หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

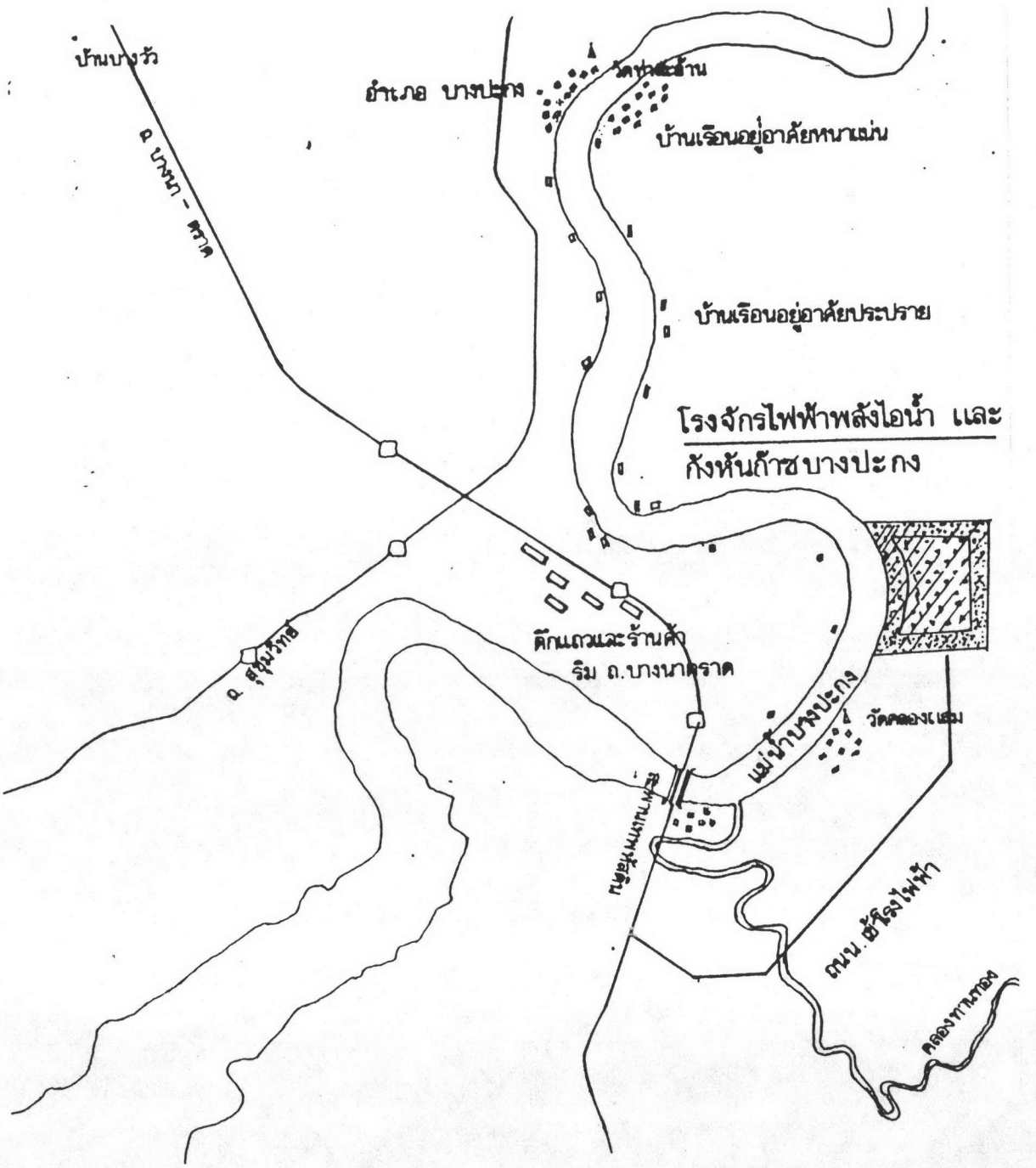
บทที่ 4

การทำการศึกษาทดลอง

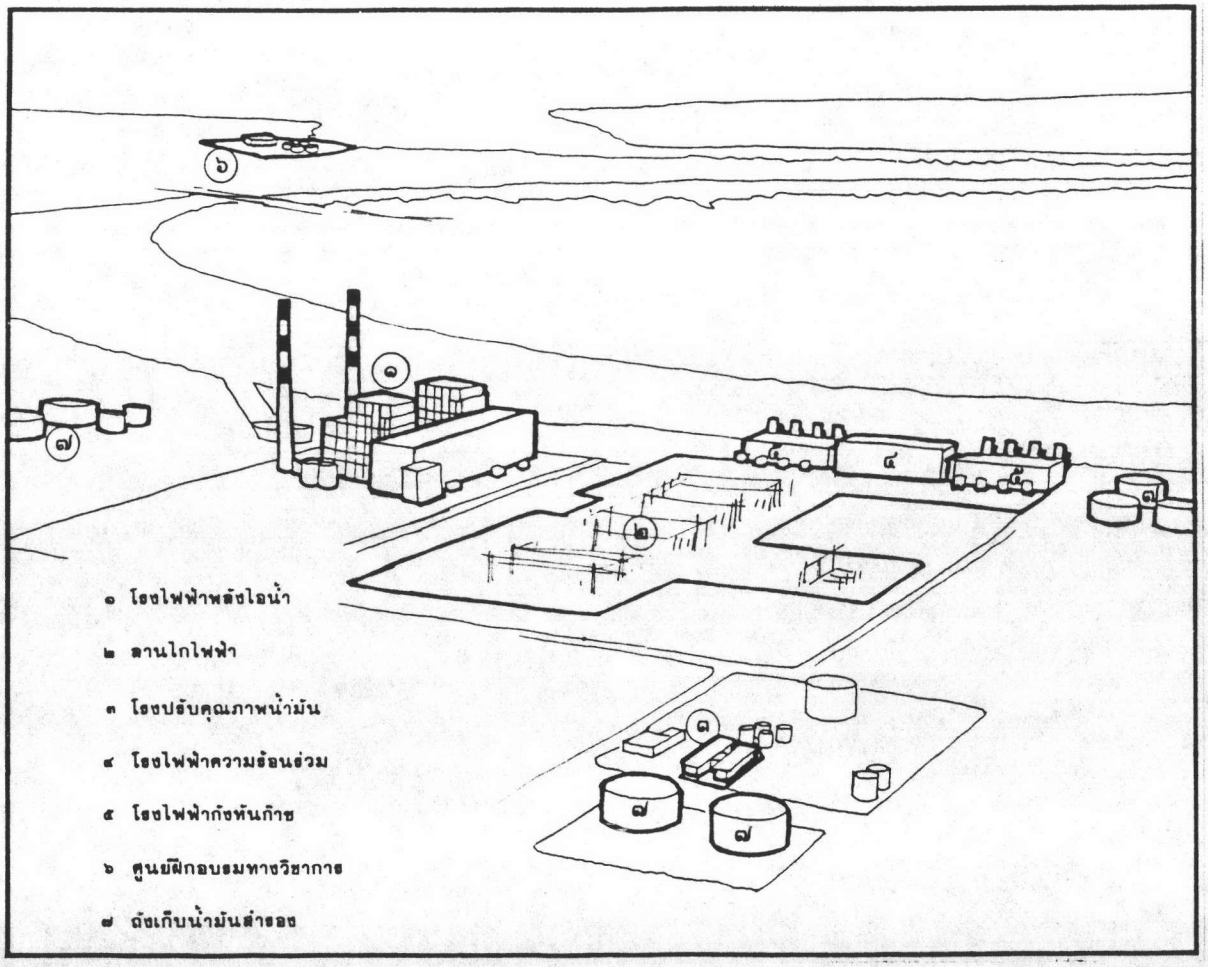
การศึกษาได้เลือกทำการวิจัยน้ำหล่อเย็นของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ซึ่งใช้น้ำจากแม่น้ำบางปะกง เนื่องจากจุดที่ทำการวิจัยอยู่บริเวณปากแม่น้ำห่างจากปากอ่าวประมาณ 11 กิโลเมตร และอยู่ในระยะที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล ทำให้คุณภาพของน้ำจากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันและในรอบปี และการขึ้นลงของกระแสน้ำมีความเกี่ยวข้องกับน้ำทะเล ทำให้คุณภาพของน้ำจากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงระหว่างวันอยู่เสมอ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำได้ใช้ห้องปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม บางปะกง สำหรับการดำเนินการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำทางเคมี และทางกายภาพ ส่วนการวิเคราะห์ทางชีวภาพนั้น ได้ใช้ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในการวิเคราะห์

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

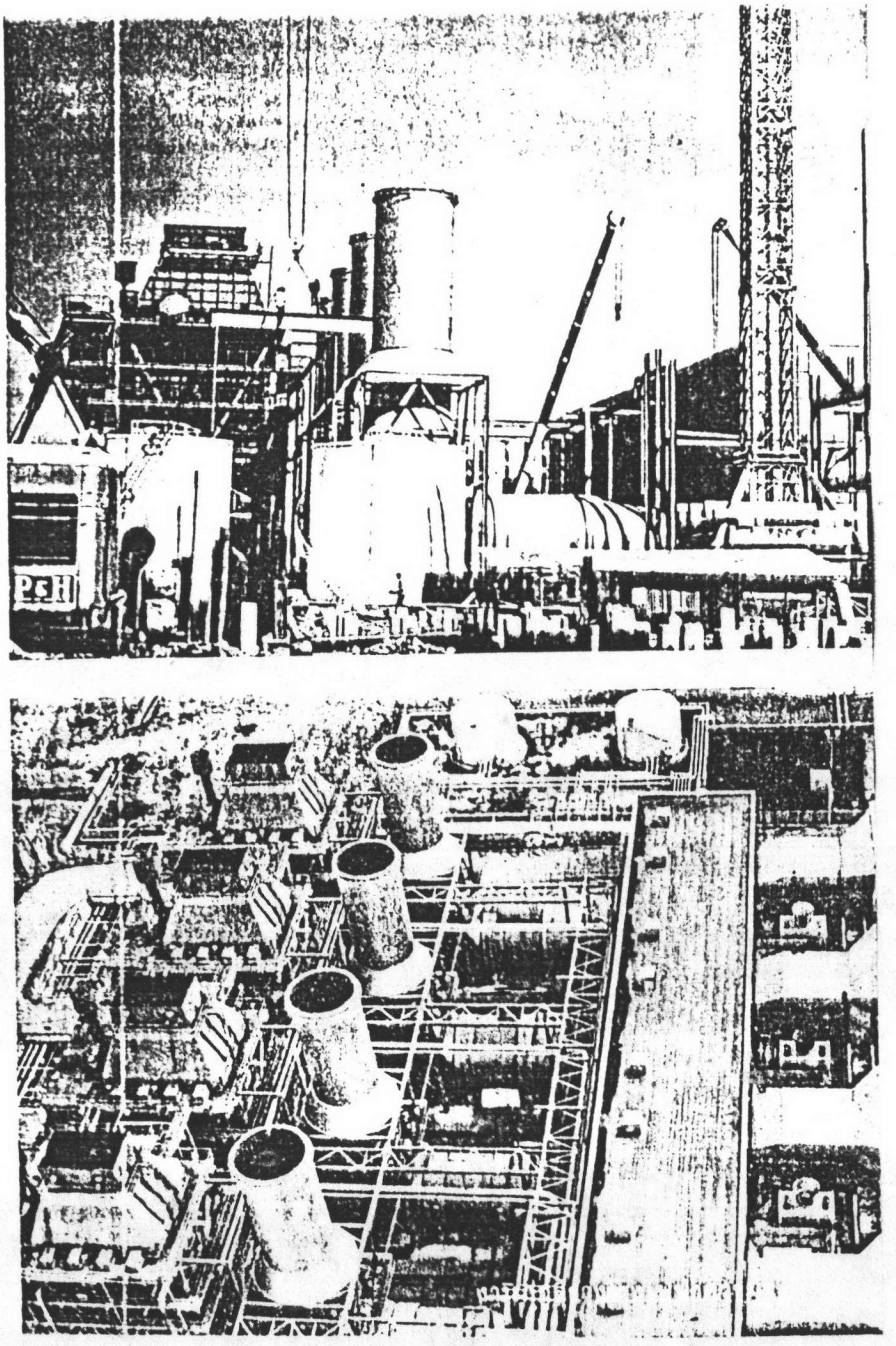
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมตั้งอยู่บนฝั่งซ้ายของแม่น้ำบางปะกง ที่บริเวณบ้านบางแสม (หมู่ที่ 6) และบ้านบางนาง (หมู่ที่ 17) ตำบลบางปะกง อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา อยู่ห่างจากปากแม่น้ำบางปะกงขึ้นมาตามลำน้ำประมาณ 11 กิโลเมตร และอยู่ห่างจากสะพานเทพหัสดินทร์ ไปทางเหนือน้ำประมาณ 2.5 กิโลเมตร โดยมีพื้นที่โครงการทั้งสิ้น 1,000 ไร่ ดังรูปที่ 4.1, รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 จากข้อมูลฝ่ายประชาสัมพันธ์ (1984) รายงานว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกง เป็นโรงไฟฟ้าที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 ชุด มีกำลังผลิตติดตั้งรวม 720,000 กิโลวัตต์ ซึ่งแต่ละชุดประกอบด้วยเครื่องกังหันก๊าซจำนวน 4 เครื่อง กำลังผลิตผลิตเครื่องละ 60,000 กิโลวัตต์ และเครื่องกังหันไอน้ำอีก 1 เครื่อง ขนาด 120,000 กิโลวัตต์ ดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 กล่าวคือในขณะที่เดินเครื่องโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ไอเสียที่ปล่อยทิ้งยังคงมีอุณหภูมิสูงมากพอที่จะนำไปต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำเพื่อนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ในแต่ละวันของการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำนั้นจะต้องใช้ไอน้ำถึงชั่วโมงละ 54 ตัน และไอน้ำที่ใช้ไปดังกล่าวจะถูกนำไปทำการควบแน่นให้กลายเป็นน้ำโดยระบบควบแน่นแบบ Once through ดังรูปที่ 4.6 และถูกนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง



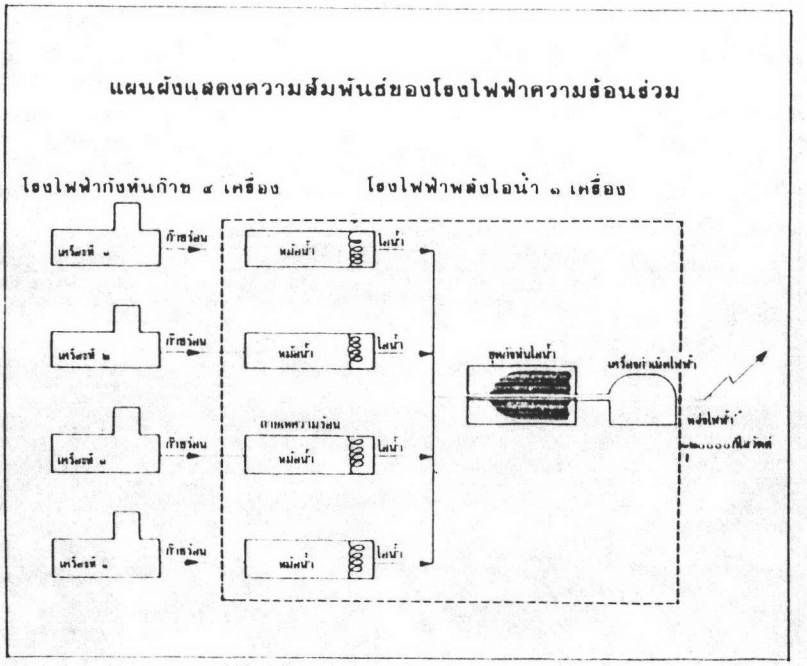
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งที่ตั้งของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกง



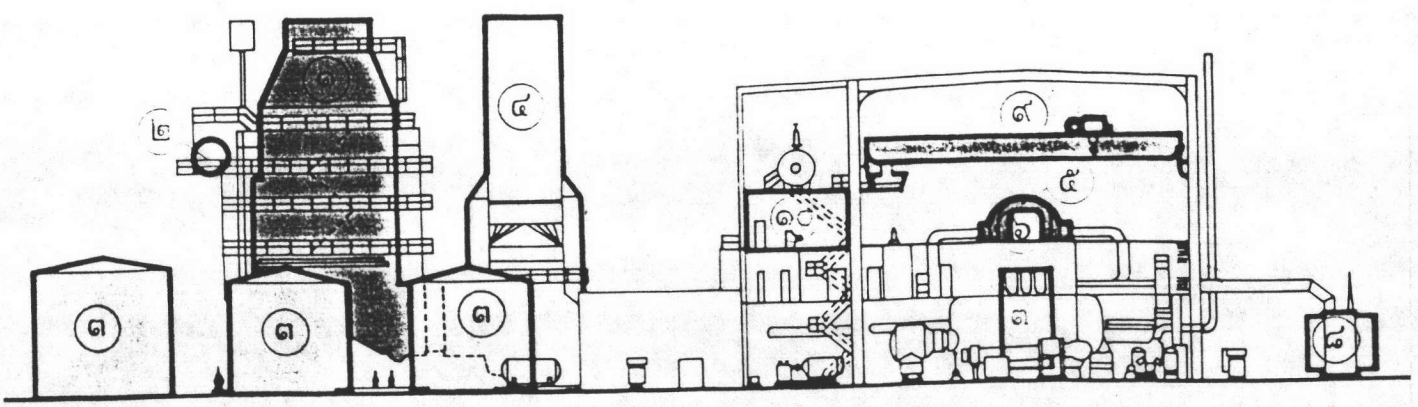
รูปที่ 4.2 รายละเอียดบริเวณโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกง



รูปที่ 4.3 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้เป็นที่ศึกษา



รูปที่ 4.4 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกง



รูปที่ 4.5 ส่วนประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกงขนาด 120,000 กิโลวัตต์

1. หม้อน้ำ
2. อุปกรณ์แยกไอน้ำ
3. ถังเก็บน้ำสำรอง
4. ปล่องไอเสียเครื่องกังหันก๊าซ
5. เครื่องกังหันไอน้ำ
6. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
7. อุปกรณ์ควบแน่น
8. หม้อแปลงไฟฟ้า
9. ปั้นจั่นโรงไฟฟ้า
10. ห้องควบคุมการเดินเครื่อง

น้ำหล่อเย็นที่ใช้ในเครื่องควบแน่นของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกง จะไหลเข้ามาทางท่อคอนกรีตขนาดกว้าง 4.8 เมตร สูง 9.0 เมตร จำนวน 3 ช่อง ผ่านตะแกรงหยาบแบบ Bar screen และตะแกรงละเอียดแบบ Travelling screen ที่บริเวณ Intake การใส่สารเคมีใดๆ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของน้ำหล่อเย็นก่อนเข้าเครื่องควบแน่นจะกระทำที่ห้องควบคุมที่บริเวณ Intake ดังกล่าว ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 หลังจากนั้นน้ำหล่อเย็นจะถูกสูบด้วยเครื่องสูบน้ำ (Axial flow pump) สูบส่งไปตามแนวท่อเพื่อเข้าเครื่องควบแน่น ดังรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 ก่อนที่น้ำหล่อเย็นจะเข้าเครื่องควบแน่น (Inlet) จะผ่านเครื่องกรองละเอียด (Debris filter) อีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นน้ำหล่อเย็นดังกล่าวจะไหลอยู่ภายในท่ออะลูมินัมบราส์จำนวน 15,000 ท่อ เพื่อควบแน่นไอน้ำที่อยู่รอบนอก และไหลออกจากเครื่องควบแน่นบริเวณทางออก (Outlet) และไหลสู่แม่น้ำบางปะกงที่ Outfall ในที่สุด

จากข้อมูลแผนกอุปกรณ์กังหัน กองกังหัน ฝ่ายบำรุงรักษาเครื่องกล (1986) มีข้อมูลจำเพาะของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกง พอสรุปได้ดังนี้

1. ระบบน้ำหล่อเย็นเป็นแบบ Once through system

2. จำนวนท่อแลกเปลี่ยนความร้อนภายในเครื่องควบแน่นทั้งหมด 15,000 ท่อ แยกเป็นท่ออะลูมินัมบราส์ (Cu 78%, Al 2%, As 0.03%, Zn 19.77%) จำนวน 13,272 ท่อ และท่อ Cupro-Nickle [Cu:Ni (70:30)] จำนวน 1,728 ท่อ

3. Tube support plate มีจำนวนทั้งสิ้น 10 แผ่น

4. ใช้ Zinc anode เป็น Cathodic protection

5. ใช้ Noval brass เป็น Tube sheet ทำหน้าที่จับยึดไม่ให้ท่อควบแน่นเคลื่อนตัวหลุดไป

6. ปริมาณไอน้ำที่เข้าเครื่องควบแน่น 495,425 กิโลกรัม/วินาที

7. อุณหภูมิของน้ำที่ควบแน่นแล้ว 46.4 ° C

8. อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเข้าเครื่องควบแน่น 25 - 27 °C

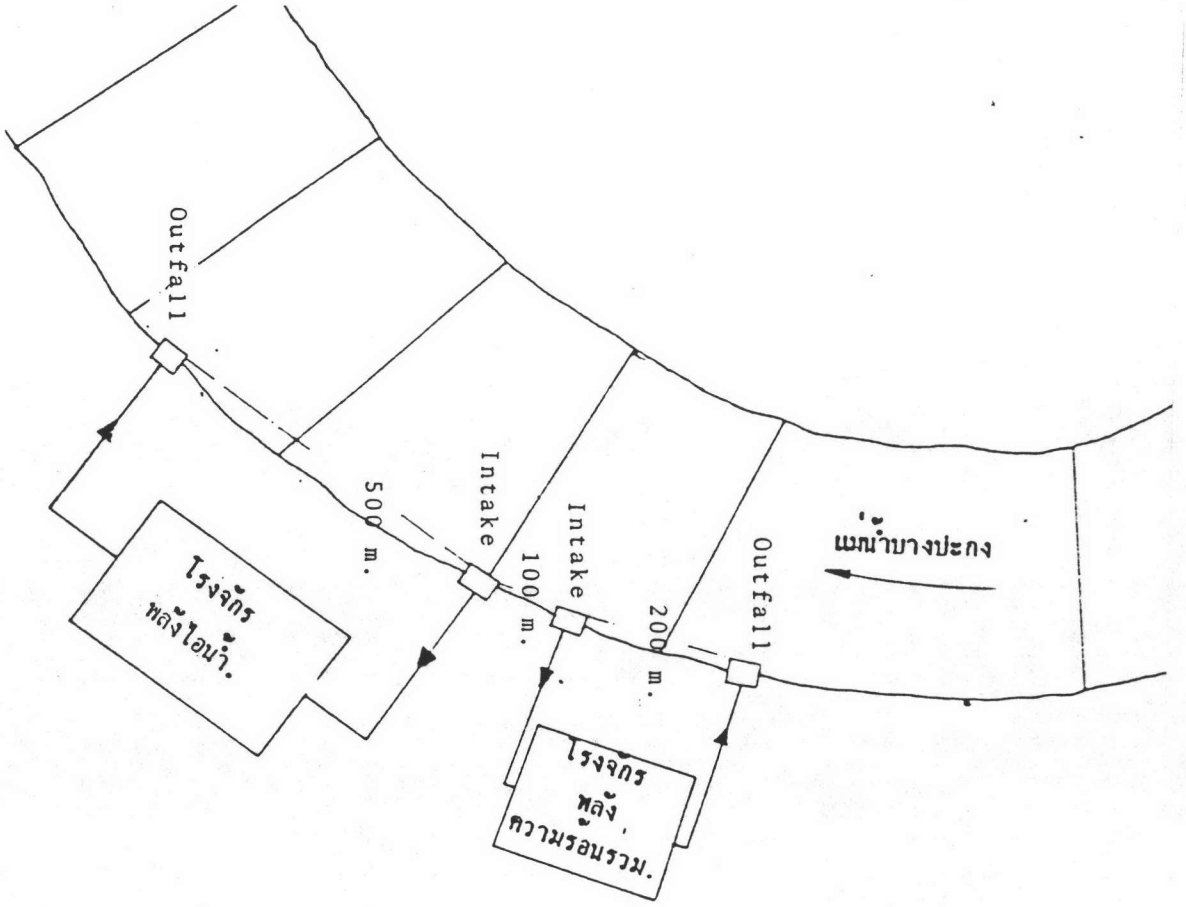
9. ปริมาณของน้ำหล่อเย็นเข้าเครื่องควบแน่น 10.4 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

10. ความเร็วของน้ำหล่อเครื่องควบแน่น 2.26 เมตร/วินาที

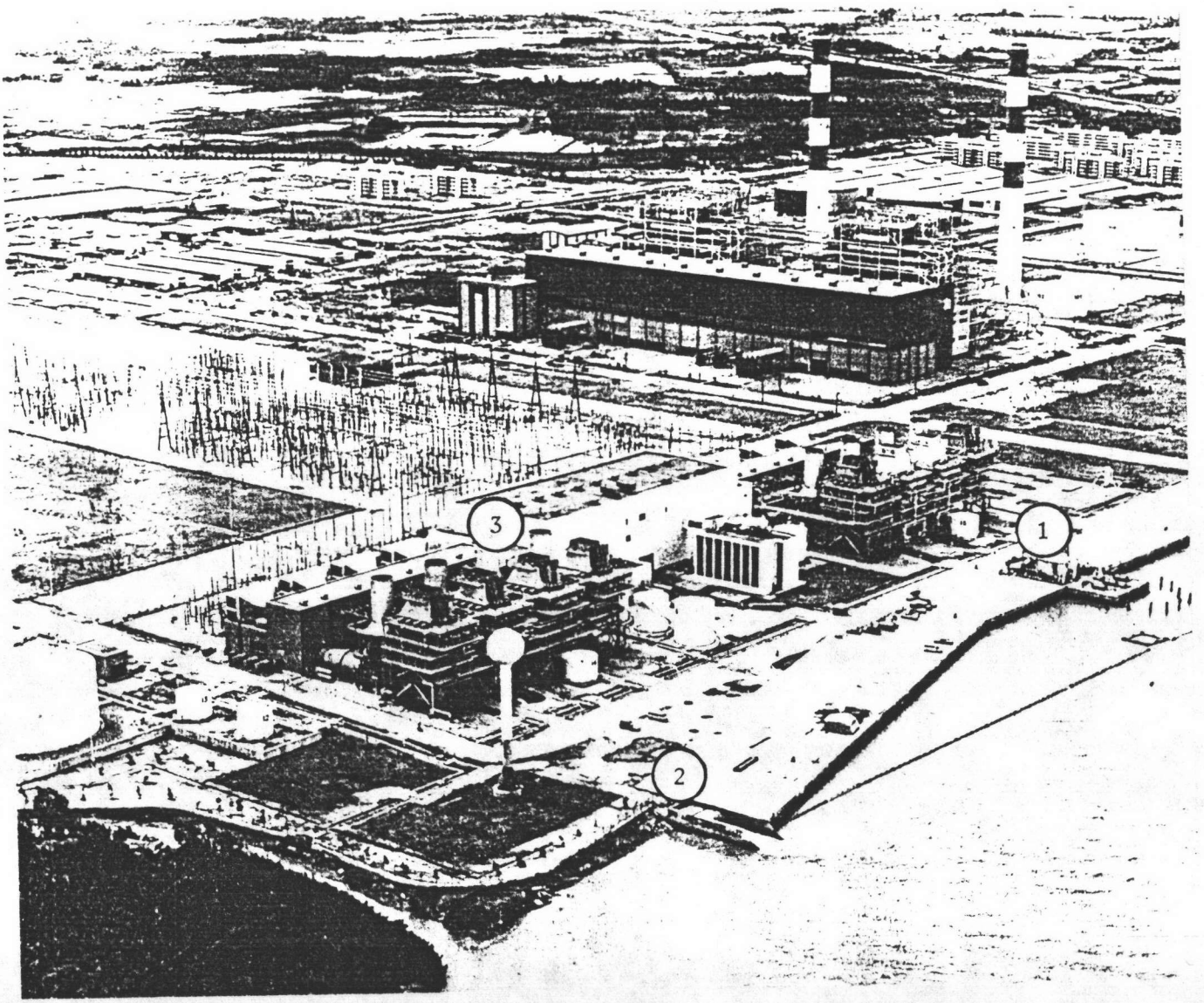
11. ระบบทำความสะอาดภายในท่อควบแน่นแบบ Taprogge ball cleaning system

4.2 วิธีการศึกษาทดลอง

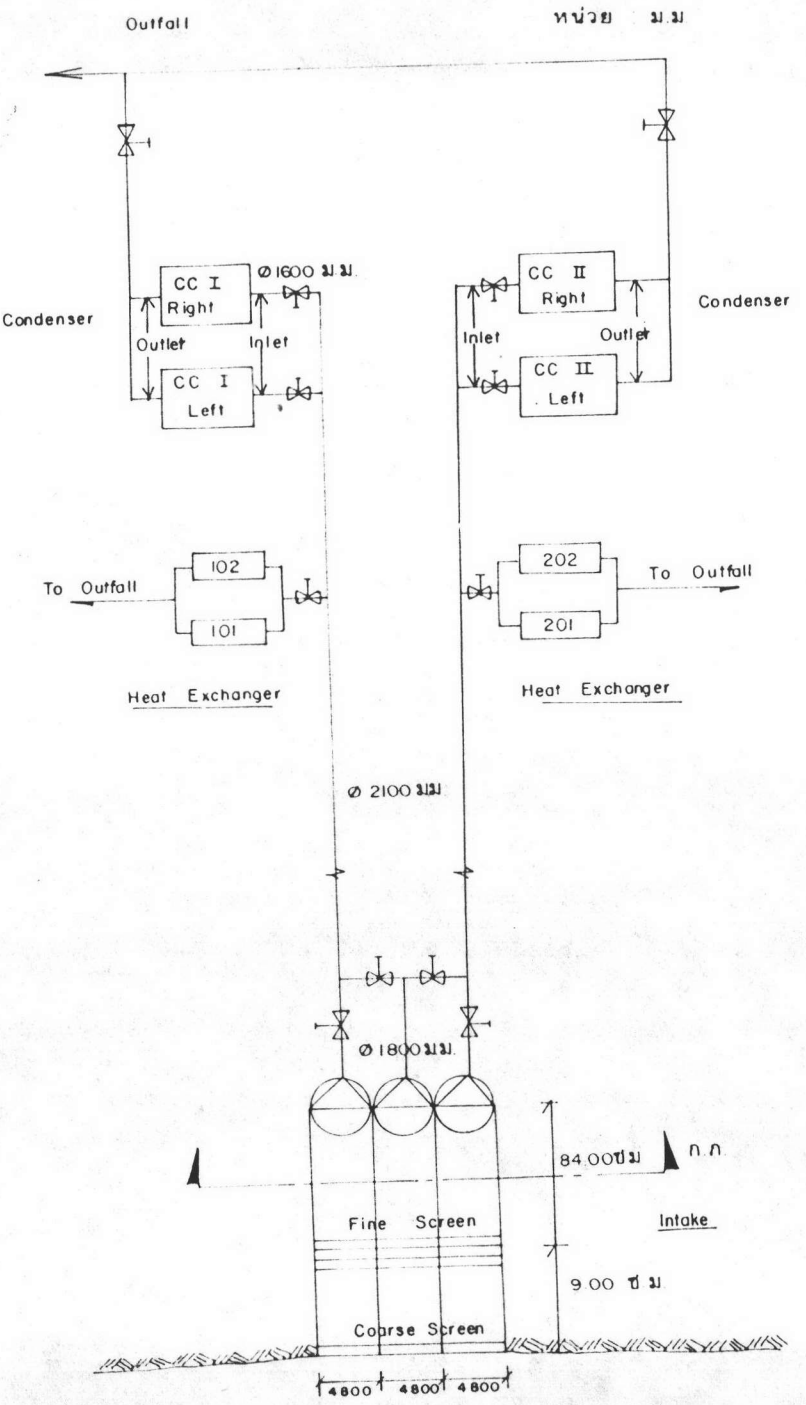
ในการวิจัยนี้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำหล่อเย็นจากจุดเก็บน้ำบริเวณก่อนไหลเข้าเครื่องควบแน่น (Inlet) และจุดเก็บน้ำภายหลังออกจากเครื่องควบแน่น (Outlet) ในเวลาเดียวกัน ดังรูปที่ 4.11 ในการเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าว แยกเก็บเป็น 2 สภาวะ ได้แก่ สภาวะใช้สารเคมีป้องกันการกัดกร่อน และสภาวะไม่ใช้สารเคมีป้องกันการกัดกร่อน โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำจากเครื่องควบแน่น ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 ตัวอย่างน้ำจะถูกเก็บใส่ในภาชนะจุดละ 1 แกลลอน ทำการวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิ และ Dissolved oxygen ทันทีที่จุดเก็บ นำน้ำหล่อเย็นกลับมาวิเคราะห์หาลักษณะสมบัติทางกายภาพ และลักษณะสมบัติทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการเคมีของโรงไฟฟ้าบางปะกง โดยได้รับความช่วยเหลือในการวิเคราะห์หาลักษณะสมบัติต่างๆ จาก พนักงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตประจำห้องปฏิบัติการเคมีของโรงไฟฟ้าบางปะกง และนำน้ำหล่อเย็นประมาณ 1 ลิตร กลับมาหาคุณสมบัติทางชีวภาพ ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยนำน้ำหล่อเย็นดังกล่าวมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อหาชนิดของสิ่งมีชีวิต และเก็บตัวอย่างน้ำไว้ 50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อเพาะเลี้ยงหา Sulfate reducing bacteria ภายใต้สภาวะไร้อ๊อกซิเจน (Anaerobic) โดยเพาะเลี้ยงบน Sulfate reducing medium ตามวิธีของ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (1976) ที่อุณหภูมิ 35 °C โดยทำการเพาะเลี้ยง 2 อาทิตย์ต่อครั้ง



รูปที่ 4.6 ระบบน้ำหล่อเย็นแบบ Once through ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม บางปะกง

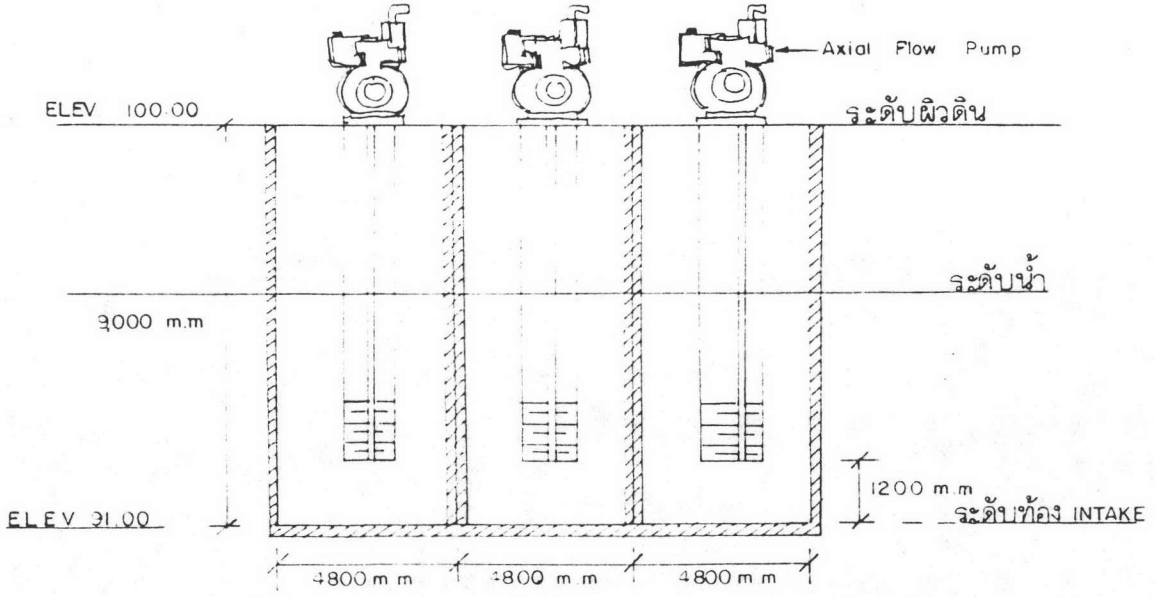


รูปที่ 4.7 บริเวณ Intake และห้องควบคุม (1), Outfall(2) และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (3)

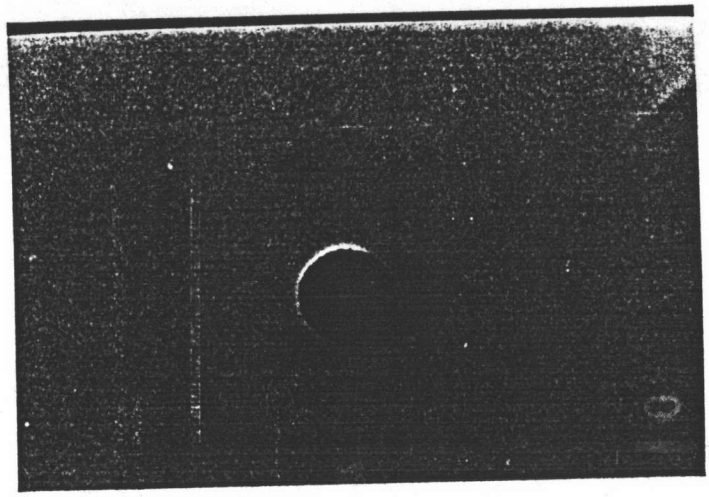


ทิศทางการไหลของแม่น้ำบางปะกง

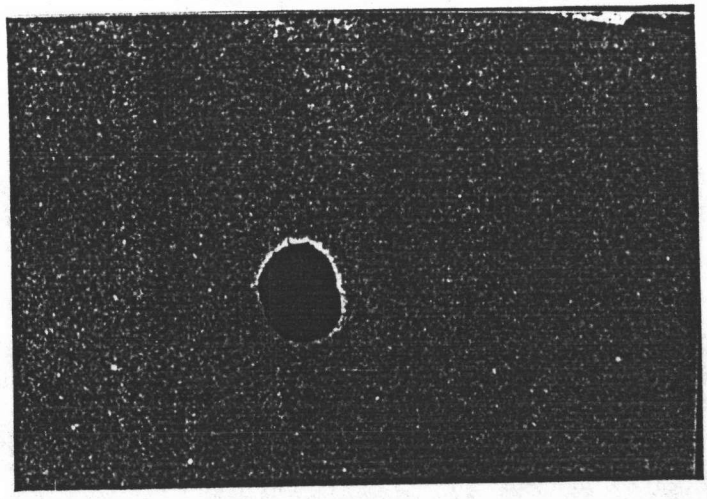
รูปที่ 4.8 แผนผังบริเวณ Intake และระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็นเข้าเครื่องควบแน่น



รูปที่ 4.9 ภาพขยายบริเวณ Intake (ก - ค)

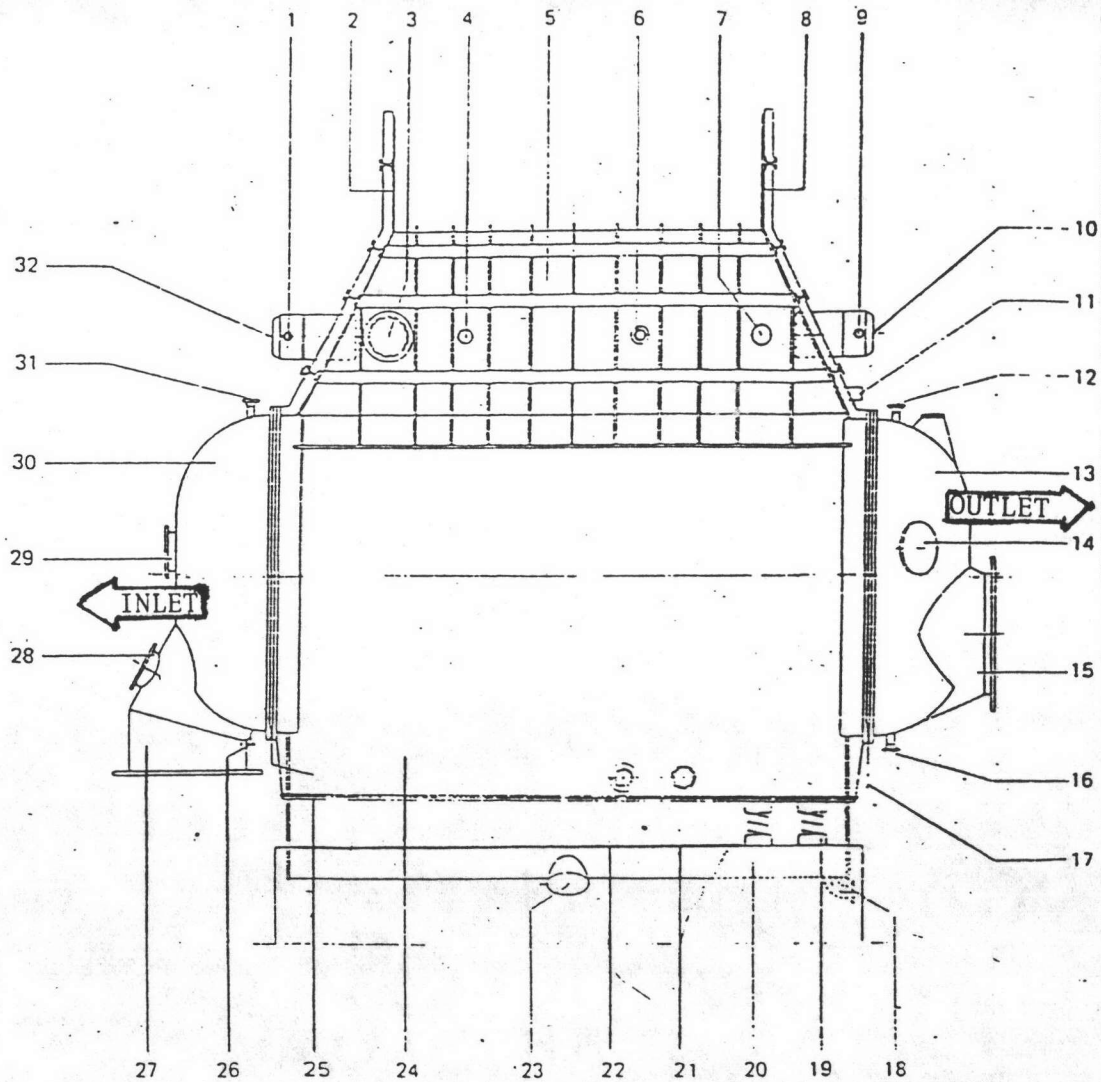


ก. Soft ball



ข. Abrasive ball

รูปที่ 4.10 ลักษณะ Taprogge's ball ที่ใช้ในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม



1 Injection water line connection
2 Steam dome wall
3 Manhole cover
4 Vacuum breaker connection
5 Steam dome wall
6 Make-up water inlet connection
7 Steam inlet connection (from flash tank)
8 Steam dome wall
9 Injection water line connection
10 Bypass steam inlet
11 Extraction pipe (air extraction)
12 Vent connection (circulating water side)
13 Waterbox
14 Manhole cover
15 Circulating water inlet nozzle
16 Drain connection (circulating water side)
17 Tube plate
18 Hotwell drain connection
19 Spring support
20 Hotwell
21 Condensate inlet connection (from flash tank)
22 Filling nozzle
23 Condensate outlet nozzle
24 Steam shell sidewall
25 Tube plate
26 Drain connection (circulating water side)
27 Circulating water outlet nozzle
28 Manhole cover
29 Manhole cover
30 Waterbox
31 Vent connection (circulating water side)
32 Bypass steam inlet
33 Measuring pipe connection (steam side)
34 Manhole cover
35 Measuring pipe connection (condensate side)
36 Condenser tube bundles
37 Air cooler tube nest

รูปที่ 4.11 เครื่องควบแน่นของโรงไฟฟ้า และจุดเก็บตัวอย่าง Inlet, Outlet

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดข้อมูล และหน่วยที่ใช้วิเคราะห์

ลำดับที่	ลักษณะสมบัติ	หน่วยที่ใช้วิเคราะห์
	<u>ลักษณะสมบัติทางกายภาพ</u>	
1.	pH.	-
2.	Conductivity	micromhos/cm.
3.	Turbidity	turbidity unit
4.	Temperature	°C
5.	Settleable solid	ml/l
6.	Soil Classification	
	- Sand	mg/l
	- Silt	mg/l
	- Clay	mg/l
	<u>ลักษณะสมบัติทางเคมี</u>	
1.	Total alkalinity	mg/l as $CaCO_3$.
2.	Total Hardness	mg/l as $CaCO_3$.
	- Calcium Hardness	mg/l as $CaCO_3$.
	- Magnecium Hardness	mg/l as $CaCO_3$.
3.	DO.	mg/l as O_2
4.	Chloride	mg/l as Cl
5.	Silica	mg/l as SiO_2
6.	Ammonia	mg/l as N.
7.	Sulfate	mg/l as SO_4.
8.	Carbon Dioxide	mg/l as CO_2
9.	Copper	mg/l as Cu
10.	Zinc	mg/l as Zn
11.	Aluminium	mg/l as Al
12.	Iron	mg/l as Fe
	<u>ลักษณะสมบัติทางชีวภาพ</u>	
1.	Sulfate reducing bacteria	
2.	ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบโดยการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์	

4.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำหล่อเย็นเพื่อทำการวิเคราะห์หาข้อมูลเก็บอาทิตย์ละครั้ง โดยเก็บตัวอย่างน้ำแยกเป็น 2 สภาวะได้แก่ สภาวะใช้สารเคมีป้องกันการกัดกร่อน และสภาวะไม่ใช้สารเคมีป้องกันการกัดกร่อน โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณก่อนเข้าเครื่องควบแน่น (Inlet) และภายหลังจากเครื่องควบแน่น (Outlet) ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกง หน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 จุดละ 1 แกลลอน และทำการวิเคราะห์หาค่า DO และอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นทันทีขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ นำน้ำหล่อเย็นประมาณ 1 ลิตร กลับมาทำการวิเคราะห์หาลักษณะสมบัติทางด้านชีวภาพ ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในวันรุ่งขึ้น และเก็บรักษาตัวอย่างน้ำไว้ที่อุณหภูมิ 4°C ตลอดเวลาจนกว่าจะทำการวิเคราะห์หา Sulfate reducing bacteria

4.4 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิชาการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำตามวิธีของ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (1976) ในการวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ ตามตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในการวิจัยในครั้งนี้ใช้เครื่องมือ และวิธีการในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดังต่อไปนี้

1) ลักษณะสมบัติทางด้านกายภาพ (Physical Characteristics)

- pH หาโดยใช้เครื่อง 654 pH - Meter ของ Metrohm Herisau จากประเทศสวิสต์ และเครื่อง Backman Selection™ 2000 Ion Analyzer

- Conductivity หาโดยใช้เครื่อง Metrohm Herisau E 518 จากประเทศสวิสต์

- Turbidity หาโดยใช้เครื่อง Hellige Turbidity

- Temperature หาโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบปรอท

- Settleable Solid ใช้ตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร ใส่ Imhoff Cone ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที และจดปริมาณของแข็งตกตะกอนในน้ำเป็นมิลลิลิตร ต่อลิตร

- Sand หาโดยทำการกรองตัวอย่างน้ำหล่อเย็น 1 ลิตร ผ่านตะแกรง ASTM # 200 ขนาดของรูตะแกรง 0.074 มม. และนำส่วนที่ค้างบนตะแกรงชั่งน้ำหนัก

- Silt หาโดยนำน้ำที่ผ่านการวิเคราะห์หา Sand มาผ่านกระดาษกรอง GF/C ขนาดรูกรอง 0.45 micron และนำกระดาษกรองชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณของ Silt

- Clay หาโดยนำน้ำที่ผ่านการวิเคราะห์หา Silt ผ่านกระดาษกรอง Millipore และนำกระดาษกรองชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณของ Clay

2) <u>ลักษณะสมบัติทางด้านเคมี</u> (Chemical Characteristics)

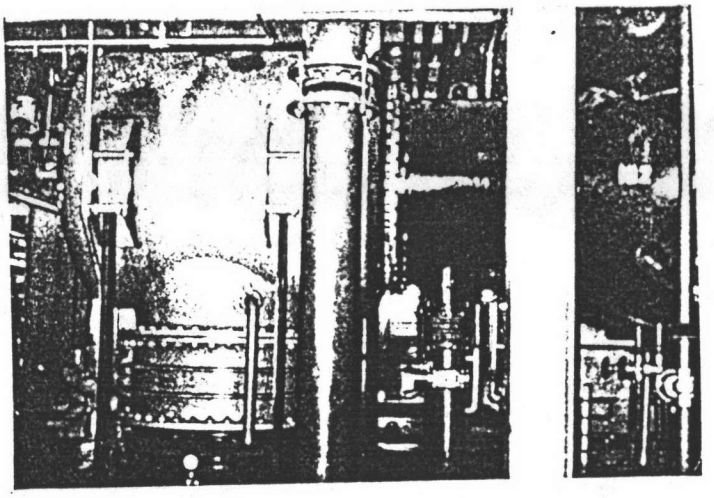
- Total alkalinity หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำ 100 ml. วิเคราะห์หาโดยใช้วิธี Indicator method

- Total hardness หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำ 50 ml. วิเคราะห์หาโดยใช้วิธีของ Schwarzenbach Titration

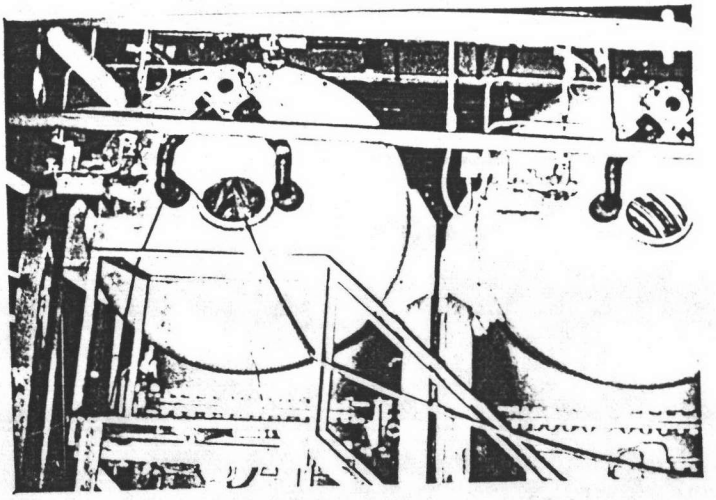
- Calcium hardness หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำ 50 ml. ทำปฏิกริยากับ 20 Hardness Titrating Solution และวัดจุดสิ้นสุดจากสีแดง เป็นสีม่วงน้ำเงิน

- Magnesium hardness ได้จาก Total hardness - Calcium hardness

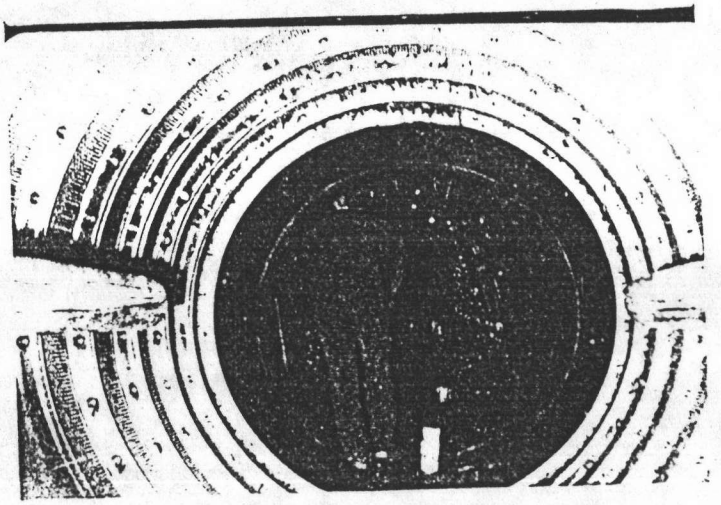
- DO หาโดยใช้สารเคมี Dissolved Oxygen Reagent เบอร์ 1, เบอร์ 2 และนำมา ทำปฏิกริยากับสารละลาย Dissolved Oxygen Reagent เบอร์ 3 ค่า DO หาได้โดยการนับจำนวนหยดของการ ทำปฏิกริยาของ Reagent เบอร์ 3 ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ จำนวนหยด หารด้วย 4



ก. จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปากทางเข้า (Inlet)

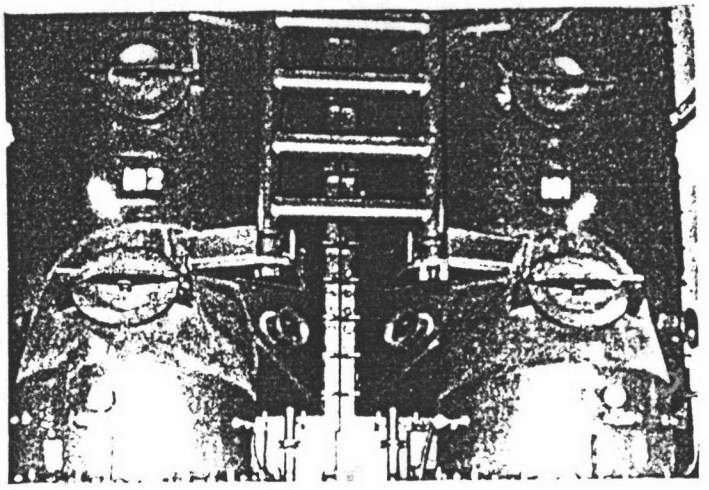


ข. ภายนอกปากทางเข้า (Inlet)

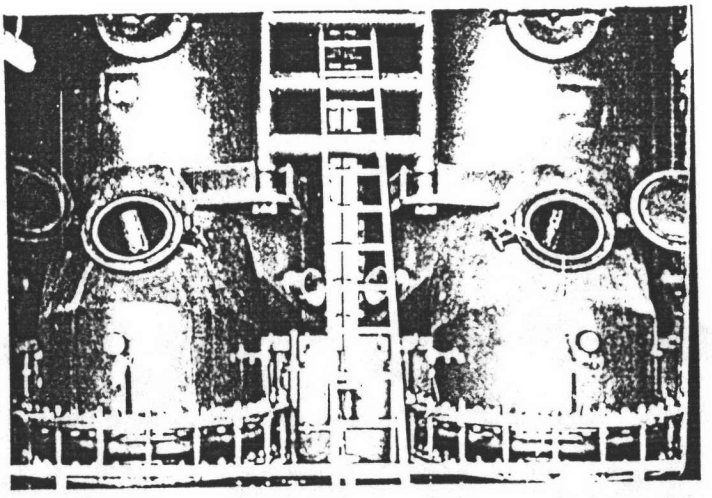


ค. ภายในปากทางเข้า (Inlet) และลักษณะของ Debris Filter

รูปที่ 4.12 รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ก่อนเข้าเครื่องควบแน่น (Inlet)

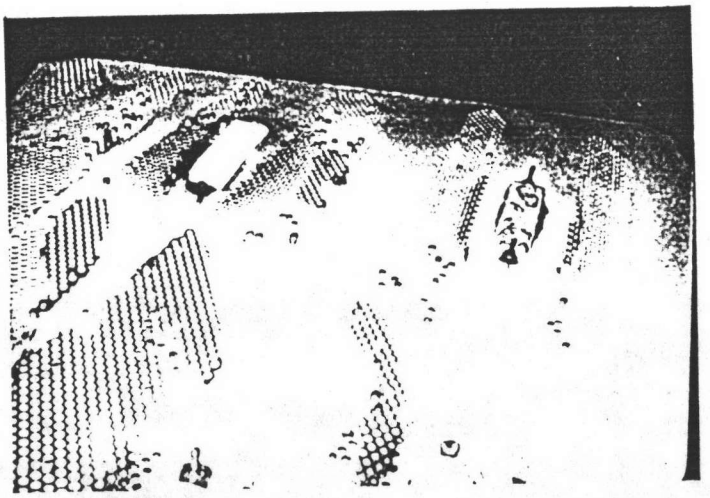


ก. จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณทางออก (Outlet)

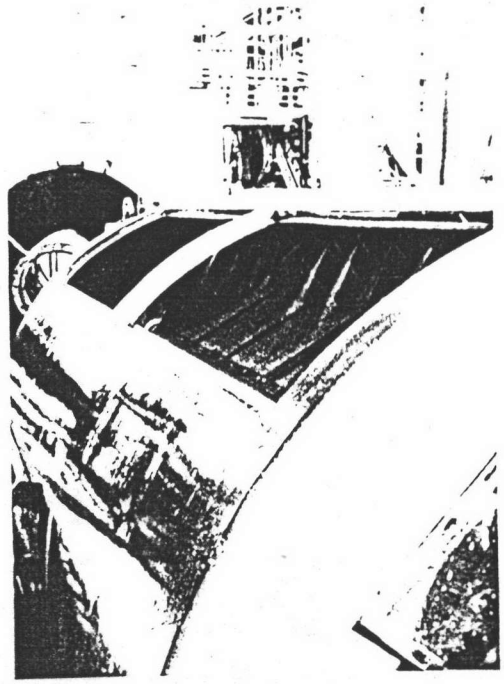


ข. ภายนอกบริเวณทางออก (Outlet)

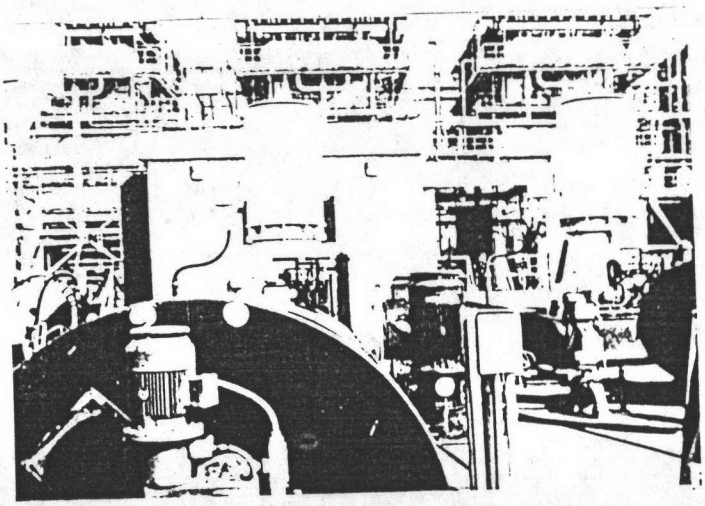
รูปที่ 4.13 ลักษณะรายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ภายหลังออกจากเครื่องควบแน่น (Outlet)



รูปที่ 4.14 แสดง Tube sheet และ Zinc anode



ก. Fine Screen บริเวณ Intake



ข. บริเวณ Intake และห้องควบคุม

รูปที่ 4.15 บริเวณ Fine Screen และห้องควบคุม บริเวณ Intake

- Chloride หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำ 50 ml. ทำการไตรเตรทกับ $AgNO_3$ และวัดจุดสิ้นสุดจากสีส้มอ่อน

- Silica หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำทำปฏิกริยากับ Silica Reagent เบอร์ 1, เบอร์ 2 และเบอร์ 3 และวัดจุดสิ้นสุดจากสีน้ำเงินด้วยเครื่อง Photo meter ของ Klett Summerson ใน Wave Length 590 ถึง 660 milli microns ที่ Optical Depth of Cell 20 มิลลิเมตร

- Ammonia หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำ 100 ml. ทำปฏิกริยากับ Nessler Reagent ให้สีเหลือง และวัดค่าด้วยเครื่อง Spectronic 21 Bausch & Lomb

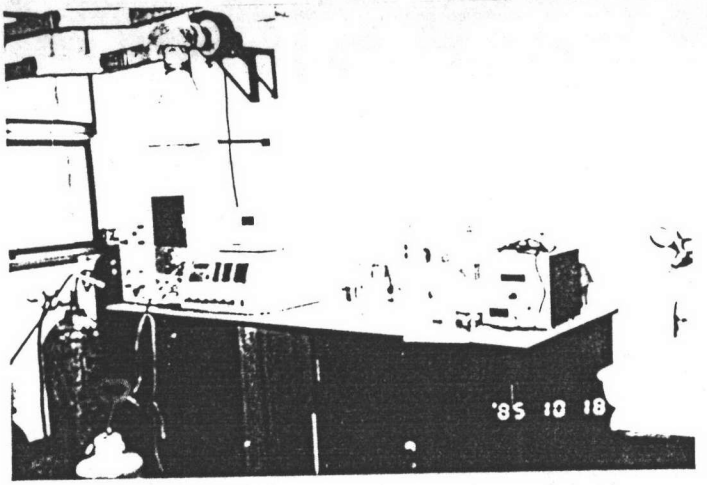
- Sulfate หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำ 100 ml. ทำปฏิกริยากับ $BaCl_2$ ในสภาพที่เป็นกรด pH ประมาณ 2 โดย HCl และนำไปอ่านค่าความขุ่น (Turbidity) โดยใช้เครื่อง Spectonic 21 Bausch & Lomb

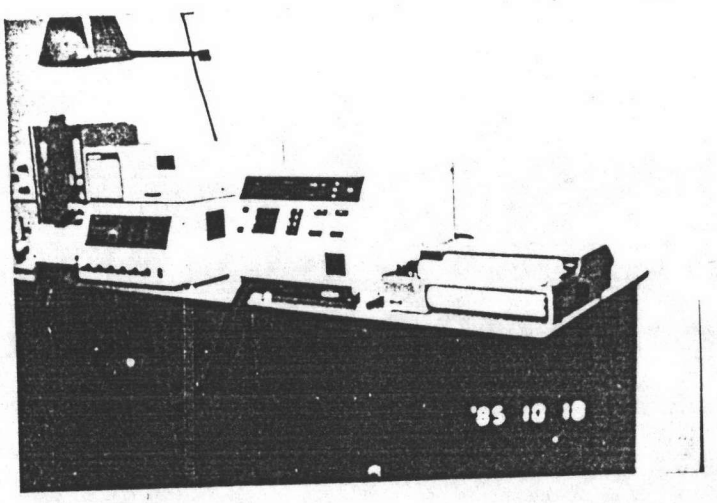
- Carbon Dioxide หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำ 100 ml. ทำการไตรเตรทกับ $\frac{N}{44}$ Sodium Hydroxide Solution และวัดจุดสิ้นสุดโดยจะเกิดสีชมพูถาวร

- Copper และ Aluminium หาได้โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Non-Frame Atomic Absorption Spectrophotometer Model 2380 และเครื่อง HGA 500 programmer

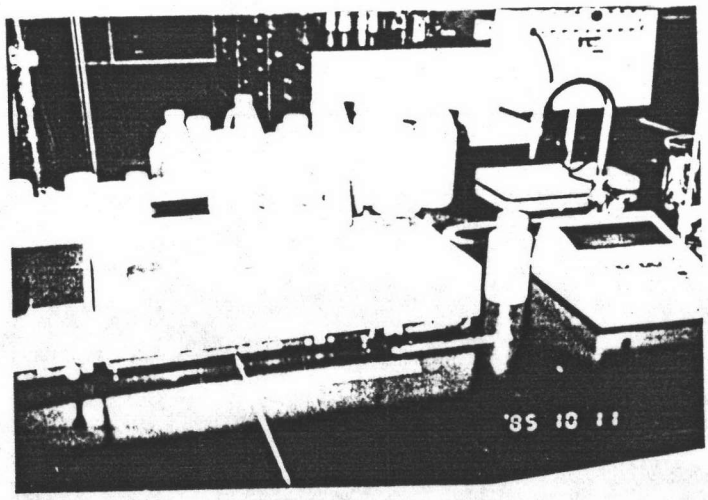
- Zinc หาได้โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer Model 2380 ในการวิเคราะห์หา

- Iron หาโดยใช้ตัวอย่างน้ำ 25 ml. ทำปฏิกริยากับ Rust Remover และ Ferrover และวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง Spectronic 21 ที่ Wave length 510 mm. ใช้ Cell ขนาด 10 mm.

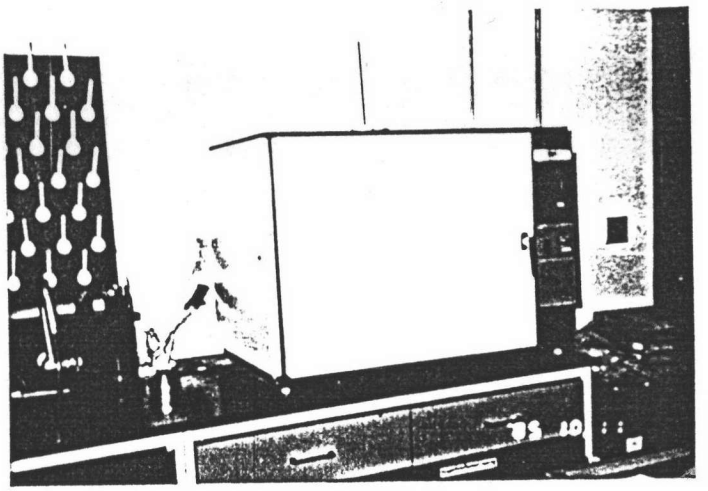




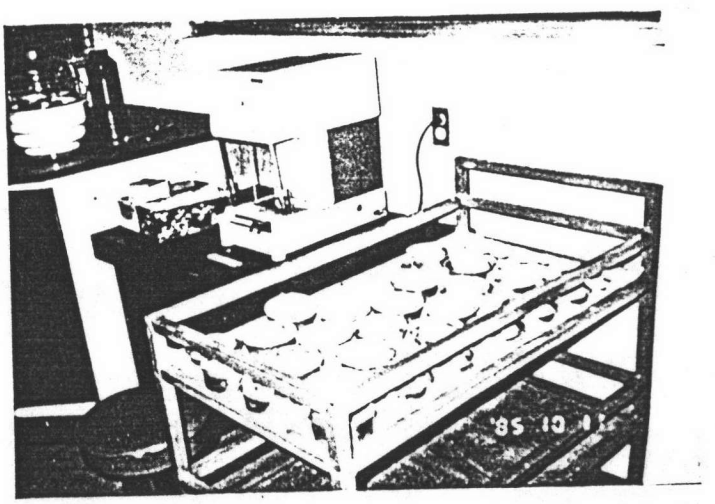
รูปที่ 4.16 ชุดเครื่องมือที่ใช้ในการหาโลหะหนัก



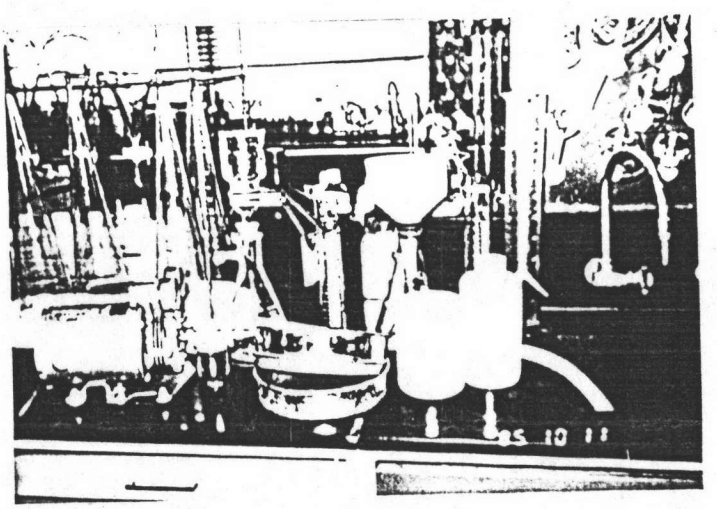
รูปที่ 4.17 เครื่องมือที่ใช้วัด pH และ Conductivity



ก. ตู้อบความร้อน



ข. ตัวอย่างน้ำรอการชั่ง



ค. เครื่องมือทดสอบหา
ลักษณะสมบัติของ Soil

รูปที่ 4.18 ชุดเครื่องมือทดสอบหาลักษณะสมบัติ Soil

3) ลักษณะสมบัติทางด้านชีวภาพ (Biological Characteristic)

นำตัวอย่างน้ำหล่อเย็นมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อหาชนิดของสิ่งมีชีวิต พร้อมถ่ายภาพเก็บไว้ทุกอาทิตย์ และนำตัวอย่างน้ำที่เหลือมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ในตู้เย็น ทำการเพาะเลี้ยงหา Sulfate reducing bacteria โดยเพาะเลี้ยงบน Sulfate reducing medium ตามวิธีการเพาะเลี้ยงจาก Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (1975) p. 901-902 ภายใน Anaerobic Jar ภายใต้สภาวะไร้อ๊อกซิเจนที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 14 วัน โดยทำการเพาะเลี้ยง 2 อาทิตย์ต่อครั้ง พร้อมถ่ายภาพไว้

อาหารสำหรับเพาะเลี้ยง Sulfate reducing bacteria มี

1.	Ferrous Ammonium Sulfate	3.92 gm.
2.	Sodium Ascorbate	1 gm.
3.	น้ำกลั่น	1,000 ml.

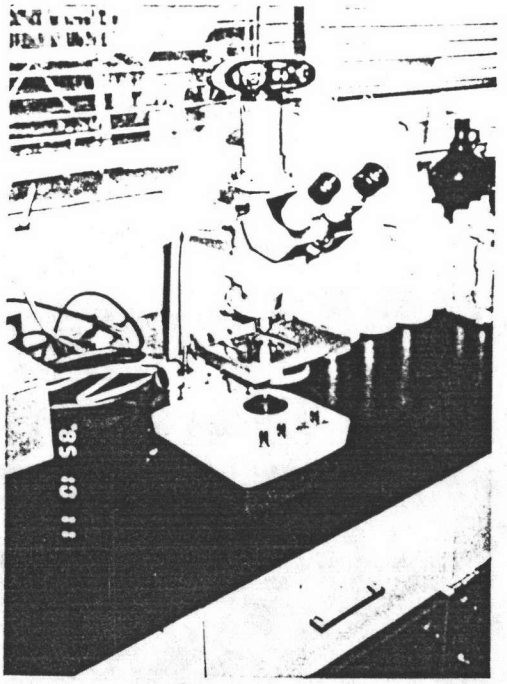
ทำการฆ่าเชื้อโรคโดยการกรองผ่าน Millipore filter ขนาดรูกรอง 0.45 um. และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ตลอดเวลา ในการนำมาใช้จะต้องใช้ควบคู่กับ Bosal medium ในอัตราส่วน 0.1 ml/10 ml ของ Bosal medium

ส่วนประกอบทางเคมีของ Bosal medium มีดังนี้

1.	100% Sodium Loctate ประมาณ	3 ml
2.	Beef Extract	1 gm
3.	Peptone	2 gm

4.	Magnesium Sulfate	2 gm
5.	Sodium Sulfate	1.5 gm
6.	K_2HPO_4	0.5 gm
7.	$CaCl_2$	0.1 gm
8.	น้ำกลั่น	1,000 ml

ทำการ Sterilize Bosal Medium และเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 4 °C ตลอดเวลา จนกว่าจะมีการนำมาใช้



รูปที่ 4.19 ชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพจุลชีพในน้ำหล่อเย็น