรืออื่น ๆ แล้วจึงนำมาวิเคราะห์เป็นกรณีไป

4.4 ผลการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างจากบ่อที่เจาะ

โดยทั่วไปดัชนีคุณภาพน้ำที่มีหลายพารามิเตอร์นั้น พิจารณาเรื่องความขุ่น เหล็ก แมงกานีส ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ดังนั้นในที่นี้ จะกล่าวถึงดัชนีคุณภาพน้ำเหล่านี้เป็นสำคัญ โดยแสดงในรูปกราฟเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม (กราฟรูปที่ 1-8) ส่วนดัชนีน้ำอื่น ๆ จะแสดงผลอยู่ในตารางที่ 1 และ 2 สำหรับน้ำตัวอย่างที่เก็บวันที่ 8 สิงหาคม และ 9 กันยายน 2536 ตามลำดับ

ก) <u>ความขุ่น</u> (Turbidity)

น้ำจากบ่อบาดาลทั้งหมดที่เก็บในเดือนสิงหาคม 2536 มีความขุ่นสูงมาก และบางตัวอย่างไม่สามารถวัดความขุ่นได้ เนื่องจากน้ำตัวอย่างไม่เพียงพอและพบว่าความขุ่นส่วนใหญ่จะเป็นเม็ดทราย สามารถตกตะกอนได้ง่าย สำหรับตัวอย่างที่เก็บในเดือนกันยายน 2536 ความขุ่นลดลงเป็นอย่างมาก (กราฟรูปที่ 1) อย่างไรก็ตาม ความขุ่นของน้ำตัวอย่างทั้งหมดยังสูงมาก ซึ่งโดยทั่วไปมากกว่า 300 ถึง 6900 NTU ซึ่งมาตรฐานของน้ำดื่มคือไม่เกิน 15 NTU ดังนั้นถ้าจะนำน้ำนี้ขึ้นมาใช้ในด้านอุปโภคบริโภค จะต้องผ่านขบวนการการตกตะกอนเสียก่อน

ข) <u>เหล็ก</u> (Iron)

น้ำจากบ่อบาดาลทั้งหมดมีปริมาณเหล็กสูงกว่าคุณภาพน้ำดื่มมาตรฐาน (0.5 มก/ล) โดยเฉพาะปริมาณเหล็กของบ่อ 7, 13, 14, 15, 16, 18, 19 และ 20 ซึ่งมีปริมาณของเหล็กมากกว่า 2 มก/ล และสูงกว่า 12 มก/ล (กราฟรูปที่ 2) โดยทั่วไปปริมาณเหล็กจะไม่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ แต่จะทำให้น้ำเกิดกลิ่นคาวและสีสนิม และเมื่อนำมาเป็น

น้ำใช้จะก่อให้เกิดคราบสนิมของเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ต้องมีการกำจัดเหล็กเสียก่อน โดยวิธีการเติมอากาศและตกตะกอน

ค) <u>แมงกานีส</u> (Manganese)

การวิเคราะห์แมงกานีสจะควบคู่กับการวิเคราะห์เหล็กอยู่เสมอเพราะสภาพการปนเปื้อนของแมงกานีสจะอยู่ในลักษณะเดียวกับการปนเปื้อนของเหล็ก (คือ อยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน) มาตรฐานของแมงกานีสจะต่ำกว่าเหล็กคือ 0.3 มก/ล และแมงกานีสจะให้ผลเช่นเดียวกับเหล็ก คือ ทำให้น้ำเกิดกลิ่นและสี ซึ่งพบว่าบ่อที่มีปริมาณเหล็กสูง จะมีแมงกานีสสูงด้วย อย่างไรก็ตามพบว่าตัวอย่างน้ำที่เก็บเมื่อ เดือนกันยายน 2536 มีปริมาณแมงกานีสน้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บเมื่อ เดือนสิงหาคม 2536 มาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแมงกานีสจะเกาะอยู่กับตะกอน และตัวอย่างครั้งที่ 2 (เดือนกันยายน 2536) มีตะกอนหรือความขุ่นลดลงมาก จากตัวอย่างครั้งที่ 1 (เดือนสิงหาคม 2536) ทำให้ปริมาณแมงกานีสลดลง ดังแสดงในกราฟรูปที่ 3 ถ้าจะนำน้ำมาใช้โดยผ่านกรรมวิธีกำจัดเหล็กก็จะสามารถกำจัดแมงกานีสได้ด้วย

ง) <u>ความกระด้าง</u> (Total Hardness)

น้ำจากบ่อบาดาลที่เก็บเกือบทั้งหมด ยกเว้น บ่อที่ 4, 5 และบ่อที่ 19 ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4 มีความกระด้างน้อยกว่าค่ามาตรฐานเป็นอย่างมาก (ค่ามาตรฐาน 250 มก/ล $CaCO_3$) กล่าวได้ว่า น้ำบาดาลเหล่านี้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม ทั้งนี้ยกเว้น 3 บ่อที่กล่าวมาข้างต้น โดยเฉพาะบ่อที่ 19 มีความกระด้างสูงมาก (มากกว่า 400 มก/ล $CaCO_3$ - 650 มก/ล $CaCO_3$) น้ำบ่อที่ 19 นี้ไม่ควรนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค หรือในการรดน้ำต้นไม้ เพราะความกระด้างที่สูงทำให้เกิดคราบหินปูนเคลือบใบ และทำให้ดินแข็งขึ้นได้ น้ำจากบ่อที่ 4 และบ่อที่ 5 จะมีความกระด้างน้อยกว่าบ่อที่ 19 แต่ไม่จำเป็นก็ไม่ควรนำมาใช้เช่นเดียวกับบ่อที่ 19 ส่วนบ่ออื่น ๆ สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องผ่านขบวนการกำจัดความกระด้าง

จ) <u>คลอไรด์</u> (Chloride)

น้ำจากบ่อบาดาลทุกบ่อมีปริมาณคลอไรด์ต่ำมาก ซึ่งพบว่าบ่อที่มีคลอไรด์สูงสุดมีไม่เกิน 100 มก/ล (คือบ่อที่ 15) ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5 ซึ่งปริมาณคลอไรด์น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้มาก (เกณฑ์มาตรฐาน 200 มก/ล) กล่าวได้ว่าน้ำบาดาลจากพื้นที่ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีไม่มีปัญหาเรื่องความเค็มแต่ประการใด

ฉ) <u>ไนเตรท</u> (Nitrate-N)

น้ำใต้ดินที่มีการปนเปื้อนจากไนเตรท อาจมาจากน้ำโสโครก ปุ๋ย หรือมูลสัตว์ที่ไหลซึมเข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ในด้านคุณภาพน้ำไนเตรทจะมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ โดยเฉพาะเด็กทารก คือทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า Methemoglobinemia มาตรฐานน้ำดื่มกำหนดให้ไนเตรทไม่เกิน 10 มก/ล ในรูป NO_3-N หรือ 43.3 มก/ล ในรูปไนเตรท (NO_3) จากการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งหมด ไนเตรทมีอยู่ในปริมาณที่น้อยกว่ามาตรฐานมาก คือ ตัวอย่างน้ำที่มีสูงสุดไม่เกิน 1.0 มก/ล (บ่อที่ 12) ดังแสดงในกราฟรูปที่ 6 แสดงว่าน้ำบาดาลเหล่านี้ไม่ถูกปนเปื้อนด้วยน้ำโสโครก หรือสิ่งสกปรก ที่มีสารไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบแต่อย่างใด

ช) <u>โคลิฟอร์มแบคทีเรีย</u> (Coliform Bacteria)

น้ำบาดาลส่วนใหญ่แล้วจะไม่ปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียมากนัก เพราะมีชั้นดิน หิน กรวด ทำหน้าที่กรองแบคทีเรียและบ่อจะเป็นบ่อลึกและปิด อย่างไรก็ตามจากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย โดยวัดทั้งปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์ม มีบางบ่อเท่านั้นที่มีการปนเปื้อนสูงได้แก่ บ่อที่ 2, 5, 11, 16 และ 18 ดังแสดงในกราฟรูปที่ 7 และกราฟรูปที่ 8 สำหรับโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำดื่ม การปนเปื้อนของแบคทีเรียในบ่อดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก (มาตรฐานกำหนดให้มีปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่เกิน 2.2 MPN/100 มล. และปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม 0.0 MPN/100 มล.) อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัยจากเชื้อโรคด้วยประการทั้งปวง ถ้าจะนำน้ำมาใช้บริโภครวมทั้งปรุงอาหารต้องมีการฆ่าเชื้อโรคก่อน ถ้าจะนำน้ำมาเป็นน้ำใช้หรือรดน้ำต้นไม้ไม่จำเป็นต้องมีการฆ่าเชื้อโรคแต่ประการใด

4.5 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำในหนองอีเจม

ในการศึกษาคุณภาพน้ำครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากหนองอีเจม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของน้ำด้วย กล่าวได้ว่าน้ำในหนองอีเจมมีความเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งน้ำใช้ นอกจากนี้ ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ความสกปรกของน้ำในรูปการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ คือ BOD และ COD ซึ่งค่าที่วัดได้คือ 0.7 มก/ล และ 7.5 มก/ล ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ค่า อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำแสดงถึง ลักษณะของน้ำธรรมชาติตามปกติ โดยคุณภาพของน้ำในหนองอีเจมจากการตรวจวัดเมื่อ เดือนสิงหาคม 2536 อยู่ในเกณฑ์ดี อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการระบายน้ำโสโครกลงสู่หนองอีเจม โดยไม่มีขบวนการบำบัดก่อนจะทำให้น้ำเกิดความสกปรกมีสารปนเปื้อน

และเกิดมลภาวะของน้ำได้ จำเป็นต้องมีการควบคุมป้องกันไม่ให้ปล่อยน้ำเสียลงสู่หนองอีเจม และทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำอยู่เสมอ ๆ เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของสารต่าง ๆ ที่อาจทำให้เกิดมลภาวะน้ำขึ้นได้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วันเก็บตัวอย่าง : 08/08/36

แหล่งน้ำ น้ำบาดาล วันวิเคราะห์ : 09/08/36

Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tubidity (NTU)	3,920	4,000	430	46,600	2,330	-	-	2,600	2,220	22,875
Ture color (unit)	200	5,000	2.50	35.0	45.0	-	-	35.0	5.00	10.0
pH	5.33	6.24	5.00	6.93	7.76	7.30	7.62	4.95	4.68	4.62
Iron (mg/l)	1.90	0.92	2.88	0.20	0.76	2.90	11.0	1.00	1.14	0.40
Manganese (mg/l)	3.10	0.00	0.00	0.00	0.60	-	-	0.80	0.60	0.00
Nitrate nitrogen (mg/l)	0.02	0.15	0.02	0.69	0.05	-	-	0.05	0.22	0.15
Total hardness (mg/l as $CaCO_3$)	20.0	12.0	8.00	216	164	-	-	8.00	4.00	0.00
Calcium hardness (mg/l as $CaCO_3$)	16.0	12.0	6.00	216	111	-	-	8.00	3.00	0.00
chloride (mg/l)	0.00	0.00	10.0	4.00	10.0	-	-	0.00	10.0	0.00
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	8.00	54.0	10.0	113	226	-	-	2.00	1.00	1.00
Sulfate (mg/l)	2.50	18.8	0.00	18.5	9.25	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Solid (mg/l)	1,344	4,528	458	10,522	1,176	9,130	12,570	6,266	4,234	18,620
Total Coliform (MPN/100 ml)	49	540	2	>=2,400	>=2,400	350	920	2	<2	<2
Fecal Coliform (MPN/100 ml)	5	79	<2	23	350	33	8	<2	<2	33

ตัวอย่างน้ำบางจุดวิเคราะห์ได้ไม่ครบทุกพารามิเตอร์เนื่องจากตัวอย่างน้ำไม่พอ

ตารางที่ 1 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วันเก็บตัวอย่าง : 08/08/36

แหล่งน้ำ น้ำบาดาล วันวิเคราะห์ : 09/08/36

Parameter	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	หนองอีเจม
Tubidity (NTU)	190	2,320	6,700	2,700	1,600	6,480	41,000	3,200	69,400	2,300	26
Ture color (unit)	7.50	5.00	425	125	45.0	5.00	7.50	150	-	-	20.0
pH	5.95	5.54	5.67	5.32	5.21	4.07	4.60	5.01	6.59	5.28	6.54
Iron (mg/l)	2.12	2.00	7.60	1.42	1.80	0.54	1.50	10.9	6.60	3.70	0.24
Manganese (mg/l)	0.56	1.60	14.4	1.60	14.4	4.40	0.00	13.2	28.0	12.8	0.14
Nitrate nitrogen (mg/l)	0.00	1.07	0.00	0.00	0.06	0.05	0.00	0.00	0.27	0.44	0.02
Tolal hardness (mg/l as $CaCO_3$)	11.0	8.00	0.00	4.00	0.00	25.0	10.0	14.0	500	20.0	6.00
Calcium hardness (mg/l as $CaCO_3$)	6.00	8.00	0.00	0.00	0.00	7.00	10.0	12.0	500	0.00	4.00
chloride (mg/l)	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	9.00	1.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	240	4.00	5.00
Sulfate (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0.00	183	0.00	0.00
Total Solid (mg/l)	604	1,244	6,904	4,338	2,980	12,892	29,130	3,054	91,250	2,384	118
Total Coliform (MPN/100 ml)	170	11	13	2	26	14	<2	9	350	4	-
Fecal Coliform (MPN/100 ml)	170	4	8	<2	<2	<2	<2	4	17	<2	-
BOD (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.75
COD (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.52

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วันเก็บตัวอย่าง : 09/09/36

แหล่งน้ำ น้ำบาดาล

วันวิเคราะห์ : 10/09/36

Parameter	1	2	3	4	5	7	8	9	10
Tybidity (NTU)	50.8	1382	384	1,110	402	383	1,109	785	494
Ture color (unit)	20	150	75	225	125	125	250	100	250
pH	6.47	6.46	5.15	7.05	6.98	7.03	4.62	4.69	4.65
Iron (mg/l)	1.64	1.52	1.34	1.16	1.60	3.20	0.80	1.14	2.66
Manganese (mg/l)	0.6	1.2	0.4	1.4	1.4	1.4	1.3	0.3	0.3
Nitrate nitrogen (mg/l)	0.20	0.22	0.00	0.05	0.07	0.86	0.00	0.02	0.01
Tolal hardness (mg/l as $CaCO_3$)	30.0	56.0	24.0	400.0	320.0	60.0	0.00	48.0	4.0
Calcium hardness (mg/l as $CaCO_3$)	21.0	35.7	16.8	241.5	273.0	42.0	0.0	0.0	0.0
chloride (mg/l)	18.0	10.0	14.0	10.0	30.0	18.0	20.0	14.0	10.0
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	20.0	70.0	40.0	312.0	340.0	80.0	70.0	12.0	12.0
Sulfate (mg/l)	0.0	0.7	0.0	42.9	4.4	2.9	4.4	1.7	2.9
Total Solid (mg/l)	746	2,258	1,884	7,000	830	986	90,600	7,928	1,154
Total Coliform (MPN/100 ml)	350	>=2400	13	>=2,400	>=2,400	17	33	>=2400	33
Fecal Coliform (MPN/100 ml)	49	>=2400	13	350	>=2400	17	<2	33	11

ตารางที่ 2 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

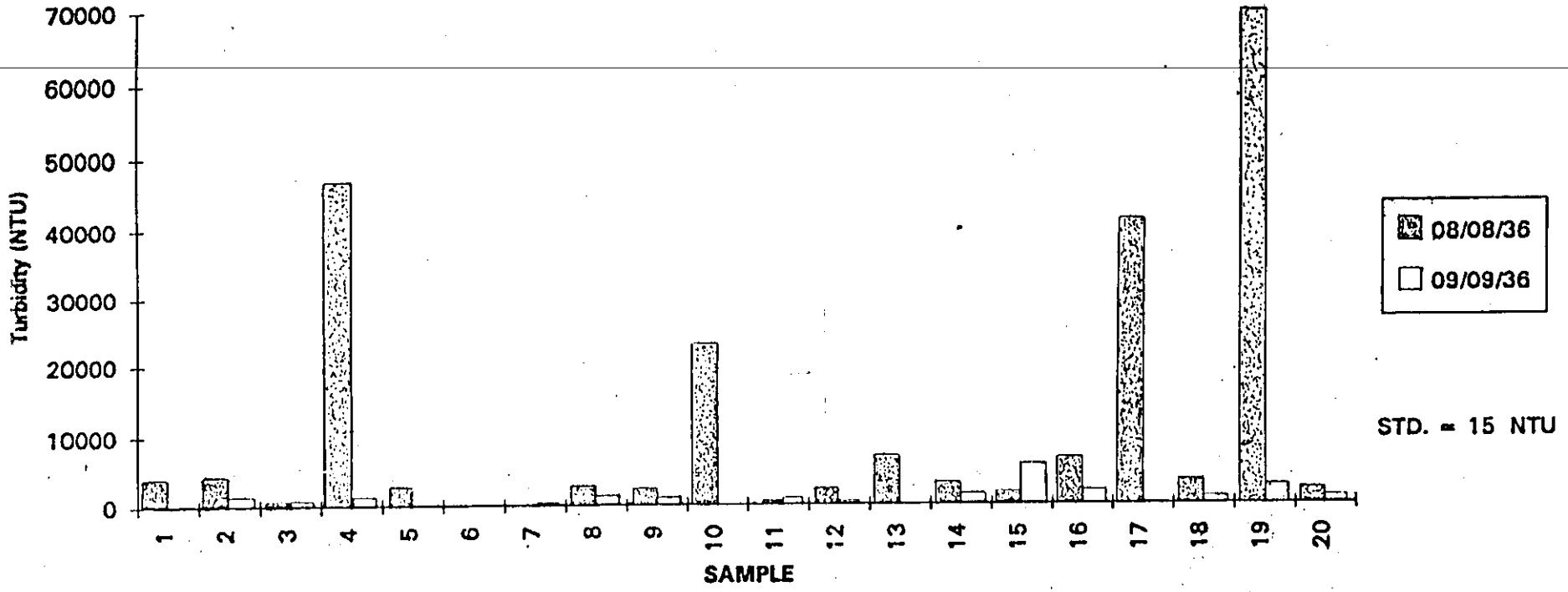
วันเก็บตัวอย่าง : 09/09/36

แหล่งน้ำ น้ำบาดาล วันวิเคราะห์ : 27/09/36

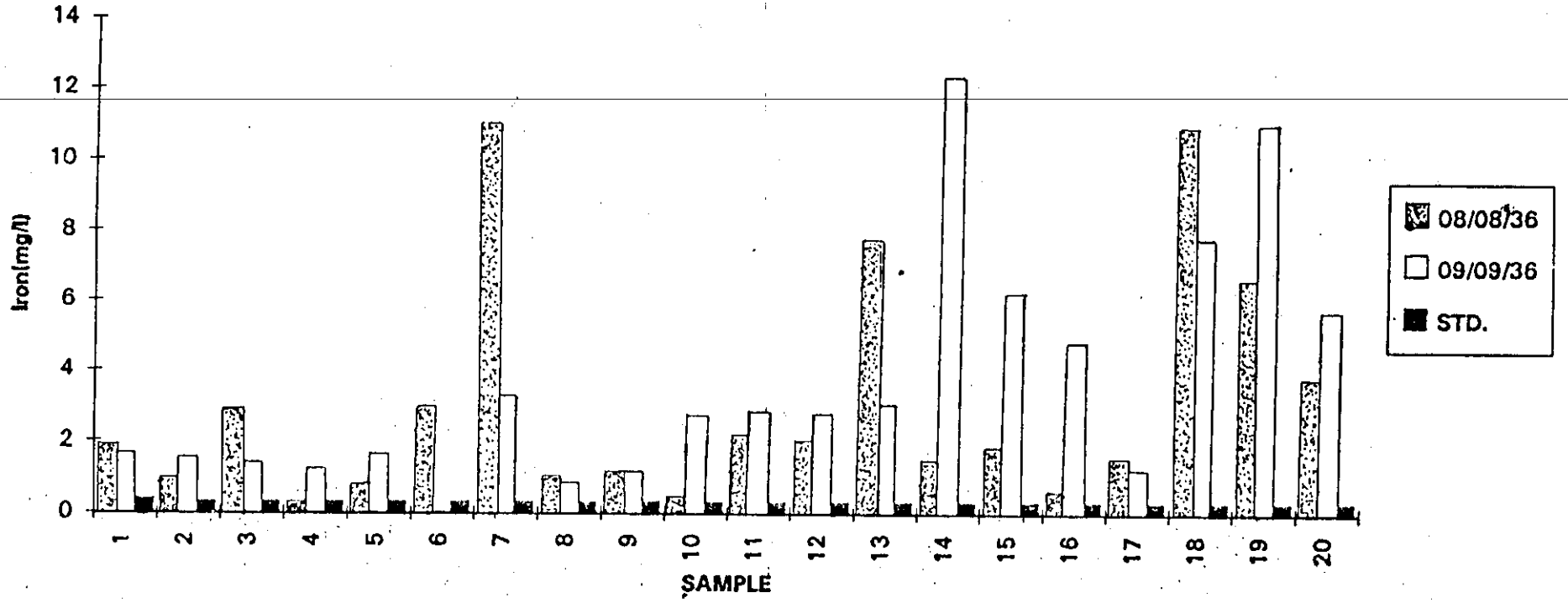
Parameter	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tubidity (NTU)	703	425	57	1,042	5,629	1,830	89	555	2,520	858
Ture color (unit)	75	50	100	450	1,800	2,000	12.5	325	1,500	125
pH	5.36	4.94	5.00	4.96	4.36	4.66	4.84	4.46	6.55	4.83
Iron (mg/l)	2.80	2.74	3.00	12.30	6.20	4.80	1.20	7.70	11.00	5.70
Manganese (mg/l)	0.40	0.40	0.40	0.30	2.00	0.60	0.20	1.20	0.40	0.20
Nitrate nitrogen (mg/l)	0.00	0.08	0.06	0.00	0.08	0.00	0.22	0.46	0.22	0.05
Tolal hardness (mg/l as $CaCO_3$)	12.0	16.0	16.0	0.00	0.00	60.0	16.0	16.0	640.0	16.0
Calcium hardness (mg/l as $CaCO_3$)	10.5	10.5	10.5	0.00	0.00	52.5	14.7	10.5	588.0	10.5
chloride (mg/l)	4.0	6.0	4.0	4.0	4.0	40.0	12.0	6.0	30.0	8.0
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	20.0	14.0	20.0	100.0	240.0	120.0	18.0	14.0	540.0	14.0
Sulfate (mg/l)	2.90	0.00	1.70	0.00	13.3	5.00	1.70	1.70	133.0	2.00
Total Solid (mg/l)	418	312	318	10,800	729,394	10,982	164	1,830	39,640	3,012
Total Coliform (MPN/100 ml)	>=2400	23	920	<2	<2	>=2400	33	920	110	17
Fecal Coliform (MPN/100 ml)	>=2400	23	540	<2	<2	920	17	920	23	17

ในการวิเคราะห์ตัวอย่างครั้งที่ 2 ไม่ได้ทำการวิเคราะห์จุดที่ 6

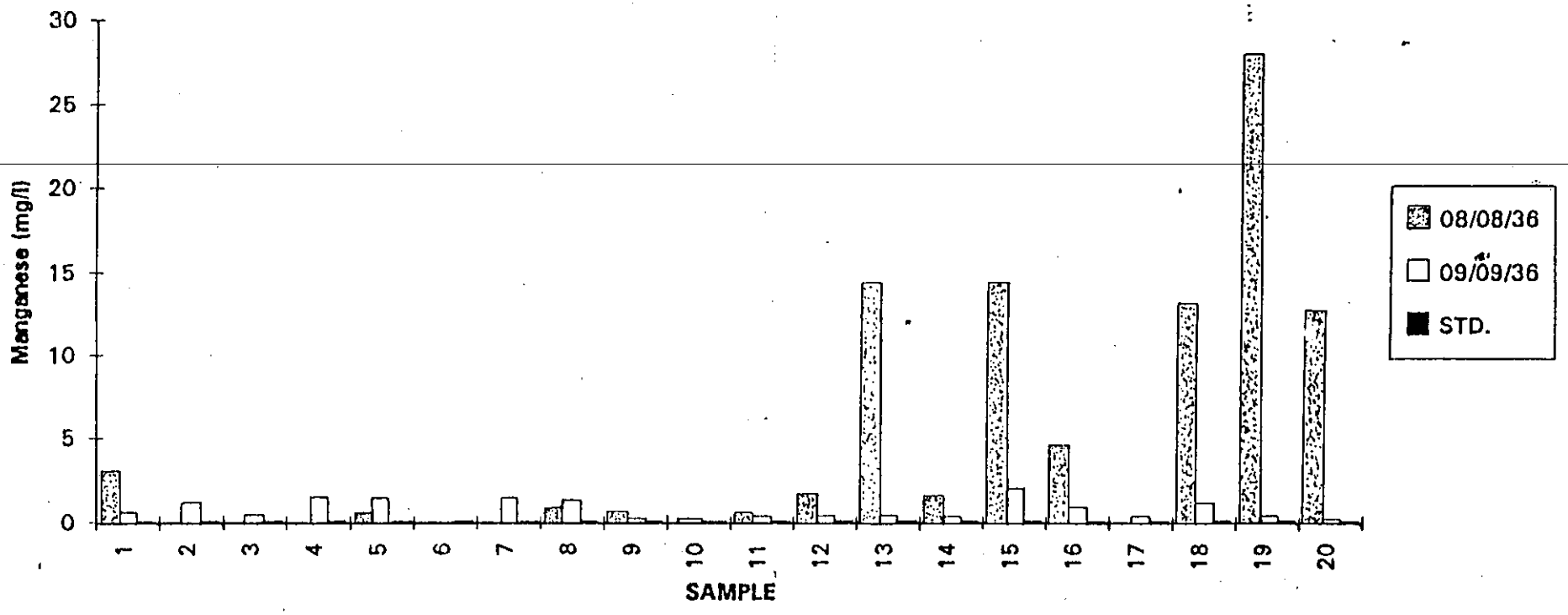
รูป 1 กราฟแสดงค่า Turbidity



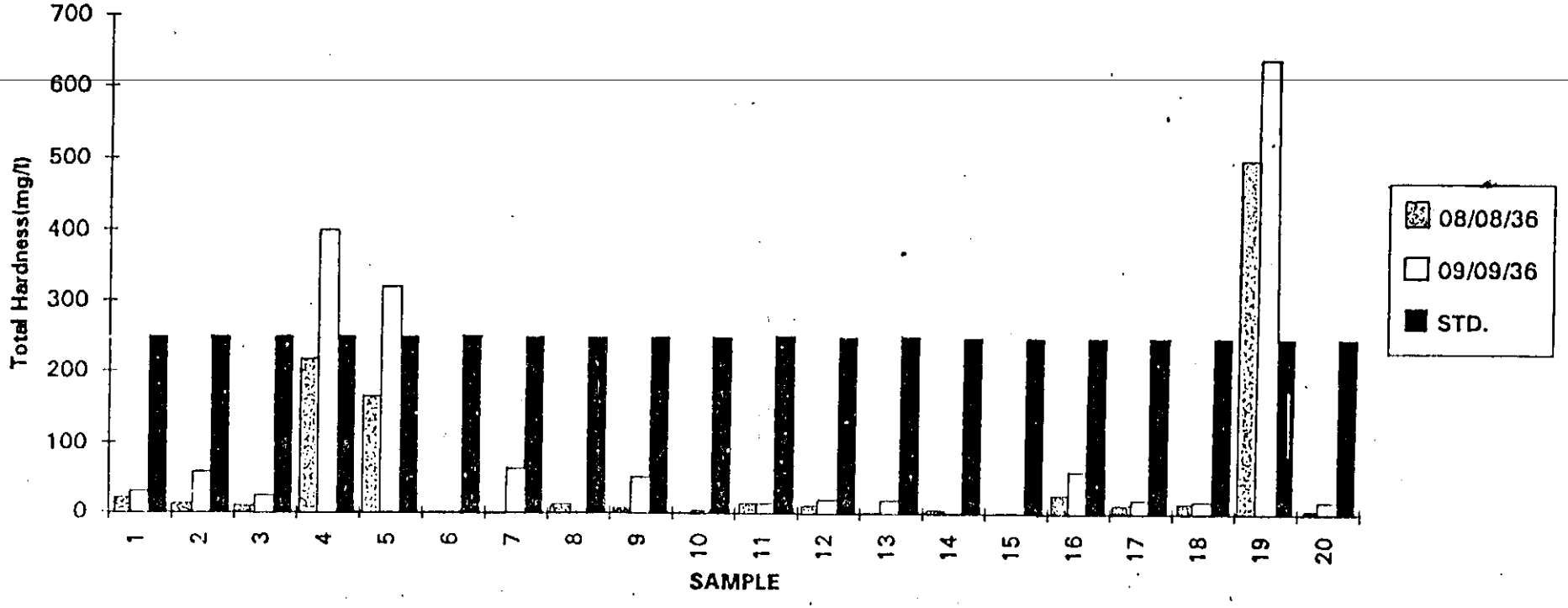
รูป 2 กราฟแสดงค่า Iron

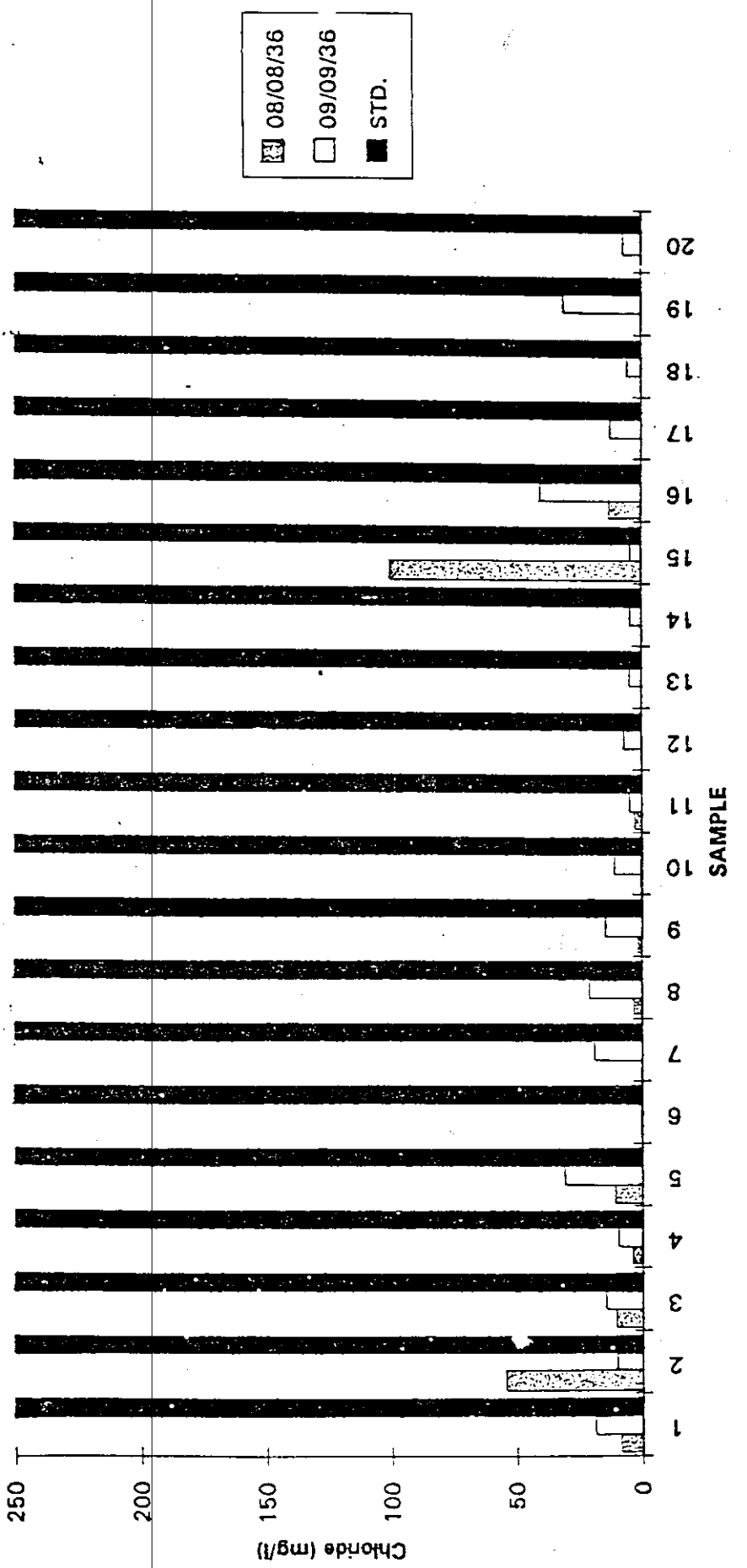


รูป 3 กราฟแสดงค่า Manganese



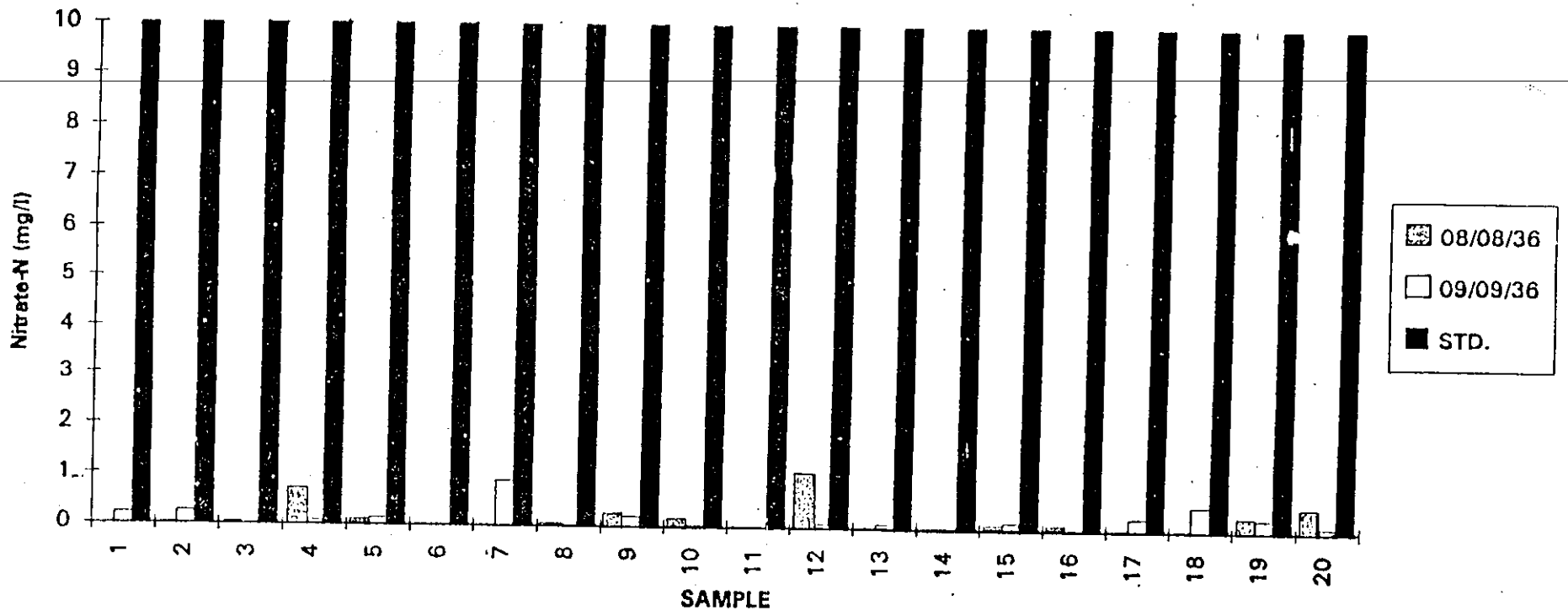
รูป 4 กราฟแสดงค่า Total Hardness



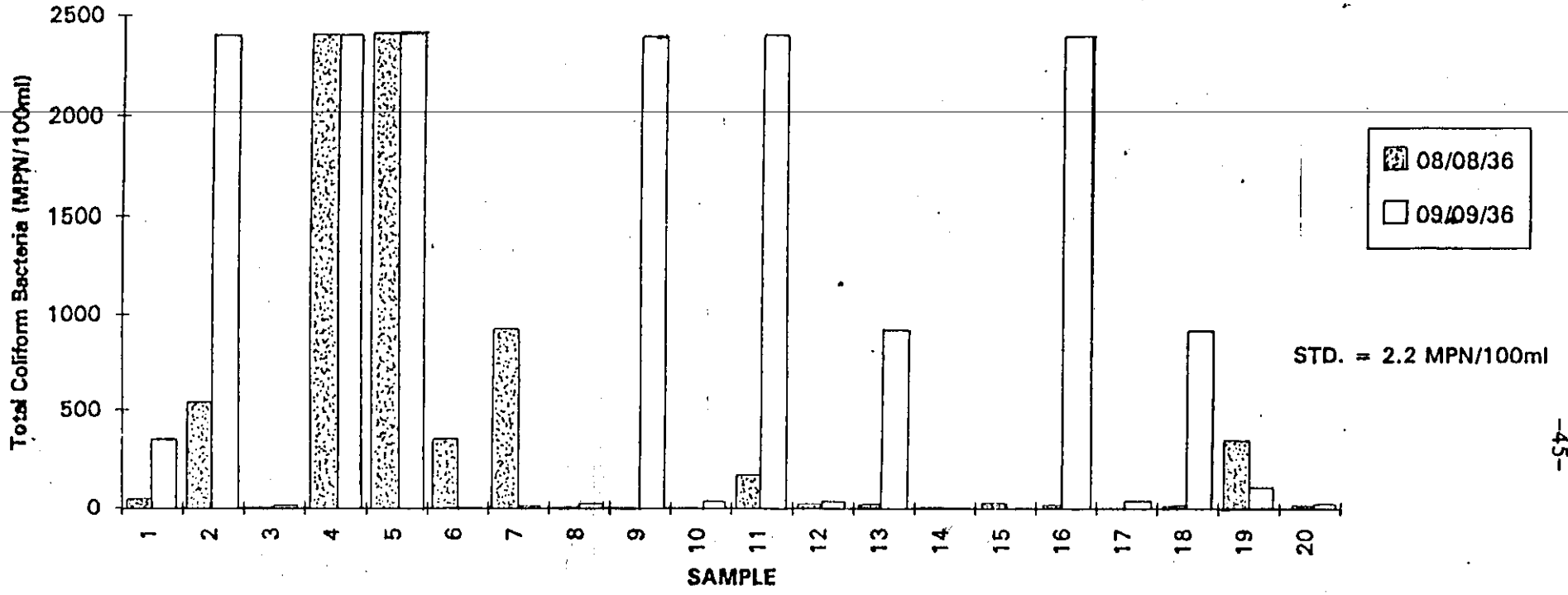


รูป 5 กราฟแสดงค่า Chloride

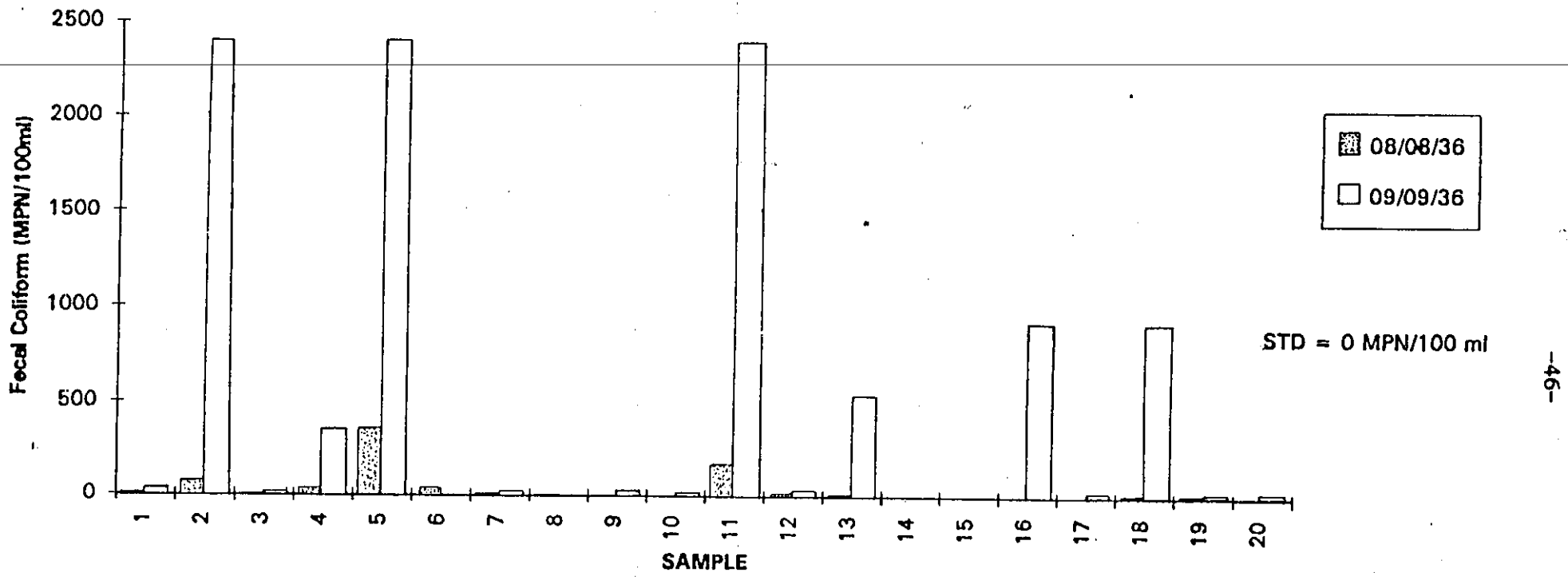
รูป 6 กราฟแสดงค่า Nitrate-N



รูป 7 กราฟแสดงค่า Total Coliform Bacteria



รูป 8 กราฟแสดงค่า Fecal Coliform Bacteria



บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่าน้ำใต้ดิน (น้ำบาดาลลึกประมาณ 4-6 เมตร จากผิวดิน) ไม่มีความเค็ม มีความด่างน้อยจัดอยู่ในเกณฑ์น้ำอ่อน ยกเว้นบ่อที่ 4 บริเวณข้างอาคารเอนกประสงค์ บ่อที่ 5 บริเวณหน้าอาคารเอนกประสงค์ มีความกระด้างสูง และโดยเฉพาะบ่อที่ 19 บริเวณอาคารชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์จะมีความกระด้างสูงกว่ามาตรฐานมาก ส่วนปริมาณไนเตรทมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก แต่เมื่อพิจารณาในเรื่องปริมาณเหล็กจากบ่อต่าง ๆ จะพบว่ามีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานมาก รวมทั้งปริมาณแมงกานีสด้วยในบางบ่อ นอกจากนี้พบว่าน้ำส่วนใหญ่จะมีความขุ่นสูงมากด้วย และบางบ่อมีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินนั้น ควรมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่จะนำมาใช้อุปโภคบริโภค โดยมีการกำจัดเหล็กและแมงกานีส การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค แต่ถ้าจะนำมาใช้เป็นน้ำเพื่อการเพาะปลูก คือรดต้นไม้และรดสนามหญ้าก็สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง ยกเว้น บ่อที่ 19 ซึ่งอยู่บริเวณข้างอาคารชีวภาพของคณะวิทยาศาสตร์ ไม่ควรนำมาใช้เป็นน้ำเพื่อการเพาะปลูกเพราะมีความกระด้างสูงมาก

สำหรับคุณภาพน้ำในหนองอีเจม มีความเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งน้ำใช้ แต่ต้องมีการควบคุมป้องกันไม่ให้มีการระบายน้ำเสียลงสู่หนองอีเจม มิฉะนั้นจะเกิดมลภาวะน้ำได้ เพราะน้ำในหนองอีเจมไม่สามารถระบายออกได้

เอกสารอ้างอิง

1. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2530. การสำรวจสภาพพื้นที่ด้านวิศวกรรม วิทยาลัยอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 35 หน้า.
2. ผังแม่บท มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี , 1990.
3. อ.หิมะคุณ, ว.ศรีบุญลือ, พ.บุญยะกาญจน ฉ.มับผัน และ น.สินสุพรรณ, 2532. รายงานการวิจัยเรื่อง บ่อเจาะแบบชาวบ้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคผนวกที่ 1, หน้า 1-34.
4. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย, 2535. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย, 410 หน้า.
5. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535. ความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม, 94 หน้า.
6. สำนักเร่งรัดพัฒนาชนบท, 2513-2520. บ่อบาดาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
7. สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2530. คู่มือการสร้างบ่อเจาะขนาดเล็ก, 17 หน้า

ภาคผนวก ก

พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ.2520

ประเภทและมาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคตาม พ.ร.บ. น้ำบาดาล ปี 2526

พารามิเตอร์	หน่วย	มาตรฐานน้ำบาดาล	
		เกณฑ์ที่กำหนดเหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
1. คุณสมบัติทางกายภาพและชีววิทยา			
- สี (Colour)	ปลาตินัม - โคบอล	5	50
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		7.0 - 8.5	6.5 - 9.5
- ความขุ่น (Turbidity)	NTU	5	20
- Standard Plate Count	โคโลนี/ลบ.ซม.	ไม่เกิน 500	-
- Most Probable Number of Coliform Organism	MPN/100 มล.	น้อยกว่า 2.2	-
- E. coil	-	ไม่มีเลย	-
2. คุณสมบัติทางเคมี			
- เหล็ก (Fe)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 0.5	1.0
- มังกานีส (Mn)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 0.3	0.5
- ทองแดง (Cu)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 1.0	1.5
- สังกะสี (Zn)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 5.0	15.0
- ซัลเฟต (SO_4)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 200	250
- คลอไรด์ (Cl)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 200	600
- ฟลูออไรด์ (F)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 1.0	1.5
- ไนเตรต (NO_3)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 45	45
- ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness as $CaCO_3$)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 300	500
- ความกระด้างถาวร (Non-carbonate Hardness as $CaCO_3$)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 200	200
- ปริมาณมวลสารทั้งหมด (Total Solids)	มก./ลิตร	ไม่เกิน 750	1,500
3. คุณลักษณะที่เป็นพิษ			
- สารหนู (As)	มก./ลิตร	ไม่มีเลย	0.05
- ไซยาไนด์ (CN)	มก./ลิตร	ไม่มีเลย	0.20
- ตะกั่ว (Pb)	มก./ลิตร	ไม่มีเลย	0.05
- ปรอท (Hg)	มก./ลิตร	ไม่มีเลย	0.001
- แคดเมียม (Cd)	มก./ลิตร	ไม่มีเลย	0.01
- เซเลเนียม (Se)	มก./ลิตร	ไม่มีเลย	0.01

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม