

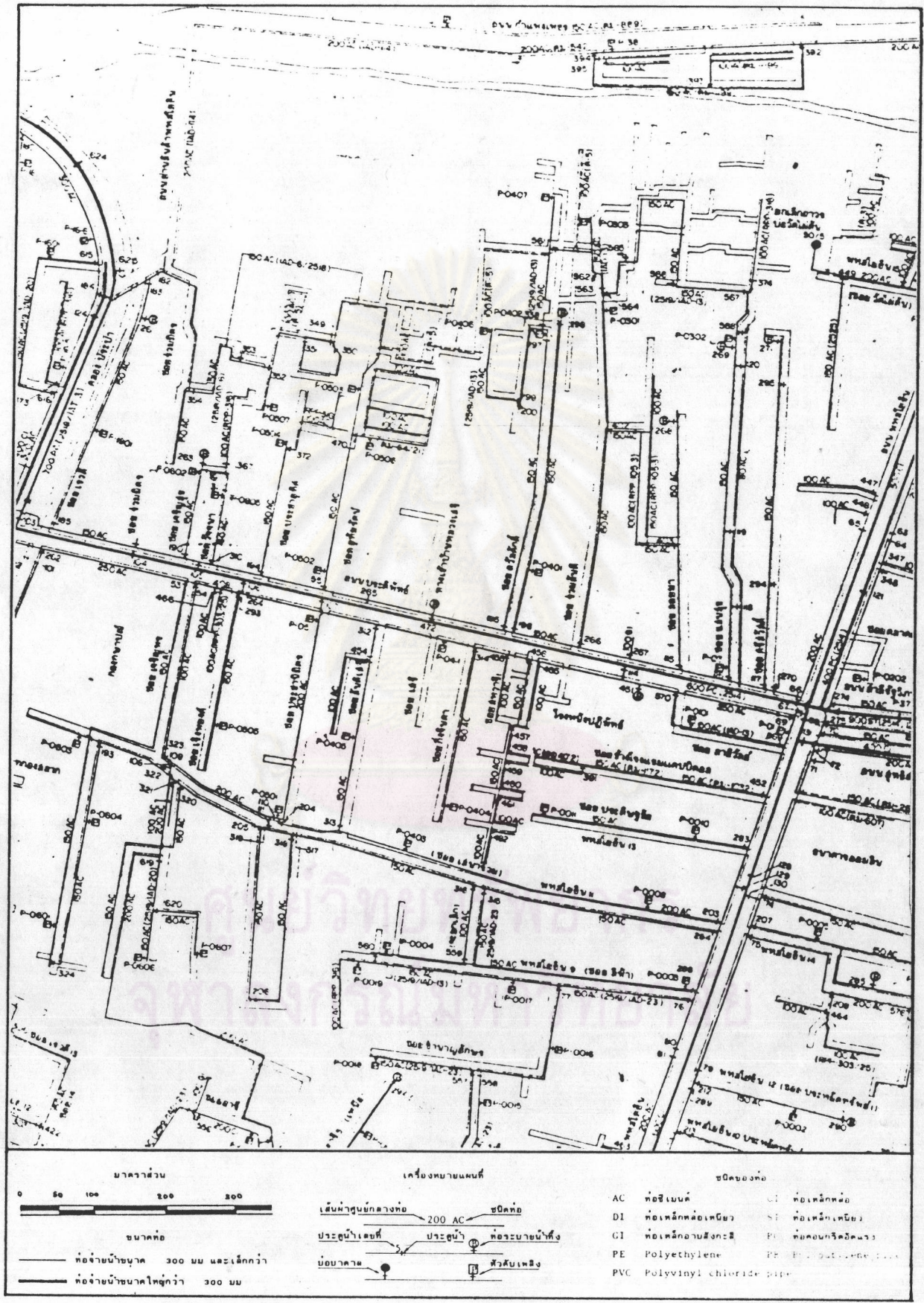
## บทที่ 6

### การวางผังการเก็บตัวอย่างน้ำและการทดลอง

#### 6.1 การวางผังการเก็บตัวอย่างน้ำ

โครงการศึกษาการวิจัยนี้ได้กำหนดพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำประปาของการประปานครหลวงที่ไหลผ่านท่อส่งน้ำแอสเบสทอสซีเมนต์เฉพาะในบริเวณกรุงเทพมหานครซึ่งมีพื้นที่ที่น้ำประปาไปถึงประมาณ 600 ตารางกิโลเมตร โดยเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ สำหรับจุดประสงค์ในการศึกษาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ

6.1.1 ศึกษาลักษณะการกระจายของเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำประปาของการประปานครหลวงทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานคร ระบบจ่ายน้ำของการประปานครหลวงหลังจากผลิตน้ำจากโรงกรองน้ำแล้ว น้ำจะถูกส่งไปตามท่อประธานที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 400 ถึง 1,500 มิลลิเมตร ซึ่งได้วางไว้ใต้ดินตามแนวถนนสายต่าง ๆ ทั่วกรุงเทพมหานคร ถัดจากท่อประธานน้ำจะไหลเข้าไปในท่อจ่ายน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ถึง 300 มิลลิเมตรซึ่งเป็นท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ทั้งหมด (ยกเว้นบางบริเวณพื้นที่ที่ดินมีสภาพกัดกร่อนท่อแอสเบสทอสซีเมนต์มาก ก็จะใช้ท่อพลาสติคในการส่งแทน) ท่อจ่ายน้ำขนาดใหญ่จะวางคู่ขนานไปกับท่อประธาน ทั้งทางฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของถนน โดยมีจุดต่อเชื่อมกับท่อประธานเป็นระยะ ๆ ถัดจากท่อจ่ายน้ำขนาดใหญ่มีท่อจ่ายน้ำขนาดเล็กกว่าเพื่อต่อแยกน้ำจากท่อจ่ายน้ำใหญ่ตามถนนใหญ่เข้าไปในถนนเล็ก ตรอก ซอย และทางเดิน ขนาดท่อที่แยกน้ำจะใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้น้ำของบริเวณนั้น ท่อจ่ายน้ำที่ต่อแยกเข้าไปตามถนน ตรอก และซอยต่าง ๆ ก็ยังอาจไปบรรจบและต่อเชื่อมถึงกันได้ อีก ถัดจากท่อจ่ายน้ำก็จะมีท่อบริการ ซึ่งเดิมใช้ท่อเหล็กชุบสังกะสีและปัจจุบันเปลี่ยนใช้ท่อพลาสติคโพลีเอทิลีน รูป 6.1 เป็นแผนผังการวางท่อประปาบริเวณหนึ่งของกรุงเทพมหานครที่แสดงถึงลักษณะการต่อท่อประปาตามที่กล่าวมาแล้ว จากลักษณะการวางท่อประปาที่ต่อถึงกันเป็นแบบร่างแห ดังกล่าว หากเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดใดจุดหนึ่งจากระบบน้ำประปาย่อมไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าน้ำที่เก็บมานั้นไหลมาตามท่อจ่ายน้ำเส้นไหน หรือไหลจากท่อประธานที่จุดใด เพียงแต่อาจทราบได้ว่ามาจากท่อประธานเส้นไหนเท่านั้น ดังนั้นในการศึกษาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำ



รูป 6.1 แผนผังการวางท่อประปาบริเวณสี่แยกสะพานควาย (จากสารบัญแผ่นติดคู่มือของการประปาานครหลวงหน้า H-20)

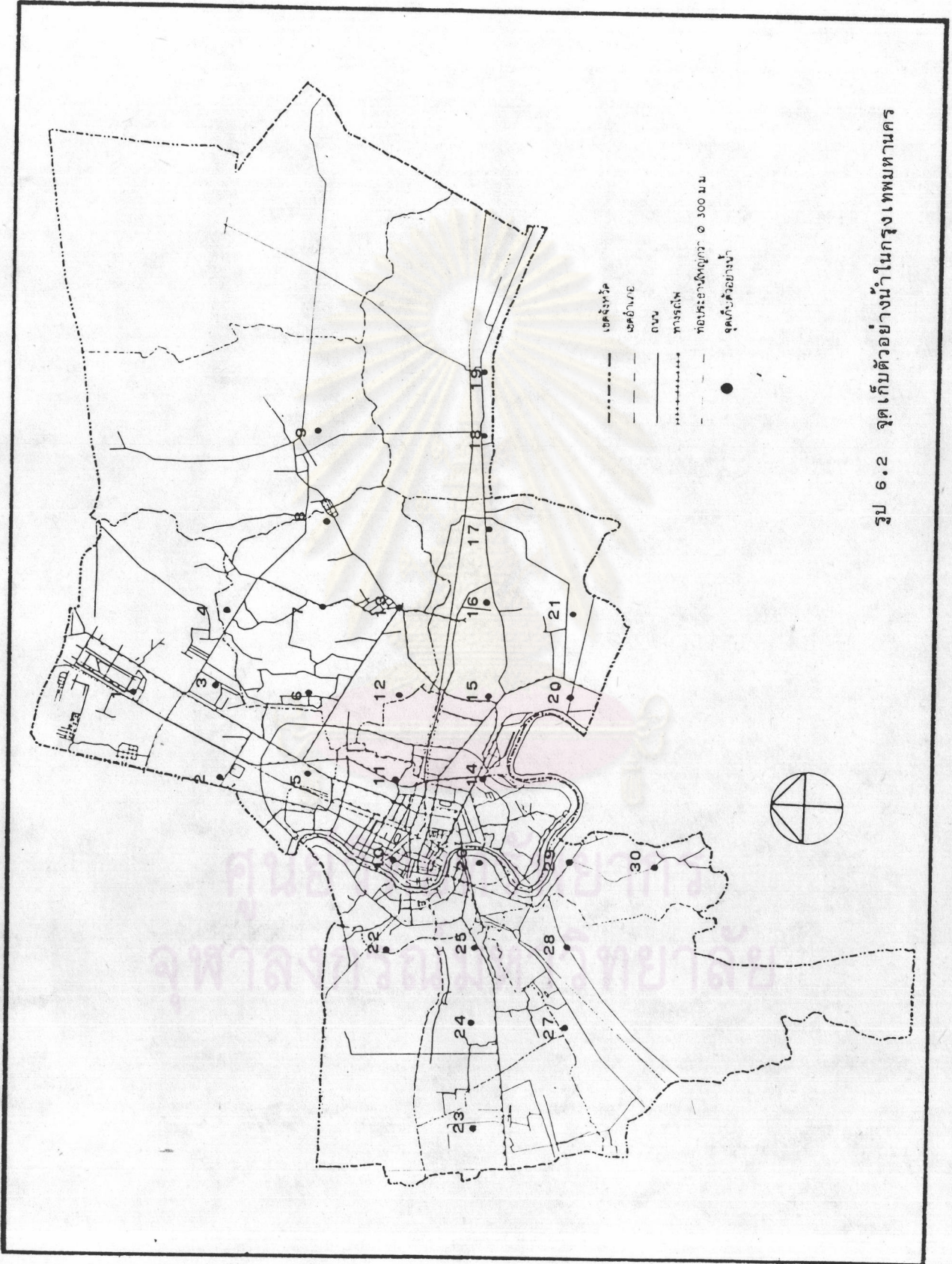
ประปากรุง เทพมหานครจึงไม่สามารถหาความ เกี่ยวเนื่องระหว่างปริมาณเส้นใยแอส เบสทอสกับ ตัวแปรต่าง ๆ ของท่อส่งน้ำแอส เบสทอสซีเมนต์ได้ การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาถึงลักษณะการกระจาย ของเส้นใยแอส เบสทอสในน้ำประปาทั่วกรุง เทพมหานคร เท่านั้น

ในกรุง เทพมหานครบริเวณที่การประปานครหลวงสามารถให้บริการจ่ายน้ำประปาไป ถึง ครอบคลุมเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 600 ตารางกิโลเมตร การศึกษาลักษณะการกระจายของเส้น ใยแอส เบสทอสในน้ำประปาเป็นการไป เก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณที่น้ำประปาบริการไปถึง แล้วนำ มาวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยแอส เบสทอส รวมทั้งศึกษาค่าตัวแปรที่เป็นคุณสมบัติของน้ำ เพื่อใช้ เป็นส่วนประกอบในการศึกษาลักษณะการกระจายของเส้นใยแอส เบสทอสด้วย จากลักษณะบริเวณ พื้นที่ที่น้ำประปาบริการไปถึง ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาไว้ทั้งสิ้น 30 สถานี แต่ละสถานี เก็บตัวอย่างน้ำ 2 ชุด เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน การเก็บตัวอย่างน้ำจากสถานี 30 สถานีดังกล่าวมีลักษณะเป็น systematic grid sampling โดยแต่ละจุดอยู่ห่างกัน 5 กิโลเมตร และ เก็บตัวอย่างน้ำจากบ้านที่อยู่ใกล้ตรงตำแหน่งกำหนดที่สุด สำหรับลักษณะบริเวณพื้นที่ที่น้ำประ ปาบริการไม่ถึง และจุดกำหนดเก็บตัวอย่างได้แสดงไว้ในรูป 6.2 และรายละเอียดบ้านที่ไปเก็บ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก

6.1.2 ศึกษาปริมาณเส้นใยแอส เบสทอสที่หลุดออกมาจากท่อแอส เบสทอสซีเมนต์กับการ ใช้งานของท่อ เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ และความยาวของท่อ จากการศึกษาแผนผังการวาง ท่อจ่ายน้ำ พบว่าถึงแม้ท่อจ่ายน้ำส่วนใหญ่ต่อ เชื่อมถึงกันก็ตาม แต่ยังมีท่อจ่ายน้ำบาง เส้นที่ไม่ได้ถูก ต่อ เชื่อม เป็นร่างแห ซึ่งมัก เป็นท่อจ่ายน้ำที่อยู่บริเวณชาน เมือง จากท่อดังกล่าวสามารถเก็บตัวอย่าง น้ำตรงตำแหน่งที่น้ำประปาเริ่มไหล เข้า และอีกตำแหน่งที่ห่างออกเพื่อนำมาวิเคราะห์ เปรียบ เทียบ ปริมาณเส้นใยแอส เบสทอสที่เปลี่ยนแปลงไป ท่อจ่ายน้ำแอส เบสทอสซีเมนต์ที่ได้กำหนดไว้ใช้ในการ ศึกษาดังกล่าวคือ

1) ศึกษาเกี่ยวกับอายุการใช้งานของท่อ โดยแบ่งอายุการใช้งานออกเป็น 3 ช่วง คือ 0-5 ปี , 6-10 ปี และมากกว่า 10 ปี โดยกำหนดเก็บตัวอย่างน้ำจากท่อจ่ายน้ำแอส เบส ทอสซีเมนต์ท่อละ 2 ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างกัน 3 กิโลเมตร เป็นท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิล ลี เมตร ทั้งนี้ได้กำหนดเก็บตัวอย่างน้ำจากท่อตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ถนนพหลโยธิน (แยกถนนจันทบูรเบกษาถึงปากซอยกิโลเมตรที่ 27) มีอายุ



การใช้งานอยู่ในช่วง 0-5 ปี

1.2 ถนนรามอินทรา มีอายุการใช้งานอยู่ในช่วง 6-10 ปี

1.3 ถนนสุขุมวิท 103 (ซอยอุดมสุข) ฝั่งทิศใต้ มีอายุการใช้งานอยู่ในช่วงมากกว่า 10 ปี

2) ศึกษาเกี่ยวกับ เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ โดยแบ่งเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อออกเป็น 3 ขนาด คือ 200 มิลลิเมตร 250 มิลลิเมตร และ 300 มิลลิเมตร และกำหนดเก็บตัวอย่างน้ำจากท่อจ่ายน้ำแอสเบสทอสซีเมนต์ท่อละ 2 ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างกัน 1.00 กิโลเมตร โดยกำหนดเก็บตัวอย่างน้ำจากท่อตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ถนนสุขุมวิท 93 ด้านทิศเหนือ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 200 มิลลิเมตร

2.2 ถนนสุขุมวิท 101 ด้านทิศใต้ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 250 มิลลิเมตร

2.3 ถนนสุขุมวิท 103 ด้านทิศเหนือ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 300 มิลลิเมตร

3) ศึกษาเกี่ยวกับความยาวของท่อ เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำจากท่อจ่ายน้ำที่มีความยาวมาก ๆ เพียงเส้นเดียว โดยกำหนดเก็บตัวอย่างน้ำรวม 4 ตำแหน่งจากท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ที่ถนนรามอินทราซึ่งเป็นท่อที่มีความยาวประมาณ 6 กิโลเมตร แต่ละตำแหน่งห่างกัน 1.5 กิโลเมตร สำหรับรายละเอียดตำแหน่งที่เก็บได้แสดงไว้ในภาคผนวก

6.1.3 ศึกษาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำประปាក่อนที่จะสูบเข้าสู่ระบบการจ่ายน้ำโดยกำหนดเก็บตัวอย่างน้ำที่โรงกรองน้ำบางเขน และบ่อบาดาลหนึ่งแห่งที่บริเวณแฟลตดินแดง ถนนประชาสงเคราะห์

#### 6.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างน้ำต้องเดินทางไปยังตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้แล้วในข้อ 6.1 และติดต่อขอเก็บตัวอย่างน้ำจาก เจ้าของบ้านที่อยู่ใกล้ตำแหน่งกำหนดมากที่สุด แต่ละตำแหน่งที่เก็บจะเก็บจำนวน 2 ขวด ขวดละประมาณ 1 ลิตร ตามวิธีการในข้อ 5.2 โดยใช้ภาชนะบรรจุพลาสติกโ

ลี เอธิลีนขนาด 1 ลิตร สำหรับในภาคสนามทำการวัด

6.2.1 วัดอุณหภูมิของน้ำประปา

6.2.2 วัด pH

หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างน้ำมาทำการวิเคราะห์ในห้องทดลองหา

6.2.3 ทา Alkalinity as  $\text{CaCO}_3$  in mg/l ตาม Standard Method

6.2.4 ทา Ca hardness as  $\text{CaCO}_3$  in mg/l ตาม Standard Method

6.2.5 วิเคราะห์หาปริมาณแอสเบสทอสตามวิธีการในบทที่ 5

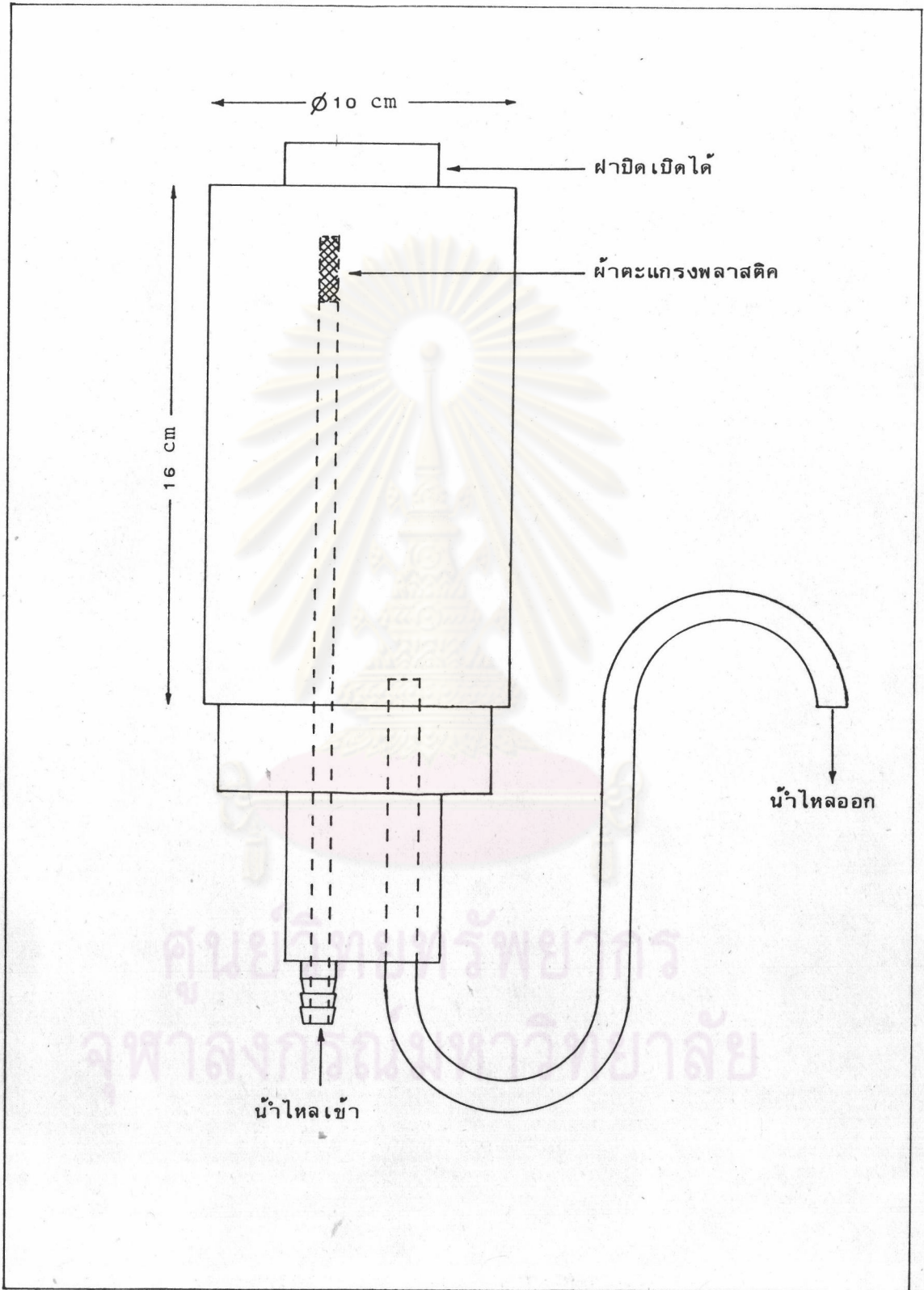
6.2.6 จากค่าที่ได้ นำมาคำนวณหาค่า Aggressiveness index ของน้ำประปา

### 6.3 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการกำจัด เส้นใยแอสเบสทอส

การทดลองเพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการกำจัด เส้นใยแอสเบสทอสด้วยเครื่องกรอง ถ่านแอกทิเวตเตดกระทำโดยเตรียมน้ำสังเคราะห์ที่มี เส้นใยแอสเบสทอสขึ้น แล้วให้ไหลผ่านเครื่องกรองถ่านแอกทิเวตเตดตลอด เวลาด้วยอัตราการกรองคงที่ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ไหลผ่านเครื่องกรองที่เวลาต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ตรวจวัดปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสเพื่อหาประสิทธิภาพในการกำจัด เส้นใยแอสเบสทอส

#### 6.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. เครื่องกรองถ่านแอกทิเวตเตด เป็นเครื่องกรองมีขนาดความสูง 16 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มีความจุประมาณ 1.2 ลิตร ลักษณะการไหลของน้ำเป็นแบบไหลลง (Down Flow) ลักษณะเครื่องกรองดังแสดงไว้ในรูป 6.3
2. ถังเก็บน้ำสังเคราะห์ที่เข้าสู่เครื่องกรอง เป็นถังพลาสติกขนาดความจุประมาณ 90 ลิตร (25 แกลลอน) ทำเครื่องหมายแสดงความจุเป็นลิตรไว้ข้างถัง จำนวนทั้งหมด 4 ถัง
3. เครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำสังเคราะห์เข้าสู่เครื่องกรอง เป็นเครื่องสูบน้ำแบบ Peristaltic pump สามารถสูบได้ถึงประมาณ 1 ลิตรต่อนาที
4. เครื่องชั่งน้ำหนักขนาดชั่งได้ 60 กิโลกรัม เพื่อใช้ในการชั่งน้ำหนักน้ำแทนการวัดปริมาตรในการเตรียมน้ำสังเคราะห์



รูป 6.3 เครื่องกรองน้ำ

5. ขวดโพลีเอธิลีนพร้อมฝาปิด จุประมาณ 1 ลิตร เพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ

### 6.3.2 การเตรียมสารละลายแขวนลอยเส้นใยแอสเบสทอสชนิดคริสโซไทล์

1. นำแอสเบสทอสชนิดคริสโซไทล์ที่ใช้เป็นมาตรฐานประมาณ 0.1 กรัมมาบดจนเป็นผง

2. แบ่งคริสโซไทล์ที่บดแล้วจำนวน 10 มิลลิกรัมมาใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นที่กรองแล้วจนครบปริมาตร 1 ลิตร

3. แบ่งสารละลายจากข้อ 2 จำนวน 10 มิลลิกรัมมาใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตรอีกใบหนึ่ง เติมน้ำกลั่นที่กรองแล้วจนครบปริมาตร 1 ลิตร สารละลายที่ได้นี้มีปริมาณแอสเบสทอสแขวนลอยอยู่เข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อลิตร

4. แบ่งสารละลายจากข้อ 3 จำนวน 1 มิลลิกรัมมาเติมน้ำกลั่นที่กรองแล้วจนครบปริมาตร 1 ลิตร สารละลายที่ได้นี้มีเส้นใยแอสเบสทอสแขวนลอยอยู่ประมาณ 5 ถึง 10 ล้านเส้นใยต่อลิตร (30) ซึ่งเหมาะสำหรับใช้เป็นสารละลายมาตรฐานในการตรวจวิเคราะห์และใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ

6.3.3 น้ำเส้นใยแอสเบสทอสสังเคราะห์ เป็นน้ำที่เตรียมขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดลอง โดยเลือกใช้แอสเบสทอสชนิดคริสโซไทล์ ทั้งนี้เพราะคริสโซไทล์เป็นแอสเบสทอสที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักและใช้ในปริมาณมากในการทำท่อแอสเบสทอสซีเมนต์จึงเป็นแอสเบสทอสชนิดที่น่าจะพบในน้ำประปามากที่สุด ในการทดลองนี้จำเป็นต้องใช้น้ำสังเคราะห์เป็นปริมาณมากหลายพันลิตร น้ำที่ใช้เตรียมจึงใช้น้ำประปาผสมกับสารละลายแอสเบสทอสที่เตรียมได้ตามวิธีการในข้อ 6.3.2 ข้อย่อย 3 ที่มีแอสเบสทอสแขวนลอยอยู่เข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อลิตร และใช้สัดส่วนจากข้อ 4 เป็นหลัก ในการเตรียมน้ำสังเคราะห์ให้มีความเข้มข้นเส้นใยแอสเบสทอสต่าง ๆ ในการทดลองนี้เตรียมน้ำสังเคราะห์ความเข้มข้น 3 ค่า คือ

1. สารละลายแอสเบสทอส : น้ำประปา = 2 ml : 1 l เพื่อให้มีเส้นใยแอสเบสทอสเข้มข้นประมาณ 10 ถึง 20 ล้านเส้นใยต่อลิตร

2. สารละลายแอสเบสทอส : น้ำประปา = 1 ml : 1 l เพื่อให้มีเส้นใยแอสเบสทอสเข้มข้นประมาณ 5 ถึง 10 ล้านเส้นใยต่อลิตร

3. สารละลายแอสเบสทอส : น้ำประปา = 0.5 ml : 1 l เพื่อให้มีเส้นใย



แอสเบสตอสเข้มข้นประมาณ 2.5 ถึง 5 ล้านเส้นใยต่อลิตร

6.3.4 ถ่านแอกทิเวตเตดมีลักษณะ เป็นแบบ เกล็ดทำจากกะลามะพร้าว (Coconut shell)

#### 6.4 ขั้นตอนการทดลอง

6.4.1 นำเครื่องกรองน้ำมาบรรจุด้วยถ่านแอกทิเวตเตดสูง 15 เซนติเมตร ประกอบ และติดตั้งบนขาตั้ง

6.4.2 เตรียมน้ำสังเคราะห์ให้มีความเข้มข้นเส้นใยแอสเบสตอสประมาณ 10 ถึง 20 ล้านเส้นใยต่อลิตร ตามสัดส่วนในข้อ 6.3.3 ข้อย่อย 1 ในถังพลาสติกจ 90 ลิตร เตรียมถังละ ประมาณ 80 ลิตร 3 ถัง และมีสายยางต่อให้น้ำไหลถึงกันระหว่างถังแบบกัลกน้ำ

6.4.3 ต่อเครื่องสูบน้ำให้สูบน้ำสังเคราะห์จากถังที่ 1 ให้ไหลผ่านเครื่องกรองถ่าน ปรับปรับอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำประมาณ 0.7 ลิตรต่อนาที

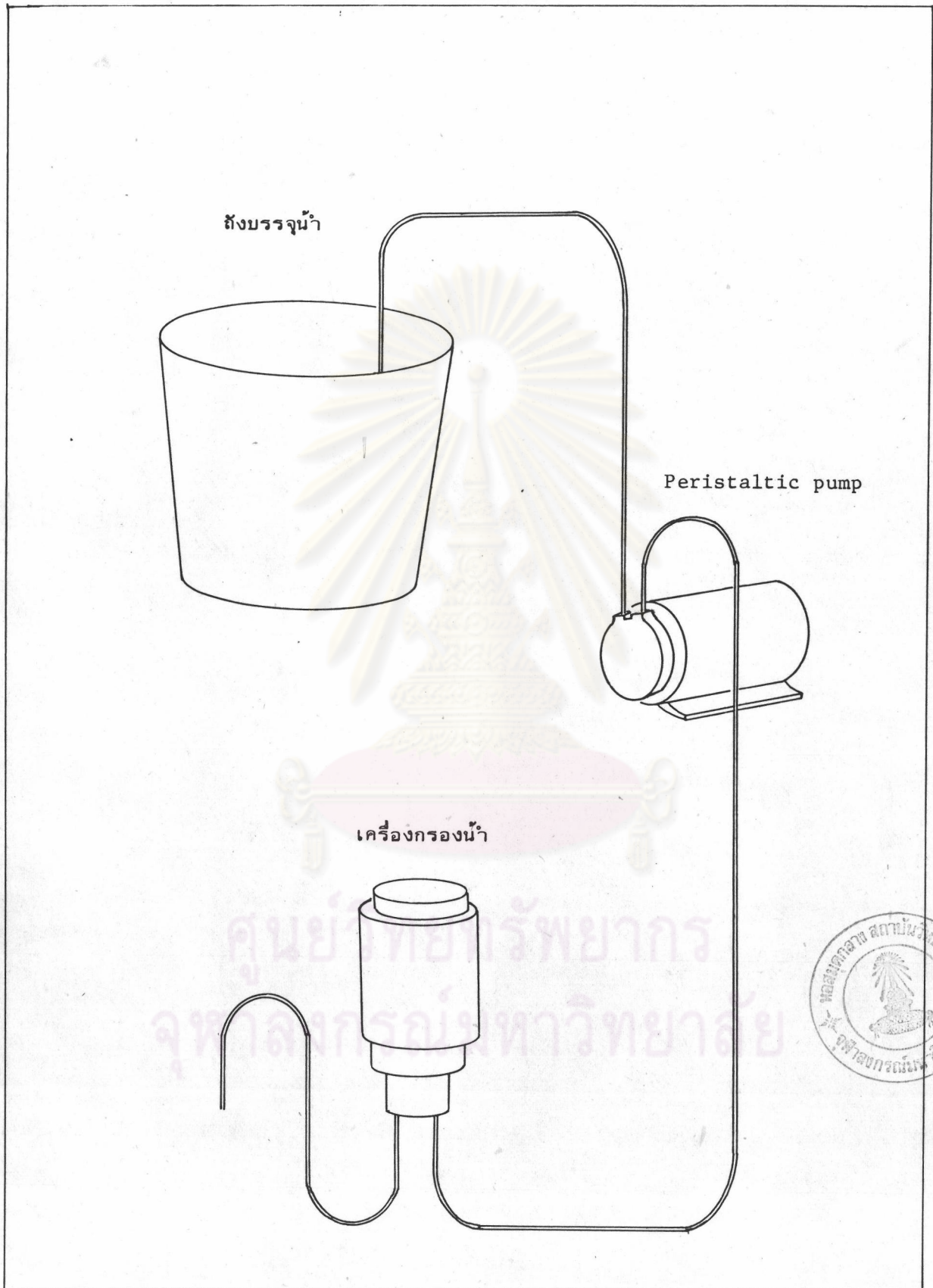
6.4.4 ใช้ถังใบที่ 4 รองรับน้ำที่ไหลออกจากเครื่องกรองน้ำ

6.4.5 การดำเนินการทดลองทำโดยเปิดเครื่องสูบน้ำให้สูบน้ำต่อเนื่องไปตลอด เป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมง ระหว่างนี้ต้องคอยเตรียมน้ำสังเคราะห์เติมลงในถังเพื่อให้เพียงพอให้เครื่องสูบน้ำสูบน้ำได้ตลอดระยะเวลาทดลอง

6.4.6 หลังจากการทดลองดังกล่าวเสร็จสิ้นแล้ว ให้เปลี่ยนและบรรจุถ่านแอกทิเวตเตดในเครื่องกรองในข้อ 6.4.1 ใหม่ และเตรียมน้ำสังเคราะห์เช่นเดียวกับในข้อ 6.4.2 แต่เตรียมน้ำสังเคราะห์ให้มีความเข้มข้นเส้นใยแอสเบสตอสประมาณ 5 ถึง 10 ล้านเส้นใยต่อลิตร ตามสัดส่วนในข้อ 6.3.3 ข้อย่อย 2 แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 6.4.3 และ 6.4.4

6.4.7 ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 6.4.6 เพียงแต่เปลี่ยนการเตรียมน้ำสังเคราะห์ให้มีความเข้มข้นเส้นใยแอสเบสตอสประมาณ 2.5 ถึง 5 ล้านเส้นใยต่อลิตร ตามสัดส่วนในข้อ 6.3.3 ข้อย่อย 3

6.4.8 ระหว่างการทดลองจะมีการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำ และคอยระวังให้น้ำท่วมถ่านแอกทิเวตเตดในเครื่องกรองอยู่เสมอ




รูป 6.4 การประกอบระบบกรองน้ำ

### 6.5 การเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำ เส้นใยแอสเบสตอสสิ่งเคราะห์ที่เข้าสู่เครื่องกรองถ่านแอกทิเวตเตด น้ำที่หลังจากไหลผ่านเครื่องกรองถ่านออกมาแล้วที่เวลาเริ่มต้นการทดลอง และครั้งต่อ ๆ ไปเก็บ ทุก ๆ ระยะเวลา 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้นการทดลองละ 8 ตัวอย่าง โดยเก็บในขวดโพลีเอธิลีน ตัวอย่างละประมาณ 1 ลิตร วิธีการเก็บดำเนินการตามวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำในข้อ 5.2

### 6.6 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

นำตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยแอสเบสตอสในน้ำตามวิธีการในบทที่ 5



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย