

บทที่ 1



บทนำ

1.1 คานา

"น้ำคือชีวิต และน้ำที่สะอาดหมายถึงชีวิตที่ดีกว่า" (Water Is Life And Safe Water Means A Better Life) ข้อความดังกล่าวเป็นคำขวัญขององค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (WHO) เพราะเล็งเห็นความสำคัญในเรื่องน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานของการดำรงชีวิตสำหรับมนุษย์ และน้ำที่สะอาดคือปัจจัยหลักในการทำให้มนุษย์มีสุขภาพอนามัย อันเป็นการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมไปพร้อม ๆ กัน ด้วยเหตุนี้องค์การอนามัยโลกจึงได้กำหนดช่วงเวลาจากปี พ.ศ. 2524 - 2533 (ค.ศ. 1981 - 1990) เป็นช่วงทศวรรษแห่งการพัฒนาการประปาและการสุขาภิบาล (International Drinking Water Supply And Sanitation Decade)

ความต้องการใช้น้ำของมนุษย์นับวันจะสูงขึ้น เพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม จึงได้มีการสร้าง โรงผลิตและปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้น้ำซึ่งมีปริมาณและคุณภาพเหมาะสมกับลักษณะการใช้น้ำในกิจกรรมแต่ละอย่าง บทบาทของการพัฒนาทางด้านการประปาจะเด่นชัดมากขึ้นสำหรับชุมชนที่กำลังขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นประเทศไทยของเราจึงจำเป็นต้องที่จะเร่งพัฒนาและเสริมสร้างโครงการประปាកันอย่างจริงจัง แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับต่าง ๆ ได้กำหนดแนวทางในการพัฒนาทางด้านการประปาไว้อย่างแจ่มชัด เพื่อเป้าหมายที่จะให้ประชาชนได้มีน้ำสะอาดสำหรับอุปโภคบริโภคเพิ่มขึ้นแม้จะอยู่ในชนบทห่างไกลก็ตาม รัฐบาลทุกยุคทุกสมัยได้ให้ความสนใจต่อปัญหาการจัดหาน้ำสะอาด ได้พยายามติดตามผลและส่งเสริมการดำเนินการกิจการประปาของท้องถิ่นจึงได้ตกลงในหลักการกำหนดให้ปี พ.ศ. 2524 -

2533 เป็นทศวรรษแห่งการรณรงค์จัดหาน้ำสะอาดให้แก่ประชาชนในชนบทอย่าง
ทั่วถึง เพื่อสอดคล้องกับองค์การอนามัยโลกซึ่งคณะรัฐมนตรีได้พิจารณาเห็นชอบ
และกำหนดแนวปฏิบัติของการรณรงค์แก่หน่วยงานซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้อง จะได้นำ
แบบปฏิบัติเพื่อให้บริการสู่เป้าหมายดังกล่าวต่อไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 ความเป็นมาของกิจการประปาในประเทศไทย (กบป., 2528)

ประวัติของกิจการประปาในประเทศไทย บันทึกมาตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช รัชกาลที่ 1 ก่อนที่พระองค์จะมีพระบรมราชโองการ ให้สร้างเมืองลพบุรี ใต้ทรงพิจารณาเรื่องน้ำบริโภคสำหรับประชาชนเป็นเรื่องสำคัญอันดับแรก และพระองค์ทรงแก้ไข้ปัญหาและอุปสรรคสำคัญนี้ให้ลุล่วงไปโดยพระปรีชาสามารถ ในการนั้นมีบุคคลสำคัญเกี่ยวข้องด้วย 2 คน เป็น บาทหลวงชาวอิตาลีชื่อ ออมาส วาลกัวเนรา และคาโรลี ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในการระบายน้ำเป็นพิเศษ รับอาสาเป็นหัวหน้าในการแก้ปัญหาสำคัญนี้ บาทหลวง 2 องค์นี้ได้ออกทำการสำรวจหาความแตกต่างของระดับน้ำในทะเลสาบสุพรรณกับตัวเมืองลพบุรี ปรากฏว่ามีระดับเกือบจะเป็นระดับเดียวกัน จึงได้กราบบังคมทูลสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ขอให้ทำการขุดท่อน้ำจากทะเลสาบสุพรรณ และให้สร้างเขื่อนเพื่อที่เมื่อมีฝนตก น้ำจะไหลอยู่ตลอดปี ทว่าการวางท่อระบายน้ำจากทะเลสาบสุพรรณสู่สระแก้วอันเป็นที่พักน้ำช่วงแรก และจากสระแก้วให้ต่อท่อระบายน้ำสู่ที่พักน้ำแห่งที่สอง ซึ่งมีชื่อว่าสระแก้วเช่นเดียวกัน จากนั้นจึงวางท่อน้ำขนาดใหญ่เพื่อนำน้ำเข้าสู่เมืองลพบุรี ต่อไปยังพระราชวัง บ้านหลวงรับราชทูต วัดในพระพุทธศาสนา บ้านเรือนขุนนางผู้ใหญ่ และสถานที่สำคัญอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามคำว่า "ประปา" ก็ยังไม่ได้บัญญัติขึ้นในชั้นนี้จนกระทั่งมาถึงสมัยรัตนโกสินทร์ในรัชกาลสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ดังนี้

เมื่อพุทธศักราช 2440 วันที่ 16 เดือนพฤศจิกายน พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชกำหนดสุขาภิบาล ประกาศตั้งกรมสุขาภิบาลสำหรับกรุงเทพมหานคร มีหน้าที่ในการจัดหาน้ำกินน้ำใช้ สำหรับประชากรในกรุงเทพมหานครโดยให้มีแบบอย่างการให้วิชาการสมัยใหม่ ซึ่งในการนี้กรมสุขาภิบาลได้จ้างผู้ชำนาญวิชาช่างจากประเทศฝรั่งเศส เข้ามารับราชการเป็นช่างสุขาภิบาล นายเคอลาม ริชเคียร์ ได้รับราชการในตำแหน่งนี้ แล้วยื่นรายงานความเห็นเกี่ยวกับวิธีจัดหาน้ำใช้ ว่าควรเอาน้ำในลำนน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาในที่ซึ่งน้ำเค็มขึ้นไม่ถึงมากองไว้

กระทั่งพุทธศักราช 2452 วันที่ 13 เดือนกรกฎาคม ได้ประกาศพระบรมราชโองการทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้กรมสุขาภิบาลจัดการที่จะนำ

นำมาใช้ในพระนคร ตามแบบอย่างที่เหมาะสมแก่ภูมิประเทศ จัดสร้างเครื่องกรองน้ำสามารถผลิตน้ำได้วันละ 28,800 ลูกบาศก์เมตรโดยประมาณการใช้น้ำตามธรรมดาคนหนึ่งคิดเฉลี่ยวันละ 50 ลิตร จะพอกับจำนวนคน 570,000 เศษส่วนรายจ่ายทั้งสิ้นเป็นเงินประมาณ 4,308,221 บาท กิจการนี้พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้เรียกตามภาษาสันสกฤตเพื่อจะให้เป็นคำสั้นว่า "การประปา" ซึ่งนับเป็นรากฐานของกิจการประปาคามแบบอย่างสมัยใหม่ตั้งแต่นั้นมา

1.3 กิจการประปาชนบทและหน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินงาน

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ประชากรของประเทศไทยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์เป็นชาวชนบท และในสังคมชนบทที่มีประชากรอาศัยอยู่ต่ำกว่า 5,000 คน จะได้รับการเรียกว่าเป็นหมู่บ้าน ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 50,000 หมู่บ้าน วัตถุประสงค์การเพิ่มของประชากรแต่ละปีอยู่ในราว 3 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็คาดกันว่าระบบการวางแผนครอบครัวจะช่วยลดอัตราการเพิ่มของประชากรลงมาเหลือเพียง 2.5 เปอร์เซ็นต์

การจัดหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภคแก่ชาวชนบท เริ่มดำเนินการเป็นแห่งแรกที่จังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2483 โดยความรับผิดชอบของกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

ในปี พ.ศ. 2508 ภาครัฐบาลได้จัดให้มีโครงการจัดหาน้ำสะอาดในรูปของโครงการประปาหมู่บ้าน (เลิศ ไชยณรงค์ และสุนันทา บัวสีม่วง, 2526) ในกำหนดระยะเวลา 5 ปี โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้บริการน้ำสะอาดแก่ประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ในหมู่บ้านชนบท โดยเริ่มโครงการทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือก่อน แล้วจึงขยายโครงการออกไปในภาคต่างๆ ทั่วประเทศ จนถึงปัจจุบันนี้ ได้จัดสร้างการประปาดังกล่าวเป็นจำนวนกว่า 650 แห่ง สามารถให้บริการแก่ประชาชนไม่น้อยกว่า 1.2 ล้านคน

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 2 ได้คำนึงถึงความต้องการในการเพิ่มการลงทุนในระบบประปาเพื่อการอุปโภคบริโภค อย่างเร่งด่วนทั่วประเทศไทย แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการดำเนินการก็ยังไม่สามารถจัดสร้างระบบประปาดังกล่าวได้ทั่วถึง เมื่อสิ้นสุดแผนพัฒนาฉบับที่ 2 แล้ว

พบว่าระบบประปาสำหรับหมู่บ้านชนบท จัดทำได้สำเร็จเพียง 0.8
เปอร์เซ็นต์และ 1.1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในเมือง

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (2515 -
2519) สามารถทำให้ประชาชนชาวชนบท จำนวน 5.3 ล้านคน หรือ 15
เปอร์เซ็นต์ของประชาชนทั้งหมดในขณะนั้นได้มีน้ำสะอาดใช้ และในแผนพัฒนาฉบับ
ต่อ ๆ มา ก็ได้เพิ่มความสำคัญและส่งเสริมและพัฒนากิจการประปาชนบทมากขึ้น
เป็นลำดับ

ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการประปาชนบทได้รับการแจกจ่ายไปยัง
หลาย ๆ หน่วยงาน อาทิ กรมอนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี กรม
การปกครอง สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท และกรมการพัฒนาชุมชน และใน
ปัจจุบันได้รวมกิจการประปาภูมิภาคของกรมโยธาธิการกับกิจการประปาชนบทของ
กรมอนามัย จัดตั้งเป็นการประปาส่วนภูมิภาคในปี พ.ศ. 2522 ลักษณะการบริหาร
งานของหน่วยงานนี้เป็นรัฐวิสาหกิจในสังกัดกระทรวงมหาดไทย โดยโอนกิจ
การประปาที่อยู่ในเขตเมืองและสุขาภิบาลขนาดใหญ่จำนวน 185 แห่ง จากความ
รับผิดชอบของกรมโยธาธิการและกิจการประปาส่วนภูมิภาคจำนวน 550 แห่ง จาก
ความรับผิดชอบของกรมอนามัย เข้ามาอยู่ในความรับผิดชอบของการประปาส่วนภู
มิภาคทั้งหมด

ปัจจุบันการประปาส่วนภูมิภาค มีขอบข่ายความรับผิดชอบครอบคลุม
พื้นที่ทั่วประเทศยกเว้น ในเขตกรุงเทพมหานคร กล่าวคือ จำนวนการประปาใน
เขตเมืองที่ดำเนินการอยู่ 176 แห่ง (ได้รวมกิจการประปาบางแห่งเข้าด้วยกัน)
ครอบคลุมพื้นที่ในเขต 88 เทศบาล 127 สุขาภิบาล 12 ตำบล ตลอดจนให้คำ
ปรึกษาทางด้านวิชาการแก่ 663 การประปาในเขตชนบทครอบคลุมพื้นที่ในเขต
สุขาภิบาลขนาดเล็ก 339 แห่ง และหมู่บ้าน 324 แห่ง ทั้งหมดนี้ดำเนินการภาย
ใต้การบริหารงานของสำนักงานประปาเขตต่าง ๆ จำนวน 10 แห่ง (ไพโรจน์
สัจยสิทธิ์สกุล, 2529)

กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการ รับผิดชอบดำเนินการให้บริการ
ด้านวิชาการ ในการออกแบบ ประมาณราคา ควบคุมการก่อสร้างแก่หน่วยงาน
ราชการ และชุมชนที่ได้ขอความช่วยเหลือมา นอกจากนั้น ยังมีหน้าที่ดูแล และให้

คำแนะนำด้านวิชาการแก่การประชาสัมพันธ์

ส่วนกองประชาชนบท กรมอนามัย รับผิดชอบดำเนินการให้บริการ
ด้านวิชาการในการออกแบบ ประมาศราคา ควบคุมการก่อสร้างแก่หน่วยงาน
ราชการและชุมชนในเขตภูมิภาค ความความต้องการและงบประมาณของ
หน่วยงานราชการหรือชุมชนนั้น ๆ นอกจากนั้นยังมีหน้าที่ดูแลให้คำแนะนำแก่การ
ประชาสัมพันธ์ และการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการประชาสัมพันธ์ด้วย

จะเห็นได้ว่า ภัยทั่ว ๆ ไปแล้ว วิธีการจัดหาน้ำสะอาดสำหรับ
ประชาชนในชนบทของประเทศไทยทำได้ดีพอสมควร เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศ
ที่กำลังพัฒนาในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เพราะเชื่อกันว่า ประชาชนในประเทศ
ไทยมีความพร้อมที่จะร่วมมือในโครงการประปามากกว่าแต่การที่มีหน่วยงานใน
ภาครัฐบาลเข้ามาเกี่ยวข้องมากมายนั้นอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้โครงการตั้ง
กล่าวดำเนินไปได้ช้า ดังนั้นหากสามารถลดจำนวนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องลง จะ
ช่วยให้ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานลดลง และจะเป็นการช่วยให้การใช้จ่ายกำลังคน
การใช้เทคนิคหรือเครื่องมืออุปกรณ์มีความคล่องตัวมากขึ้น ประเด็นที่น่าจะนำมา
พิจารณาอีกอย่างหนึ่งคือ ความเป็นไปได้หรือไม่ที่จะให้มีหน่วยงานเพียง
หน่วยเดียวรับผิดชอบเกี่ยวกับ โครงการประปาชนบททั้งหมด โดยครอบคลุมไปถึง
การศึกษา การวางแผน การออกแบบ การดำเนินงาน และนอกเหนือจากนี้การ
ให้การอบรมด้านความรู้เกี่ยวกับการประปาแก่บุคคลากร ก็นับเป็นสิ่งจำเป็นอย่าง
ยิ่ง สำหรับการดำเนินงานโครงการประปาชนบทด้วย

1.4 ที่มาของการวิจัย

ระบบบำบัดมลพิษน้ำออกจากน้ำในกิจการประปา แบ่งออกได้ 2
ระบบ คือ ระบบถังทรายกรองเร็ว (Rapid Sand Filtration) และระบบ
ถังทรายกรองช้า (Slow Sand Filtration) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมาก
โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราการกรองน้ำ ในการเลือกใช้จำเป็นต้องศึกษา
พิจารณาเปรียบเทียบกันอย่างละเอียด เพื่อจะสามารถเลือกใช้ระบบที่เหมาะสม
ถูกต้อง ประหยัด คุ่มค่ากับการลงทุน

ในระบบถังทรายกรองเร็ว

น้ำจะไหลผ่านชั้นทรายกรอง

ด้วยอัตราการกรองระหว่าง 1.5 - 3 มม./วินาที หรือ 5.4 - 10.8 ม./ชม. (Huisman, 1982) ซึ่งเป็นอัตราที่สูงทำให้เกิดการอุดตันในชั้นทรายกรองได้รวดเร็ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำความสะอาดเกือบทุก ๆ วันหรือ 2 - 3 วันครั้ง โดยการใช้ทรายกรองขนาด 0.5 - 2 มม. ซึ่งเป็นขนาดปานกลางไปจนถึงหยาบ มลทินสารจากน้ำดิบจะติดค้างอยู่ในชั้นทรายกรองจนถึงในชั้นความลึกมาก ๆ ดังนั้น การทำความสะอาดชั้นทรายกรองจึงต้องใช้ระบบล้างย้อน (Back - washing) โดยใช้แรงดันของน้ำเพื่อให้เกิดการขยายตัวและการขัดสีกันในระหว่างเม็ดทราย และพาเอาสิ่งสกปรกที่สะสมอยู่ออกจากชั้นทรายกรอง

ในระบบถังทรายกรองช้า น้ำจะไหลผ่านชั้นทรายด้วยอัตราการกรองระหว่าง 0.03 - 0.1 มม./วินาที หรือ 0.11 - 0.36 ม./ชม. (Huisman, 1982) ซึ่งเป็นอัตราที่ต่ำมาก การทำความสะอาดชั้นทรายกรองอาจจะอยู่ในราว 2 - 3 อาทิตย์ต่อครั้ง หรืออาจนานถึง 2 - 3 เดือนต่อครั้งก็ได้ โดยการใช้ทรายกรองขนาด 0.15 - 0.35 มม. ซึ่งเป็นขนาดละเอียด มลทินสารจากน้ำดิบ ไม่ว่าจะเป็นสารแขวนลอย หรืออนุภาคคอลลอยด์จะติดค้างอยู่ที่ชั้นบนสุดของชั้นทรายกรอง ดังนั้นการทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่อุดตันจะใช้วิธีการดูดเอาผิวทรายในชั้นบนสุดลึกประมาณ 1 - 3 ซม. ซึ่งมีความสกปรกอยู่มากออกไปจากชั้นทรายกรอง

ด้วยความแตกต่างทั้งทางด้านหลักการและทางด้านเทคนิค โครงการด้านประปาชนบทจึงมีการพิจารณาเลือกใช้ทั้ง 2 ระบบ ตามความเหมาะสมของแต่ละแห่ง แต่ทว่า ในระบบถังทรายกรองช้ากลับไม่ได้รับการเลือกใช้มากนัก ทั้ง ๆ ที่เป็นระบบซึ่งอาศัยหลักธรรมชาติเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ช่วยให้เกิดความยุ่งยากทางด้านเทคนิคได้มาก ดังนั้น จึงเป็นเรื่องที่ควรจะศึกษาวิจัยถึงการใช้ประโยชน์และประสิทธิผลของถังทรายกรองช้าในท้องถิ่นชนบท ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อจะเป็นแนวทางสำหรับการพิจารณาเลือกระบบประปาในกิจการประปา โครงการอื่นให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

1.5 ขอบเขตและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ได้เลือกเอาท้องถิ่นชนบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยการประปาจำนวน 24 แห่ง ตามรายชื่อในตารางที่ 1.1 และมีตำแหน่งที่ตั้งดังภาพที่ 1.1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย มีดังต่อไปนี้คือ

1.5.1 สืบวิจัยขีดความสามารถ และข้อจำกัดในการผลิตน้ำสะอาดของระบบถังทรายกรองช้าในท้องถิ่นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของประเทศไทย

1.5.2 สืบวิจัยและศึกษาถึงการออกแบบ และการควบคุมระบบถังทรายกรองช้า

1.5.3 สืบวิจัยและตรวจสอบปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ของระบบถังทรายกรองช้า

1.5.4 ศึกษาถึงความเหมาะสมในการใช้ระบบถังทรายกรองช้า

1.5.5 เพื่อรวบรวมปัญหา หรืออุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการใช้ระบบถังทรายกรองช้า

1.5.6 เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการพิจารณาเลือกใช้ระบบถังทรายกรองช้า ในกิจการประปา โครงการอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสมมากขึ้น

ตารางที่ 1.1 รายชื่อการประปาซึ่งอยู่ในขอบเขตของการวิจัย

ลำดับที่	ชื่อการประปา	อำเภอ	จังหวัด
1.	บ้านราชกรูด	เมือง	ระนอง
2.	สุขาภิบาลร้อนหิบลูย์	ร้อนหิบลูย์	นครศรีธรรมราช
3.	บ้านในเขียว	พรหมคีรี	นครศรีธรรมราช
4.	วิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช	พรหมคีรี	นครศรีธรรมราช
5.	สุขาภิบาลเกาะสมุย	เกาะสมุย	สุราษฎร์ธานี

6.	สุธาภิบาลยะรัง	ยะรัง	บักคานี
7.	ศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 6	เมือง	หัทลุง
8.	ศูนย์วิจัยข้าว	เมือง	หัทลุง
9.	ศูนย์วิจัยพืชสวน	สวี	ชุมพร
10.	บ้านผักหวาน	นางรอง	บุรีรัมย์
11.	บ้านหนองคู	เมือง	ยโสธร
12.	บ้านแสนพัน	ธาคูหมื่น	นครพนม
13.	บ้านกรุก	เมือง	นครพนม
14.	บ้านปะฮี	พรรณานิคม	สกลนคร
15.	บ้านไร่ - ไร่	พรรณานิคม	สกลนคร
16.	สุธาภิบาลเห็ญ	เห็ญ	อุครธานี
17.	สุธาภิบาลศรีธาตุ	ศรีธาตุ	อุครธานี
18.	สุธาภิบาลโคกพระ	กันทรวิชัย	มหาสารคาม
19.	สุธาภิบาลหนองโถก	กระนวน	ขอนแก่น
20.	สุธาภิบาลอุบลรัตน์	อุบลรัตน์	ขอนแก่น
21.	บ้านผานกเค้า	ภูกระดึง	เลย
22.	บ้านบวนพ	ภูกระดึง	เลย
23.	บ้านเหี้ย	เมือง	เลย
24.	บ้านหนองบัว	ภูเรือ	เลย

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 1.1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของการประปาต่าง ๆ ที่ทำการวิจัยศึกษา