บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นการศึกษาในรายละเอียดเพื่อให้ได้ข้อมูลและแนวทางการจัดการน้ำเสียที่ถูกต้องเหมาะสมกับพื้นที่ โดยมีการออกแบบรายละเอียดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งแบบแปลนทางสถาปัตยกรรม และข้อกำหนดต่างๆ สำหรับเตรียมการก่อสร้าง โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาดังนี้

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่โครงการ

สภาพทั่วไปของพื้นที่โครงการ เป็นองค์ประกอบที่กำหนดความเหมาะสมและการออกแบบระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียโดยแสดงถึงแนวทางความเป็นไปได้ในการดำเนินการของระบบที่ออกแบบไว้ ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1.1 ขนาดและที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อยู่ในเขตความรับผิดชอบของจังหวัดมหาสารคาม โดยจังหวัดมหาสารคาม ตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากเอกสารกรมแผนที่ทหาร ศูนย์กลางทางภูมิศาสตร์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ที่บ้านเทา ตำบลเหล่า อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่พิกัด Northing 1791706.14 m Easting 294091.9808 m หรือละติจูด 16 องศา 11 ลิปดา 54.3209 ฟิลิปดาเหนือ ลองติจูด 103 องศา 4 ลิปดา 24.9818 ฟิลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ 5,228.834 ตารางกิโลเมตร หรือ 3.31 ล้านไร่ ห่างจากกรุงเทพมหานคร โดยทางรถยนต์ประมาณ 470 กิโลเมตร (สำนักงานจังหวัดมหาสารคาม, 2560) มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดกาฬสินธุ์และจังหวัดขอนแก่น
ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดสุรินทร์และจังหวัดบุรีรัมย์
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดร้อยเอ็ดและจังหวัดกาฬสินธ์
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดขอนแก่นและจังหวดบุรีรัมย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตั้งอยู่ที่เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม มีพื้นที่ ประมาณ 468 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่คลุมดินของอาคารเดิม และที่กำลังก่อสร้าง รวมทั้งบริเวณรอบอาคารโดยประมาณ 200 ไร่ พื้นที่สระน้ำขนาดใหญ่ประมาณ 48 ไร่ พื้นที่สนามกีฬากลางแจ้ง 24 ไร่ เหลือพื้นที่โล่ง รวมถึงรอบอาคาร พื้นที่ต้นไม้ขึ้นหนาแน่นประมาณ 196 ไร่ ขนาดและที่ตั้งอาณาเขตของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังภาพที่ 2.1 มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

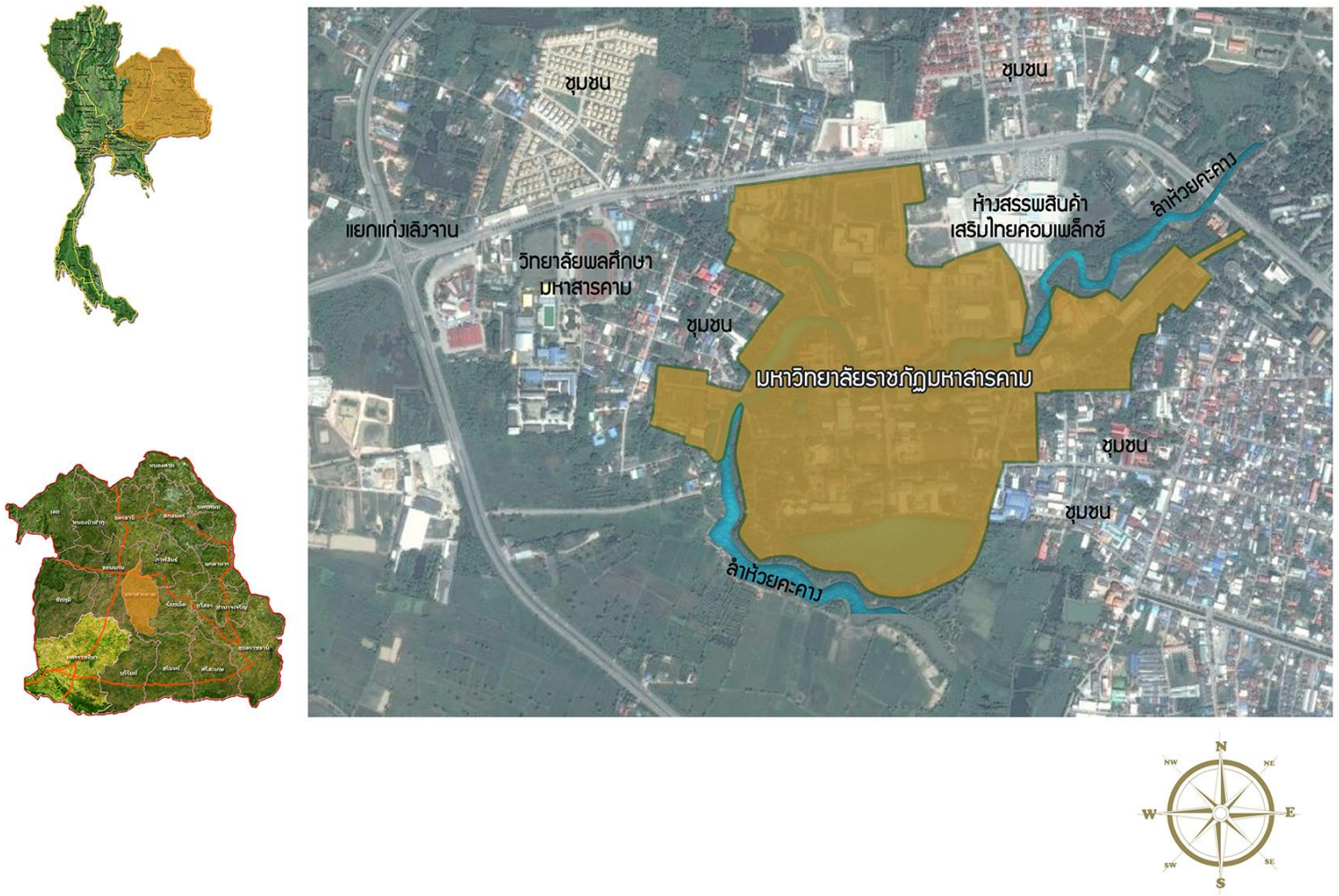
ทิศเหนือ ติดพื้นที่ชุมชนพักอาศัย มีทางเข้าหลัก 1 ทาง

ทิศใต้ ติดพื้นที่เกษตรกรรม ไม่มีทางเข้า

ทิศตะวันออก ติดพื้นที่ชุมชนแหล่งพาณิชย์ มีทางเข้าหลัก 1 ทาง ทางเข้ารอง 2 ทาง

ทิศตะวันตก ติดพื้นที่เกษตรกรรม และติดวิทยาลัยพลศึกษา มีทางเข้า 1 ทาง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในอดีตพัฒนาจากโรงเรียนประถมกสิกรรม สู่การเป็นโรงเรียนประถมวิสามัญศึกษาและโรงเรียนฝึกหัดครูประถมกสิกรรมชั้นต่ำ โรงเรียนประกาศนียบัตรจังหวัด โรงเรียนฝึกหัดครู วิทยาลัยครูมหาสารคาม สถาบันราชภัฏมหาสารคาม และมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในปัจจุบัน มีการจัดการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับนโยบายการสร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาของรัฐบาล เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และรองรับการเปลี่ยนแปลงไปตามบริบทความต้องการของสังคม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเปิดสอนในระดับอนุบาลจนถึงระดับปริญญาเอก มีหลักสูตรการศึกษาหลากหลายสาขาในระดับปริญญาตรี ประกาศนียบัตรบัณฑิต ปริญญาโท และปริญญาเอก ทั้งภาคปกติ ภาค กศ.บป. และภาคพิเศษ รวมหลักสูตรที่เปิดสอนจำนวน 26 หลักสูตร และ 120 สาขาวิชา ประกอบด้วยคณะทั้งหมด 10 คณะ และ 1 โรงเรียนได้แก่ คณะครุศาสตร์ จำนวน 34 สาขาวิชา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 15 สาขาวิชา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 18 สาขาวิชา คณะวิทยาการจัดการ จำนวน 12 สาขาวิชา คณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 12 สาขาวิชา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 6 สาขาวิชา บัณฑิตวิทยาลัย จำนวน 1 สาขาวิชา คณะนิติศาสตร์ จำนวน 1 สาขาวิชา คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ จำนวน 10 สาขาวิชา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 11 รายวิชา และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่มีระดับการศึกษาตั้งแต่ชั้นเตรียมอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังภาพที่ 2.2 โดยสภาพแวดล้อมทางกายภาพของพื้นที่ เป็นพื้นที่ราบมีความลาดชันไม่มาก มีอ่างเก็บน้ำกระจายอยู่ โดยมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่คือ อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด อยู่ด้านทิศใต้ของพื้นที่โครงการ ต้นไม้ใหญ่ได้แก่ ต้นประดู่และจามจุรี ขึ้นกระจายทั่วไป



ภาพที่ 2.1 ขนาดและที่ตั้งอาณาเขตของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาพที่ 2.2 สภาพทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามตั้งอยู่ใน เขตจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดมหาสารคาม เป็นพื้นที่ค่อนข้างเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด พื้นที่โดยทั่วไปมีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 130-230 เมตร ด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือเป็นที่สูงในเขตอำเภอโกสุมพิสัย อำเภอเชียงยืน อำเภอกันทรวิชัย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่จังหวัดและค่อยๆ ลาดเทมาทางทิศตะวันออกและทิศใต้ มีลำน้ำสำคัญหลายสายไหลผ่าน สภาพพื้นที่แบ่งออกได้ 3 ลักษณะ คือ

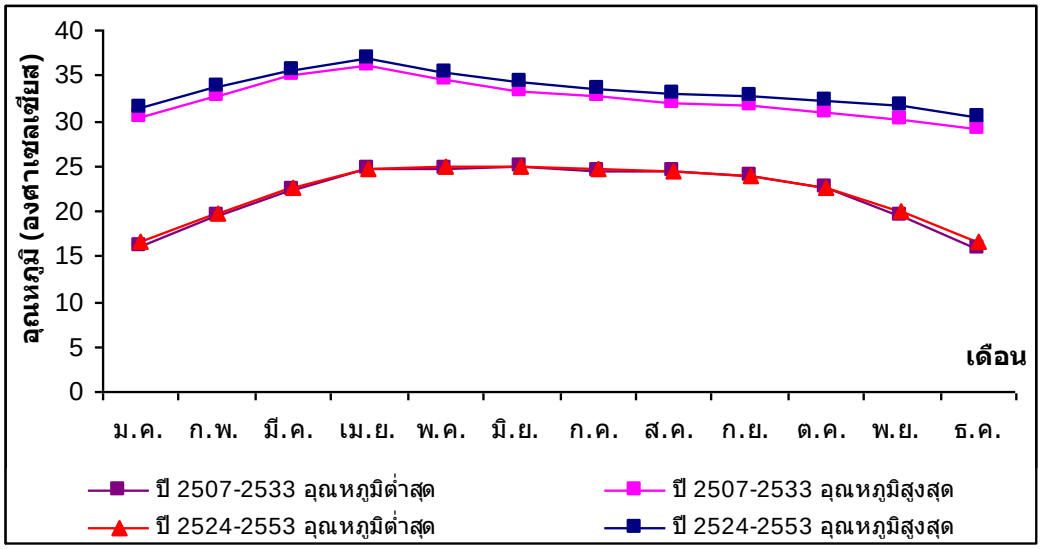
พื้นที่ราบเรียบถึงข้างเรียบ บางส่วนเป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ เช่น ที่ราบรุ่มริมแม่น้ำชี ในบริเวณอำเภอเมืองมหาสารคาม อำเภอโกสุมพิสัย และทางตอนใต้ของจังหวัดแถบชายทุ่งกุลาร้องไห้

พื้นที่ค่อนข้างเรียบสลับกับลูกคลื่นลอนลาด พบทางบริเวณตอนเหนือของอำเภอพยัคฆภูมิพิสัย เป็นแนวยาวไปทางตะวันออกถึงอำเภอเมืองมหาสารคาม

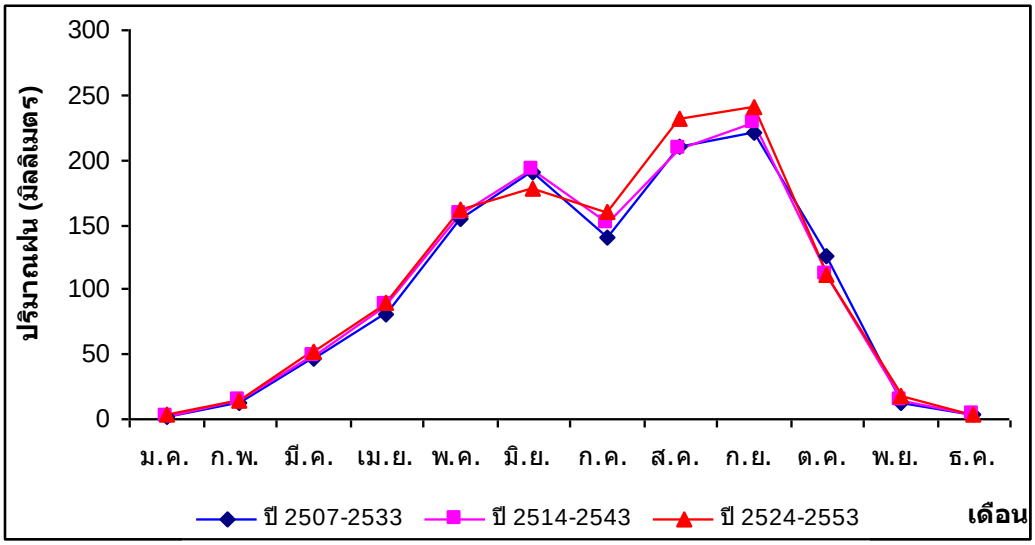
พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด พบทางบริเวณตอนเหนือและตะวันตกของจังหวัด บริเวณนี้มีเนื้อที่ประมาณครึ่งหนึ่งของเนื้อที่จังหวัด

1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามตั้งอยู่ใน เขตจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งจังหวัดมหาสารคามมีลักษณะอากาศแบบมรสุมเมืองร้อน (Tropical Monsoon Climate) ในช่วงฤดูร้อน มีอากาศอบอ้าว ในช่วงมรสุมฤดูร้อนจะได้รับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากมหาสมุดอินเดีย สภาพทั่วไปจะมีลักษณะฝนตกสลับกับอากาศแห้ง (Wet and Dry Climate) ปริมาณน้ำฝนที่จังหวัดมหาสารคามได้รับนั้น ส่วนมากจะเกิดจากผลกระทบของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนที่ผ่านประเทศเวียดนามและเข้าสู่ประเทศไทย แบ่งเป็น 3 ฤดูดังนี้ ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากการทบทวนรายงานเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศของจังหวัดมหาสารคาม ข้อมูลสถิติภูมิอากาศในคาบ 21 ปี (พ.ศ. 2513-2533) จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิสูงตลอดปีมีฝนตกชุกเป็นบางระยะ และมีฤดูแล้งที่เด่นชัดเดือนที่หนาวที่สุดในรอบปีจะมีอุณหภูมิสูงกว่า 18 องศาเซลเซียสและเดือนที่แล้งที่สุดจะมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 60.9 มิลลิเมตรโดยมีน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีน้อยกว่า 2,540 มิลลิเมตรส่วนข้อมูลจากสถานีทดลองพืชไร่ จังหวัดมหาสารคาม พบว่า สภาพอากาศโดยทั่วไปในรอบ 5 ปี (253 0-2535) มีปริมาณฝนตกเฉลี่ย 1,147.6 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 21.6 องศาเซลเซียส และสูงสุด 33.8 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ย้อนหลังในคาบ 10-30 ปี จากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังภาพที่ 2.3 และ 2.4 และข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 เกี่ยวกับความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมผัส การละเหย ความเร็วลมและปริมาตรน้ำฝนของจังหวัดมหาสารคาม ดังตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.3 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในคาบ 30 ปี จังหวัดมหาสารคาม



ภาพที่ 2.4 ปริมาณน้ำฝน จังหวัดมหาสารคาม

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมผัส การละเหย ความเร็วลมและปริมาตรน้ำฝนของจังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2559

เดือน	อุณหภูมิ (C°)			ความชื้นสัมผัสเฉลี่ย	การละเหย	ความเร็วลม	ปริมาตรน้ำฝน	
	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิสูงสุด	เฉลี่ย				จำนวน(วัน)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)
มกราคม	9.7	36.5	25.02	71.93	95.69	0.59	3	40.8
กุมภาพันธ์	9.5	37.7	23.96	62.52	128.9	0.78	-	0
มีนาคม	14.0	41.7	29.97	57.42	164.1	0.47	1	1.4
เมษายน	23.0	42.5	33.01	57.35	263.6	0.79	5	141
พฤษภาคม	22.8	41.0	31.18	70.72	184.7	0.65	12	170
มิถุนายน	23.0	38.5	29.88	75.34	138.3	0.69	13	234
กรกฎาคม	23.5	36.8	28.68	80.80	126.4	0.61	16	258
สิงหาคม	22.8	36.2	28.83	79.35	113.4	0.78	18	355.9
กันยายน	22.5	35.2	27.99	84.00	115.3	0.57	22	377
ตุลาคม	22.7	35.5	28.27	79.63	111.8	0.41	13	119
พฤศจิกายน	17.6	35.1	26.92	75.13	119.4	0.66	4	33.9
ธันวาคม	14.5	35.2	24.81	69.23	112.1	0.72	-	0
เฉลี่ย	18.8	37.6	28.21	71.9	139.47	0.64	107	1,729.8

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม, 2559

จากตารางที่ 2.1 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจะพิจารณาจากข้อมูลสถิติภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม มีสถานีตรวจวัดตั้งอยู่ที่ละติจูด 16 องศา 15 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 103 องศา 04 ลิปดาตะวันออก โดยใช้สถิติในปี พ.ศ. 2559 ดังนี้

อุณหภูมิ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีของจังหวัดมหาสารคามเท่ากับ 28.21 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงสุดทั้งปีเฉลี่ยเท่ากับ 37.6 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 18.8 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิสูงที่สุดตรวจวัดได้เท่ากับ 42.5 องศาเซลเซียส ซึ่งตรวจวัดได้ในเดือนเมษายน ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่ตรวจวัดได้เท่ากับ 9.5 องศาเซลเซียส ตรวจวัดได้ในเดือนกุมภาพันธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับร้อยละ 71.9มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับร้อยละ 84ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดทั้งปีเท่ากับร้อยละ 14 โดยมีความชื้นต่ำสุดที่วัดได้เท่ากับร้อยละ 9.5 ตรวจวัดได้ในเดือนกุมภาพันธ์

การ ระเหย ค่าการระเหยตลอดทั้งปีมีค่าเท่ากับ 139.47 มิลลิเมตร โดยมีค่าการระเหยสูงสุดเท่ากับ 263.6 มิลลิเมตร ในเดือนเมษายน และมีค่าการละเหยต่ำสุดเท่ากับ 95.69 มิลลิเมตร ในเดือนมกราคม

ความเร็วลม ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีอยู่ในช่วง 0.41-0.79 น็อต โดยลมที่พัดส่วนใหญ่เป็นลมที่พัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดมหาสารคามเฉลี่ยในรอบปี 1,729.8 มิลลิเมตร จำนวนของฝนตกเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 107 วัน โดยในเดือนกันยายนจะมีปริมาณน้ำฝนตกมากที่สุดเท่ากับ 377 มิลลิเมตร

1.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามตั้งอยู่ใน เขตจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดมหาสารคามเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำบริเวณตอนบนและตอนล่างของพื้นที่จังหวัด และพื้นที่เนินรอนลาดแบบลูกฟูกบริเวณตอนกลางของพื้นที่ รองรับด้วยหินแข็งอายุตั้งแต่ยุคครีเทเซียสจนถึงปัจจุบัน ได้แก่ หินแข็งจำพวกหินตะกอน หินตะกอนที่มีชั้นเกลือหินแทรกชั้นอยู่ และตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว ยุคควอเทอร์นารีถึงปัจจุบัน สภาพธรณีวิทยาของจังหวัดมหาสารคามรองรับด้วยหินตะกอน และตะกอนร่วม ที่มีอายุตั้งแต่ยุคครีเทเซียสถึงยุคควอเทอร์ (ประมาณ 140 ล้านปี ถึงปัจจุบัน) พบหินตะกอนครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด ประมาณร้อยละ 80 ของพื้นที่ นอกจากนั้นเป็นตะกอนรวม ลำดับหินที่พบในจังหวัดมหาสารคามเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มหินโคราช (The Khorat Group) เป็นกลุ่มหินตะกอนสีแดงที่เกิดจากการสะสมตัวบนพื้นภาคทวีป ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะพบแผ่กระจายกว้างขวางบริเวณที่ราบสูงโคราช กลุ่มหินโคราชส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง และหินทรายดาน ชั้นหินเทเอียงเล็กน้อย เฉลี่ยประมาณ 10 องศา พื้นที่จังหวัดมหาสารคามพบหมวดหินย่อยของกลุ่มหินโคราช 3 หมวด และตะกอนรวม 2 หน่วย เรียงลำดับหมวดหินที่อยู่ล่างสุดไปหาบนสุด (สำนักงานจังหวัดมหาสารคาม , 2557) ดังนี้

1.4.1 หมวดหินโคกกรวด (K_{kk})

หมวดหินโคกกรวดตั้งชื่อตามบ้านโคกกรวด ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยมีชั้นหินแบบฉบับอยู่ที่ถนนสายมิตรภาพหมวดหินโคกกรวดมีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอยู่เป็นจำนวนมาก รวมทั้งซากดึกดำบรรพ์หอยกาบคู่บริเวณอ่างเก็บน้ำพุ และมีการคนพบซากไดโนเสาร์ปากนกแก้ว ชนิด ซิตตาโกซอรัสสัตยารักษ์กี้ ที่อำเภอคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ หมวดหินโคกกรวดมีอายุช่วงต้นของยุคครีเทเซียส ความหนาและแผ่กระจายโดยทั่วไปหมวดหินโคกกรวดจะมีความหนาตั้งแต่ 430-700 เมตร พบการแผ่กระจายตัวของหมวดหินโคกกรวดบริเวณส่วนบนสุดของพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม บริเวณอำเภอชื่นชม มีระดับความสูงประมาณ 180-200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยวางตัวอยู่ในแนวตะวันออก-ตะวันตก เอียงเทไปทางทิศใต้

1.4.2 หมวดหินมหาสารคาม (K_{ms})

หมวดหินมหาสารคามตั้งชื่อตามจังหวัดมหาสารคาม มีชั้นหินแบบฉบับอยู่ที่หลุมเจาะน้ำบาดาล บริเวณบ้านเชียงเหียน อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม อายุของหมวดหินมหาสารคามได้จากลำดับชั้นหิน จากการศึกษาสนามแม่เหล็กโลกโบราณ พบว่ามีอายุครีเทเชียสตอนปลาย ความหนาและการแผ่กระจาย พบการแผ่กระจายตัวในพื้นที่ราบที่ระดับความสูงประมาณ 170 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณบ้านชียงยืน อำเภอบรบือ อำเภอแกดำ อำเภอวาปีปทุม อำเภอนาดูน และอำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

1.4.3 หมวดหินภูทอก (K_{pt})

หมวดหินภูทอกในความหมายเดิมเป็นหมวดหินที่ประกอบไปด้วยหินทรายเป็นส่วนใหญ่ ที่โผล่ให้เห็นในพื้นที่ราบสูงโคราชบริเวณขอบแอ่งด้านทิศเหนือ ของแอ่งอุดรธานี-สกลนคร โดยมีชั้นหินแบบฉบับภูทอกน้อย อำเภอศรีวิลัย จังหวัดหนองคาย ปัจจุบันพบหมวดหินภูทอกแผ่กระจายอย่างกว่างขวางบริเวณตอนกลางที่ราบสูงโคราช เช่นที่จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ นครราชสีมา ร้อยเอ็ด รวมทั้งจังหวัดมหาสารคามความหนาแน่นและการแผ่กระจาย หมวดหินภูทอกเป็นหมวดหินที่พบแผ่กระจายบริเวณตอนกลางของพื้นที่จังหวัด ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 40% ของพื้นที่ มักพบเป็นพื้นที่เนินสูง ที่ระดับความสูงประมาณ 170 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางขึ้นไป ในเขตพื้นที่อำเภอกุดรัง อำเภอบรบือ อำเภอนาเชือก เป็นต้น

1.4.4 ตะกอนร่วนยุคควอเทอร์นารี (Q)

ตะกอนร่วน หมายถึง กรวด ทราย ดิน และดินเหนียว ที่ยังไม่แข็งตัวกลายเป็นหิน อายุประมาณ 1.8 ล้านปี จนถึงปัจจุบัน (ยุคควอเทอร์นารี) พบกระจายตัวเป็นบริเวณกว้างทางตอนเหนือของจังหวัดตามแนวลำน้ำชีและแม่น้ำสาขา สามารถจำแนกตะกอนร่วมในพื้นที่โดยอาศัยชนิดของตะกอนและสภาวะแวดล้อมของการตกตะกอนเป็น 2 หน่วยตะกอนย่อย คือ

1) หน่วยตะกอนตะพักลำน้ำ (Qt)

ตะกอนตะพักลำน้ำปรากฏเป็นพื้นที่เนินกระจายตัวในพื้นที่บริเวณอำเภอเชียงยืน ประกอบด้วย กรวด ศิลาแลง ไม้กลายเป็นหิน อุลกมณี (Tektite) ปิดทับด้วยชั้นตะกอนกึ่งแข็งของตะกอนทรายปนทรายแป้ง สีแดง และสีเหลือง ดินที่พบบริเวณนี้มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์พอสมควรปลูกพืชไร่ พื้นที่บริเวณนี้ไม่อยู่ในเขตน้ำท่วมขังเหมาะสำหรับเป็นที่อยู่อาศัย

2) หน่วยตะกอนน้ำพา (Qa)

ตะกอนน้ำพาพบแผ่กระจายบริเวณที่ราบลุ่มของแม่น้ำชีเป็นส่วนใหญ่ และในเขตอำเภอโกสุมพิสัย อำเภอเมืองมหาสารคาม และในบางส่วนเป็นตะกอนราบลุ่มแม่น้ำมูลในพื้นที่อำเภอพยัคภูมิพิสัย ประกอบด้วยตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว เกิดจากน้ำพัดพา กรวด หิน ดิน ทราย ไปสะสมตัวเป็นลักษณะภูมิประเทศที่ราบริมแม่น้ำ พื้นที่ราบมักเป็นแหล่งสะสมตัวของชั้นทรายแม่น้ำ โดยทั่วไปสภาพดินเป็นดินร่วนที่มีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืชอุดมสมบูรณ์เหมาะต่อการเพาะปลูก แต่เนื่องจาก

เป็นที่ราบจึงมักประสบกับน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝนเป็นประจำ และในบางพื้นที่อาจมีสภาพเป็นดินเค็ม เนื่องจากเป็นดินเค็ม เนื่องจากถูกรองรับด้วยหมวดหินมหาสารคาม ซึ่งมีเกลือหินแทรกอยู่

1.5 ธรณีวิทยาของพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามประกอบด้วยชั้นดินตะกอนที่สะสมตัวในยุคควอเทอร์นารี วางตัวปิดทับอยู่ด้านบน และถูกรองรับด้วยชั้นหินผุในหมวดหินมหาสารคามที่มีอายุในช่วงยุคครีเทเชียสตอนปลาย (Upper Cretaceous) ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของชั้นดินตามสภาพแวดล้อมตกตะกอนได้ดังนี้

1) ตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวโดยทางน้ำ (Alluvuim Deposits) พบดินตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวโดยทางน้ำที่บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งอยู่ห่างจากอำเภอเมือง ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 3 กิโลเมตร สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ มีลำห้วยคะคางไหลผ่านตอนกลางของพื้นที่ ลักษณะของชั้นดินที่มีสีน้ำตาลเหลืองจนถึงน้ำตาลเข้ม มีทั้งดินทราย ดินทรายแป้ง และดินเหนียว สภาพดินแน่น ความหนาของชั้นนี้ที่พบประมาณ 7-11 เมตร

2) ตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวจากการพัดพาโดยลมหรือดินลมหอบ (Loess) พบตะกอนดินที่เกิดการสะสมตัวโดยลมหรือดินลมหอบ ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ศูนย์หนองโน ตั้งอยู่บริเวณหมู่บ้านหนองโนใต้ ห่างจากอำเภอเมืองไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 10 กิโลเมตร สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นเนินลาดเอียงลงไปทางทิศเหนือ ลักษณะชั้นดินประกอบด้วยดินทรายขนาดเม็ดละเอียด ดินน้ำตาลอ่อนถึงเหลืองอ่อนปนทรายแป้ง และมีดินเหนียวปนบ้างแต่มีปริมาณน้อย เกาะกันอยู่หลวมหลวม ไม่อัดแน่นความหนาของชั้นดินลมหอบที่พบประมาณ 6 - 9 เมตร

3) ดินศิลาแลงหรือดินลูกรัง (Laterir) ชั้นดินลูกรังที่พบเป็นแบบศิลาแลงปนกรวด (Gravelly Laterite) เป็นชั้นที่วางตัวอยู่ด้านล่างชั้นดินลมหอบและพบบริเวณส่วนบนของชั้นกรวดพายุอ่อน จากข้อมูลการเจาะสำรวจพบดินลูกรังบนกรวดที่บริเวณ หลุมเจาะสำรวจที่ 8 ศูนย์หมู่บ้านหนองโน ประกอบด้วยดินตะกอนที่มีขนาดเท่าเม็ดกรวดบนทรายและดินเหนียว มีสีสนิมเหล็ก ความหนาที่พบประมาณ 1.5 เมตร

4) ชั้นหินผุในหมวดหินมหาสารคาม (Weathered Mahasarakham) ชั้นหินถูกในหมวดหินมหาสารคาม มีอายุอยู่ใน ยุคครีเตเชียสตอนปลาย (Upper Cretaceous) ประกอบด้วยหินทรายแป้ง (Non Resistant Siltstone) สีน้ำตาลแดงถึงแดงเข้มบริเวณหมู่บ้านโนนศรีสวัสดิ์ และหินทราย (Non Resistant Siltstone) สีน้ำตาลแดงบริเวณบ้านหนองโน โดยพบตั้งแต่ที่ระดับความลึก 8 -10 เมตรลงไปจนกระทั่ง ที่ระดับความลึกสูงสุดของหลุมเจาะสำรวจ (ประมาณ 20 เมตร) สภาพแวดล้อมของการตกตะกอนเกิดจากการสะสมตัวและการตกตะกอนจากน้ำเค็มที่มาจากน้ำทะเลในแอ่ง หนองและบึง สภาพภูมิอากาศในสมัยโบราณที่เป็นแบบแห้งแล้ง โดยทั่วไปบริเวณที่หมวดหินมหาสารคาม แพร่กระจายโผล่ให้เห็นมากที่สุดได้แก่ จังหวัดสกลนคร อุดรธานี ขอนแก่นหนองคาย กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด ยโส อำนาจเจริญ

อุบลราชธานี มหาสารคาม และนครราชสีมาเป็นต้น บริเวณชั้นเกลือ (โดมเกลือ) ของหมวดหินนี้โผล่ให้เห็นชัดเจนได้แก่ อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี อำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม และอำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น

1.6 การศึกษาทางธรณีเทคนิคของพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

การจำแนกชนิดของดินเพื่อการวิเคราะห์หาทางวิศวกรรม นั้น จำแนกโดยอาศัยระบบการจำแนก Unified Soil Classification System ดังตารางที่ 2.2-2.9 สำหรับความสัมพันธ์ระดับความลึกและคุณสมบัติทางกายภาพขอดินในแต่ละหลุมเจาะสำรวจ เช่น ปริมาณความชื้น หน่วยน้ำหนักดิน Atterberg Limit การคละขนาดเม็ดดิน และค่า SPT ดังภาพที่ 2.2-2.9 ระดับที่ลึกที่สุดในการเจาะสำรวจประมาณ 21.03 เมตร (จากข้อมูลผลสำรวจที่แล้วเสร็จ หลุมที่ 1 ถึง 3) ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักของดินและปริมาณความชื้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงเปอร์เซ็นต์ความขุ่นน้ำของดิน (Degree of Saturation) ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบคุณภาพของตัวอย่างก่อนนำมาทดสอบได้ ส่วนลักษณะและคุณสมบัติ ของดินจะแสดงให้เห็นถึงการแบ่งชั้นดินโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่าทดสอบ ได้ในสนามและการจำแนกชนิดดินดั ง ภาพ 2..10 มีรายละเอียดดังนี้

1) ชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff of Very Stiff Clay) เป็นชั้นดินที่อยู่บนสุดประกอบด้วยดินเหนียวดินเหนียวปนทรายแป้ง ส่วนใหญ่มีสีน้ำตาลอ่อนและสีเหลืองน้ำตาล ค่า STP มีค่าตั้งแต่ 7-9 ครั้ง/ฟุต ยกเว้นใน หลุมจอดที่ 3 และที่ 4 พบว่าที่ผิวดิน (Top Soil) ความหนาประมาณ 0.5 -1 เมตร มีค่า STP ประมาณ 2-4 ครั้ง/ฟุต ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำความหนาของชั้นนี้ประมาณ 4 -7 เมตรปริมาณความชื้นมีค่าประมาณ 15.2-30 2.8 เปอร์เซ็นต์

2) ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Hand Clay) เป็นชั้นที่มีความแข็งมากวางตัวอยู่ด้านล่างชั้นดินเหนียว ประกอบด้วยตะกอนขนาดแป้ง มีสีน้ำตาลแดงพบตั้งแต่ที่ระดับความลึก 6-10 เมตรลงไปจนถึงระดับความลึกสูงสุดของหลุมเจาะคือประมาณ 20 เมตรมีค่า SPT มากกว่า 50 ครั้ง /ฟุตและปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำประมาณ 11.30-16.7 เปอร์เซ็นต์

3) ชั้นหินทรายแป้ง (Non Resistant Siltstone) เป็นชั้นที่มีความแข็งมากวางตัวอยู่ด้านล่างชั้นดินเหนียว ประกอบด้วย ตะกอนขนาดทรายแป้ง มีสีน้ำตาลแดง พบตั้งแต่ที่ระดับความลึก 6-10 เมตร ลงไปจนถึงที่ระดับความลึกสูงสุดของหลุมเจาะ คือ ประมาณ 20 เมตร มีค่า SPT มากกว่า 50 ครั้ง/ฟุต และปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำประมาณ 11.30-16.7 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 1 (BH-1)

B0rehole No.	Sample No	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					SPT N value	Colour	USCS	Soil Description
		From	To						Gravel	Sand			Silt+Clay				
										Coarse	Medium	Fine					
BH-1	SS-1	0.50	0.95	28.6	1.91	61.9	36.0		0	0	0	1	98	12	Dark Yellowish Brown	CH	Silty CLAY
BH-1	SS-2	1.00	1.45	21.1	2.02	40.1	22.7	2.59	0	0	0	3	97	28	Dark Yellowish Brown	CL	Silty CLAY
BH-1	SS-3	1.50	1.95	12.5		28.8	13.8		0	0	0	9	91	32	Pale Brown	CL	Silty CLAY
BH-1	SS-4	3.00	3.45	26.1	1.95	46.1	26.1		0	0	2	6	92	18	Dark Yellowish Brown	CL	Silty CLAY
BH-1	SS-5	4.50	4.95	32.8		58.5	36.1		0	0	2	6	91	14	Dark Yellowish Brown	CH	Silty CLAY
BH-1	SS-6	6.00	6.45	25.9	1.99	63.0	42.2	2..67	0	1	2	4	93	14	Grayish Brown	CH	Silty CLAY
BH-1	SS-7	7.50	7.59	20.5	2.02	NP	NP		0	0	0	71	29	31	Pale Yellowish Brown	SM	Silty CLAY
BH-1	SS-8	9.00	9.45	23.5	1.97	46.1	25.6		0	0	0	11	89	17	Moderate Olive Brown	CL	Silty CLAY
BH-1	SS-9	10.50	10.95	22.0	1.96	NP	NP		0	0	0	59	41	45	Moderate Olive Brown	SM	Silty CLAY
BH-1	SS-10	12.00	12.18	13.1				2.65	0	6	23	17	53	50/3 cm	Grayish Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-1	SS-11	13.50	13.53	16.4					0	1	1	9	89	50/8 cm	Grayish Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-1	SS-12	15.00	15.05	11.3					0	2	19	13	66	50/5 cm	Grayish Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-1	SS-13	16.00	16.58	13.6					0	0	27	11	62	50/8 cm	Dark Reddish Brown	-	Non-Resistant Siltstone
BH-1	SS-14	18.00	18.05	11.9				2.69	0	0	6	5	89	50/5 cm	Dark Reddish Brown	-	Non-Resistant Siltstone
BH-1	SS-15	19.50	19.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone
BH-1	SS-16	21.00	21.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone

Note : *denotes insufficient soil for testing.

NP denotes Non Plastic

ตารางที่ 2.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 2 (BH-2)

B0rehole No.	Sample No	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					SPT N value	Colour	USCS	Soil Description
		From	To						Gravel	Sand			Silt+Clay				
										Coarse	Medium	Fine					
BH-2	SS-1	0.50	0.95	21.0	1.91	●	●	2.60	4	1	1	12	83	7	Pale Brown	-	Silty CLAY with sand
BH-2	SS-2	1.00	1.45	30.7	1.78	64.7	40.2		0	0	1	5	94	9	Pale Brown	CH	Silty CLAY
BH-2	SS-3	1.50	1.95	31.0	1.75	●	●		4	2	2	10	81	15	Pale Brown	-	Silty CLAY with sand
BH-2	SS-4	3.00	3.45	20.0	2.05	46.8	29.5		0	0	0	2	98	17	Pale Brown	CL	Silty CLAY
BH-2	SS-5	4.50	4.95	15.0	2.07	NP	NP	2.61	1	1	11	58	29	14	Pale Yellowish Brown	SM	Silty SAND
BH-2	SS-6	6.00	6.45	13.4		NP	NP		1	14	30	45	10	22	Pale Brown	SM-SP	Poorly graded SAND with CLAY
BH-2	SS-7	7.50	7.59	13.0		NP	NP		11	20	39	24	6	34	Pale Brown	SM-SP	Poorly graded SAND with CLAY
BH-2	SS-8	9.00	9.15	14.9					0	1	1	3	95	50/15 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-2	SS-9	10.50	10.60	16.7				2.66	0	0	0	1	98	50/10 cm	Dark Reddish Brown	-	Non-Resistant Siltstone
BH-2	SS-10	12.00	12.15	16.4					0	1	2	3	95	50/15 cm	Dark Reddish Brown	-	Non-Resistant Siltstone
BH-2	SS-11	13.50	13.63	15.4	2.14				0	0	1	1	98	50/13 cm	Dark Reddish Brown	-	Non-Resistant Siltstone
BH-2	SS-12	15.00	15.10	13.9					0	0	1	3	95	50/10 cm	Dark Reddish Brown	-	Non-Resistant Siltstone
BH-2	SS-13	16.00	16.63	14.4				2.64	1	1	7	3	88	50/13 cm	Dark Reddish Brown	-	Non-Resistant Siltstone
BH-2	SS-14	18.00	18.23	14.8					0	0	1	2	97	50/8 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-2	SS-15	19.50	19.58	11.6					0	1	8	5	86	50/8 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone

Note : *denotes insufficient soil for testing.

NP denotes Non Plastic

ตารางที่ 2.4 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 3 (BH-3)

B0rehole No.	Sample No	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					SPT N value	Colour	USCS	Soil Description
		From	To						Gravel	Sand			Silt+Clay				
										Coarse	Medium	Fine					
BH-3	SS-1	0.50	0.95	18.4		●	●		0	2	2	45	51	2	Brownish Gray	-	Sandy CLAY
BH-3	SS-2	1.00	1.45	15.2	2.15	42.0	27.0		5	11	4	26	54	7	Grayish Brown	CH	Sandy CLAY
BH-3	SS-3	1.50	1.95	15.2	2.13	51.3	35.6	2.61	2	1	1	20	75	12	Grayish Brown	-	Silty CLAY with sand
BH-3	SS-4	3.00	3.45	15.6	2.13	31.5	18.7		0	0	1	10	89	11	Pale Yellowish Brown	CL	Sandy CLAY
BH-3	SS-5	4.50	4.95	27.0		64.4	34.9		1	0	1	1	79	27	Dusky Red	SM	Sandy CLAY
BH-3	SS-6	6.00	6.45	13.4		62.4	35.7		0	0	0	1	98	45	Dusky Red	SM-SP	Sandy CLAY
BH-3	SS-7	7.50	7.59	23.7				2.66	0	0	0	1	99	86	Dusky Red	SM-SP	Non-Resistant Siltstone
BH-3	SS-8	9.00	9.08	17.3					0	0	2	3	95	50/8 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-3	SS-9	10.50	10.78	11.8					0	0	1	3	96	50/13 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-3	SS-10	12.00	12.15	16.7					0	1	2	6	91	50/15 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-3	SS-11	13.50	13.65	15.4				2.66	0	0	1	1	97	50/15 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-3	SS-12	15.00	15.28	14.0					0	0	1	2	97	50/13 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-3	SS-13	16.50	16.58	13.8					0	0	1	1	98	50/8 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-3	SS-14	18.00	18.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/5 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone
BH-3	SS-15	19.50	19.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone

Note : *denotes insufficient soil for testing.

NP denotes Non Plastic

ตารางที่ 2.5 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 4 (BH-4)

B0rehole No.	Sample No	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					SPT N value	Colour	USCS	Soil Description
		From	To						Gravel	Sand			Silt+Clay				
										Coarse	Medium	Fine					
BH-4	SS-1	0.50	0.95	28.8	1.97	●	●	2.60	0	1	3	23	73	4	Dark Reddish Brown	-	Silty CLAY
BH-4	SS-2	1.00	1.45	26.6	1.92	51.4	27.8		0	3	3	23	71	4	Dark Reddish Brown	CH	Silty CLAY with sand
BH-4	SS-3	1.50	1.95	23.4	2.06	38.6	22.3		0	1	3	34	62	2	Pale Brown	CL	Sandy CLAY
BH-4	SS-4	3.00	3.45	26.3	2.00	46.9	20.6	2.75	0	0	3	11	86	19	Pale Brown	CL	Silty CLAY (Mottled)
BH-4	SS-5	4.50	4.95	24.0		58.3	28.9		0	0	0	0	99	48	Dusky Red	CH	Silty CLAY (Mottled)
BH-4	SS-6	6.00	6.45	18.1					0	0	0	1	99	76	Grayish Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-7	7.50	7.95	17.3				2.73	0	0	3	6	92	78	Dark Reddish Brown	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-8	9.00	9.10	19.9					0	0	1	1	97	50/10 cm	Dusky Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-9	10.50	10.63	18.0					0	0	5	3	92	50/13 cm	Grayish Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-10	12.00	12.13	17.0				2.67	7	3	6	6	78	50/13 cm	Grayish Red	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-11	13.50	13.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/5 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-12	15.00	15.05	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/5 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-13	16.50	16.58	-	-	-	-		-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-14	18.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-15	19.50	19.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone
BH-4	SS-16	21.00	21.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Siltstone

Note : *denotes insufficient soil for testing.

NP denotes Non Plastic

ตารางที่ 2.6 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 5 (BH-5)

B0rehole No.	Sample No	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					SPT N value	Colour	USCS	Soil Description
		From	To						Gravel	Sand			Silt+Clay				
										Coarse	Medium	Fine					
BH-5	SS-1	0.50	0.95	7.7		NP	NP		0	0	0	70	30	2	Pale Yellowish Brown	SM	Silty SAND
BH-5	SS-2	1.00	1.45	11.8		NP	NP		0	0	0	64	35	2	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-5	SS-3	1.50	1.95	9.9		NP	NP	2.63	0	0	0	60	40	2	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-5	SS-4	3.00	3.45	9.9	2.15	NP	NP		0	0	0	61	38	7	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-5	SS-5	4.50	4.95	10.2	2.12	NP	NP		0	0	0	61	39	16	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-5	SS-6	6.00	6.45	10.5	2.27	NP	NP	2.57	0	0	1	52	48	41	Grayish Orange Pink	SM	Silty SAND
BH-5	SS-7	7.50	7.95	10.9		29.8	11.9		0	0	0	63	37	74	Grayish Brown	SM	Clayey SAND
BH-5	SS-8	9.00	9.13	15.6				2.58	0	0	0	70	30	50/13 cm	Grayish Red	SC	Non-Resistant Sandstone
BH-5	SS-9	10.50	10.58	21.4				2.60	0	0	1	68	31	50/8 cm	Grayish Red	-	Non-Resistant Sandstone
BH-5	SS-10	12.00	12.05	15.5					0	0	1	69	30	50/5 cm	Grayish Red	-	Non-Resistant Sandstone
BH-5	SS-11	13.50	13.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/5 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-5	SS-12	15.00	15.05	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/5 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-5	SS-13	16.50	16.50	-	-	-	-		-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-5	SS-14	18.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-5	SS-15	19.50	19.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone

Note : *denotes insufficient soil for testing.

NP denotes Non Plastic

ตารางที่ 2.7 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 6 (BH-6)

B0rehole No.	Sample No	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					SPT N value	Colour	USCS	Soil Description
		From	To						Gravel	Sand			Silt+Clay				
										Coarse	Medium	Fine					
BH-6	SS-1	0.50	0.95	8.5	1.94	NP	NP	2.64	0	0	1	73	26	2	Pale Red	SM	Silty SAND
BH-6	SS-2	1.00	1.45	14.6	2.17	NP	NP		0	0	1	65	34	3	Pale Yellowish Brown	SM	Silty SAND
BH-6	SS-3	1.50	1.95	14.2	2.20	NP	NP		0	0	1	58	41	6	Pale Yellowish Brown	SM	Silty SAND
BH-6	SS-4	3.00	3.45	10.5	2.20	NP	NP	2.62	0	0	0	59	40	7	Pale Red	SM	Silty SAND
BH-6	SS-5	4.50	4.95	13.8		20.4	7.8		0	0	0	54	45	9	Grayish Pink	SC	Clayey SAND
BH-6	SS-6	6.00	6.45	14.4		20.8	8.2		0	0	1	50	50	12	Pale Red	SC	Clayey SAND
BH-6	SS-7	7.50	7.95	15.7		40.5	24.9	2.66	0	0	0	47	53	29	Grayish Brown	CL	Sandy CLAY
BH-6	SS-8	9.00	9.25	16.8				2.46	0	0	0	64	36	50/10 cm	Grayish Red	-	Non-Resistant Sandstone
BH-6	SS-9	10.50	10.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/8 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-6	SS-10	12.00	12.05	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/5 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-6	SS-11	13.50	13.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/5 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-6	SS-12	15.00	15.03	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-6	SS-13	16.50	16.53	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-6	SS-14	18.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-6	SS-15	19.50	19.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-6	SS-16	21.00	21.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone

Note : *denotes insufficient soil for testing.

NP denotes Non Plastic

ตารางที่ 2.8 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 7 (BH-7)

B0rehole No.	Sample No	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					SPT N value	Colour	USCS	Soil Description
		From	To						Gravel	Sand			Silt+Clay				
										Coarse	Medium	Fine					
BH-7	SS-1	0.50	0.95	10.3					0	0	0	73	26	2	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-7	SS-2	1.00	1.45	9.8	1.99			2.62	0	0	0	69	31	2	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-7	SS-3	1.50	1.95	11.7	0				0	0	1	64	36	4	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-7	SS-4	3.00	3.45	10.5	0				0	0	1	56	43	9	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-7	SS-5	4.50	4.95	11.3				2.60	0	0	0	57	43	19	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-7	SS-6	6.00	6.45	6.3		18.3	5.3		0	0	0	61	39	74	Pale Yellowish Brown	SC-SM	Silty /Clayey SAND
BH-7	SS-7	7.50	7.63	16.8		25.4	5.8	2.56	0	0	2	65	33	50/13 cm	Very Light Gray	SC-SM	Silty /Clayey SAND
BH-7	SS-8	9.00	9.05	21.7				2.56	1	4	3	63	29	50/5 cm	Dark Yellowish Brown	-	Non-Resistant Sandstone
BH-7	SS-9	10.50	10.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/5 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-7	SS-10	12.00	12.03	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-7	SS-11	13.50	13.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-7	SS-12	15.00	15.03	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-7	SS-13	16.50	16.50	-	-	-	-		-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-7	SS-14	18.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-7	SS-15	19.50	19.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone

Note : *denotes insufficient soil for testing.

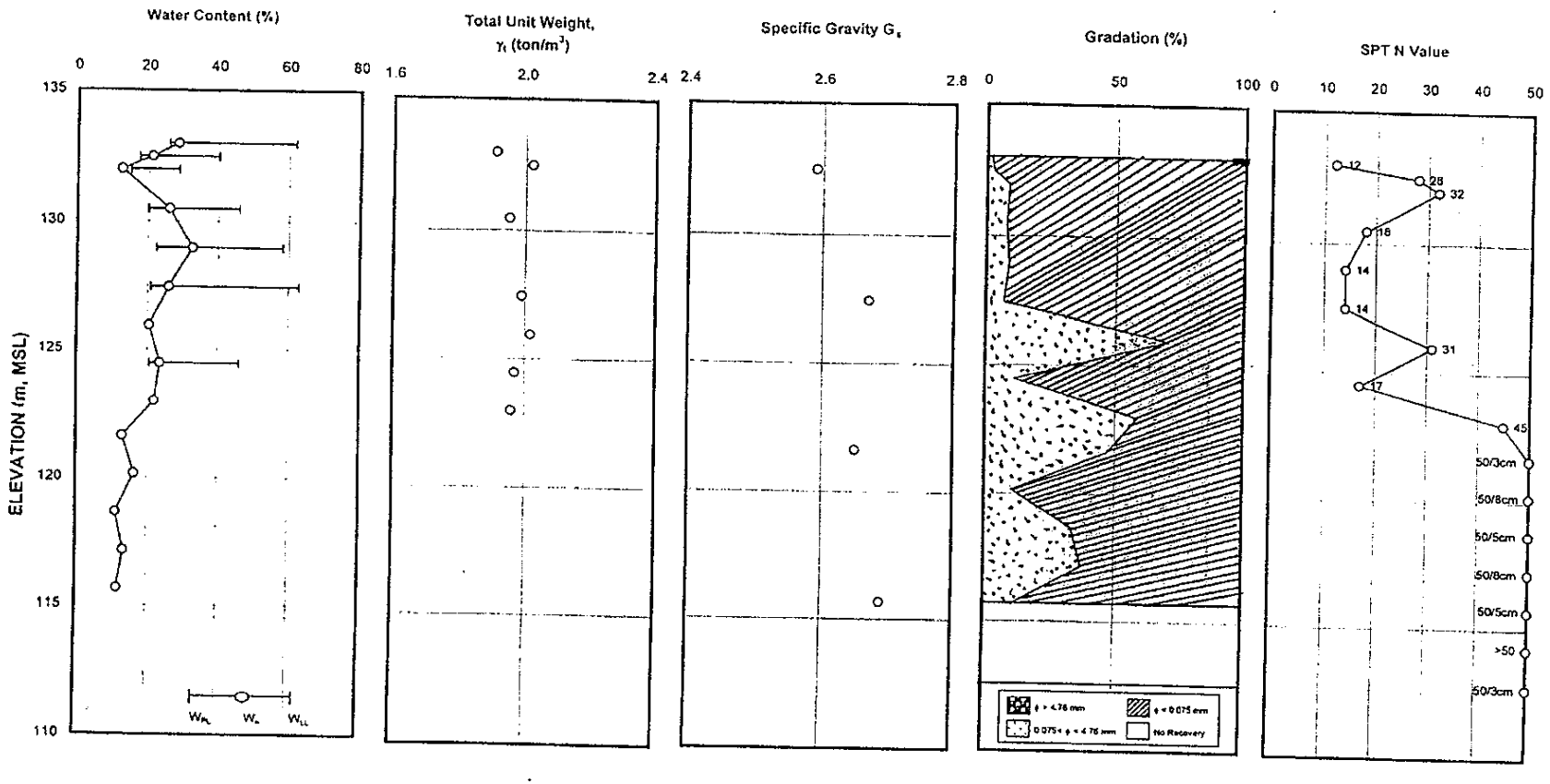
NP denotes Non Plastic

ตารางที่ 2.9 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 8 (BH-8)

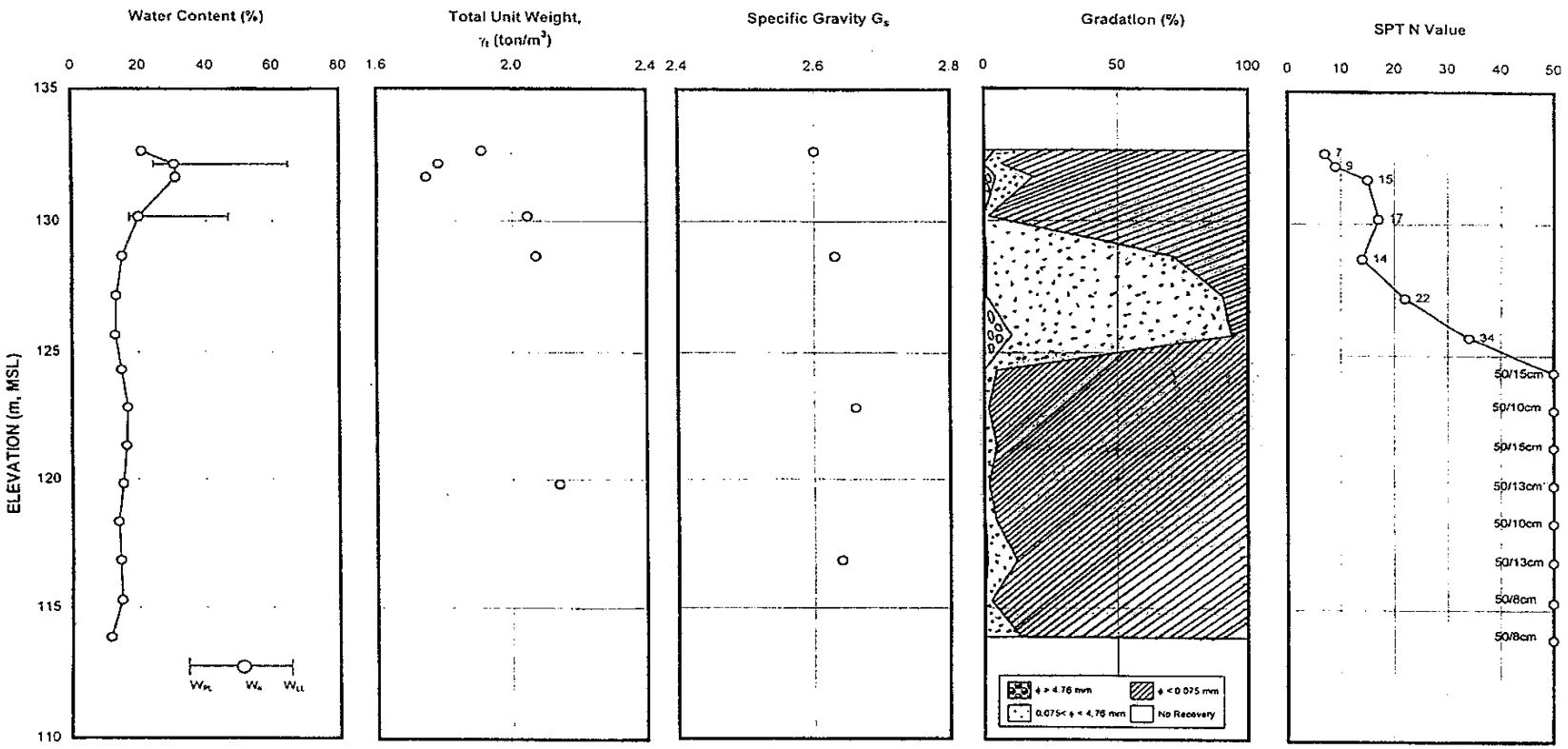
B0rehole No.	Sample No	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					SPT N value	Colour	USCS	Soil Description
		From	To						Gravel	Sand			Silt+Clay				
										Coarse	Medium	Fine					
BH-8	SS-1	0.50	0.95	10.1					0	0	1	64	63	2	Pale Brown	SM	Silty SAND
BH-8	SS-2	1.00	1.45	10.6				2.57	0	0	1	61	39	2	Pale Brown	SM	Silty SAND
BH-8	SS-3	1.50	1.95	9.9					0	0	1	61	39	3	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-8	SS-4	3.00	3.45	10.3					0	0	0	59	41	7	Grayish Brown	SM	Silty SAND
BH-8	SS-5	4.50	4.95	12.5			23.7	2.57	1	0	1	52	47	8	Grayish Brown	SC	Clayey SAND
BH-8	SS-6	6.00	6.13	8.4		18.3			32	16	5	25	23	50/3 cm	Dark Yellowish Brown	SM	Silty SAND
BH-8	SS-7	7.50	7.58	12.4		25.4			0	0	9	64	27	50/8 cm	Dark Yellowish Brown	SM	Silty SAND
BH-8	SS-8	9.00	9.05	15.9				2.59	0	0	7	63	30	50/5 cm	Dark Yellowish Brown	-	Non-Resistant Sandstone
BH-8	SS-9	10.50	10.55	15.4				-	1	1	7	62	29	50/5 cm	Dark Yellowish Brown	-	Non-Resistant Sandstone
BH-8	SS-10	12.00	12.05	17.8		-		2.6	0	0	5	64	31	50/5 cm	Dark Yellowish Brown	-	Non-Resistant Sandstone
BH-8	SS-11	13.50	13.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-8	SS-12	15.00	15.03	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-8	SS-13	16.50	16.53	-	-	-	-		-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-8	SS-14	18.00	18.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50/3 cm	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-8	SS-15	19.50	19.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone
BH-8	SS-16	21.00	21.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	No Recovery	-	Non-Resistant Sandstone

Note : *denotes insufficient soil for testing.

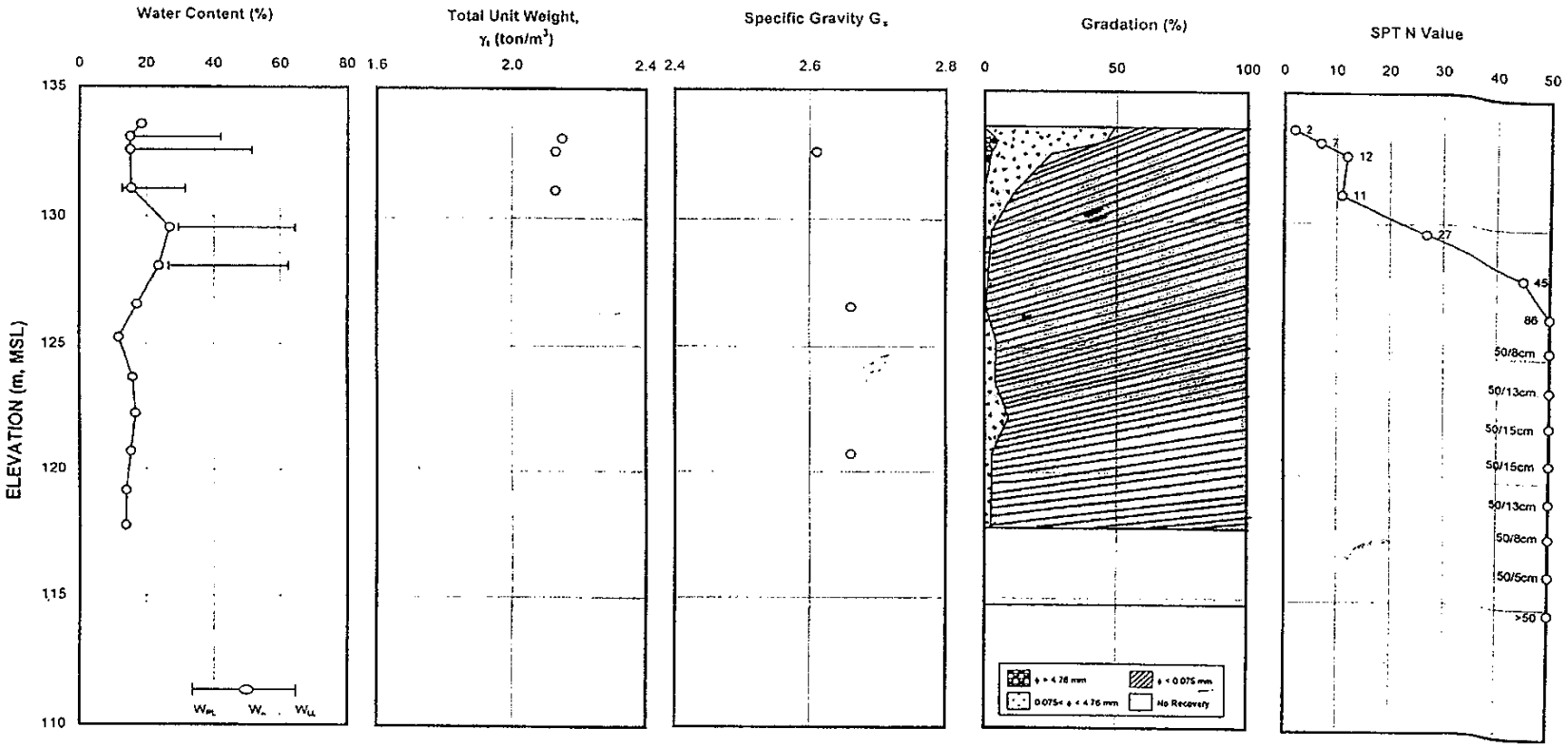
NP denotes Non Plastic



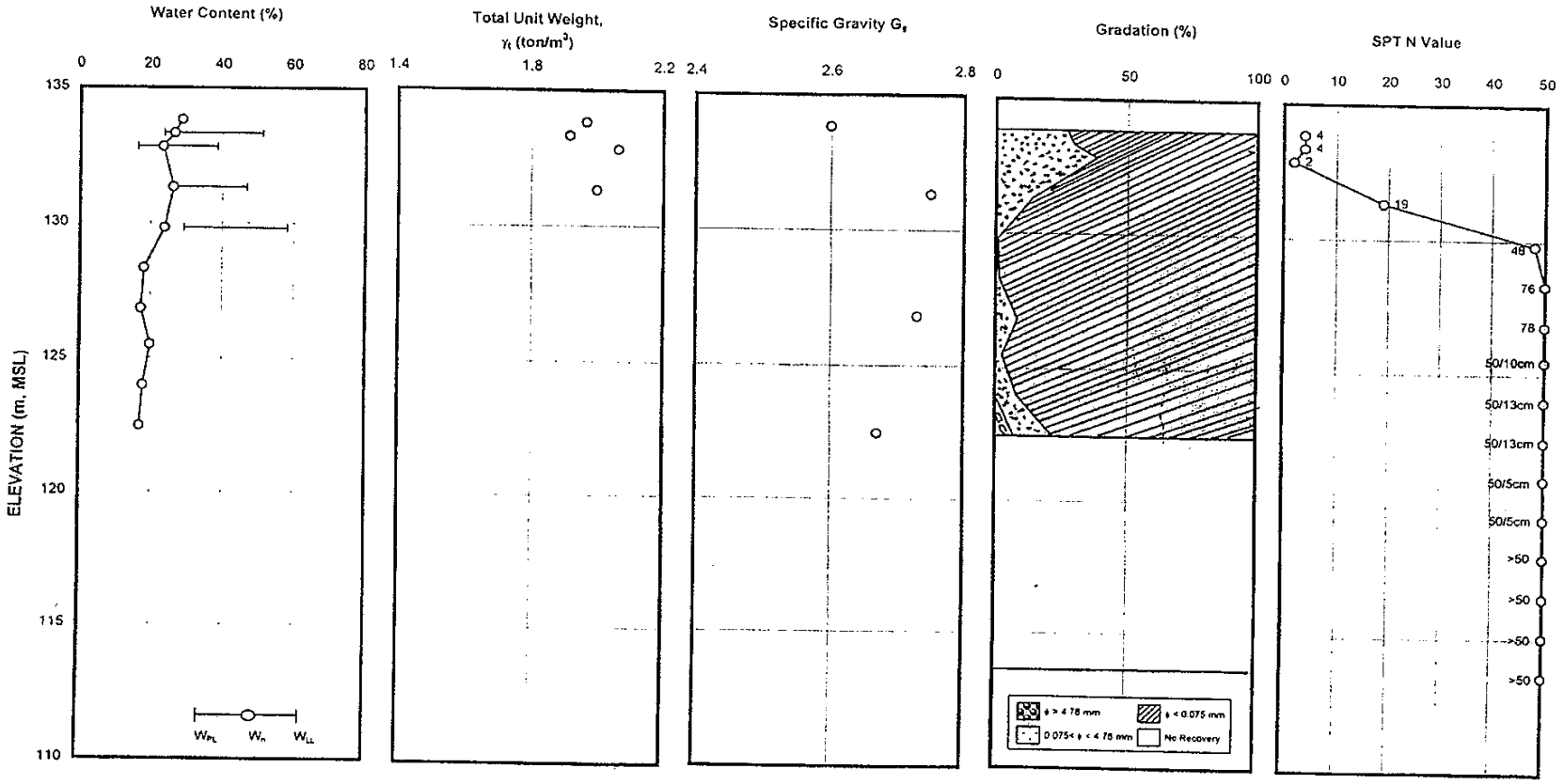
ภาพที่ 2.5 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 1 (BH-1)



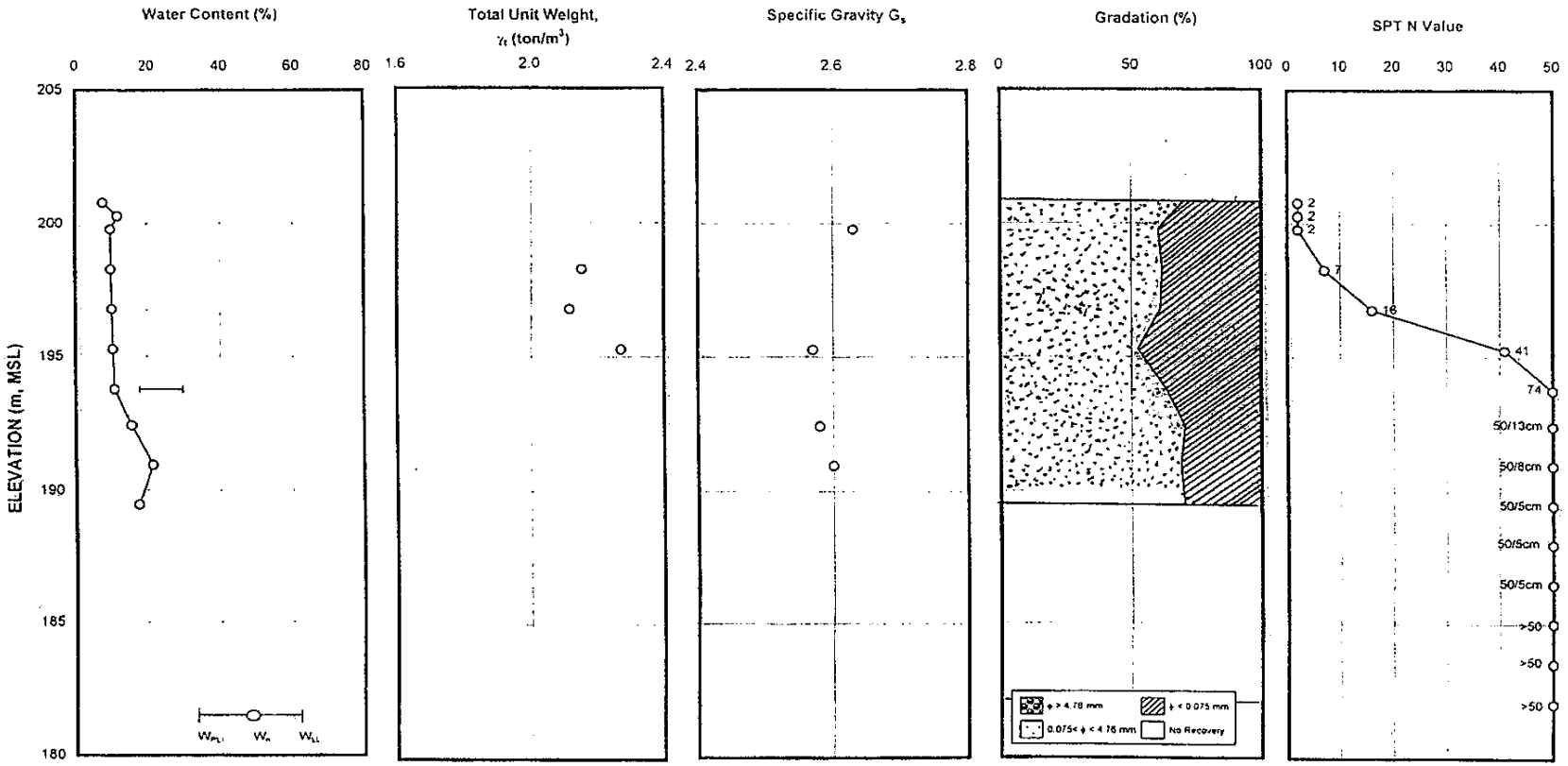
ภาพที่ 2.6 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 2 (BH-2)



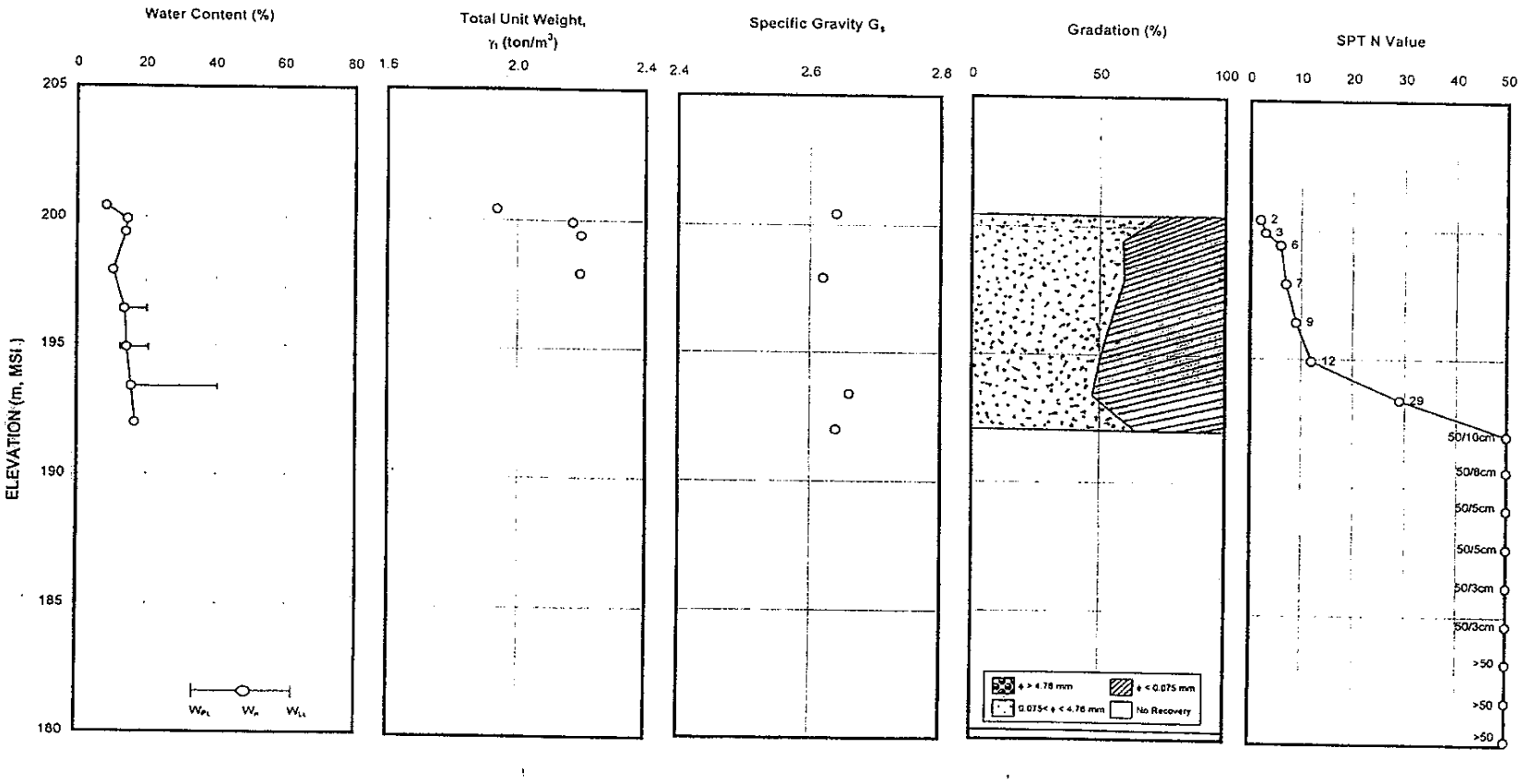
ภาพที่ 2.7 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 3 (BH-3)



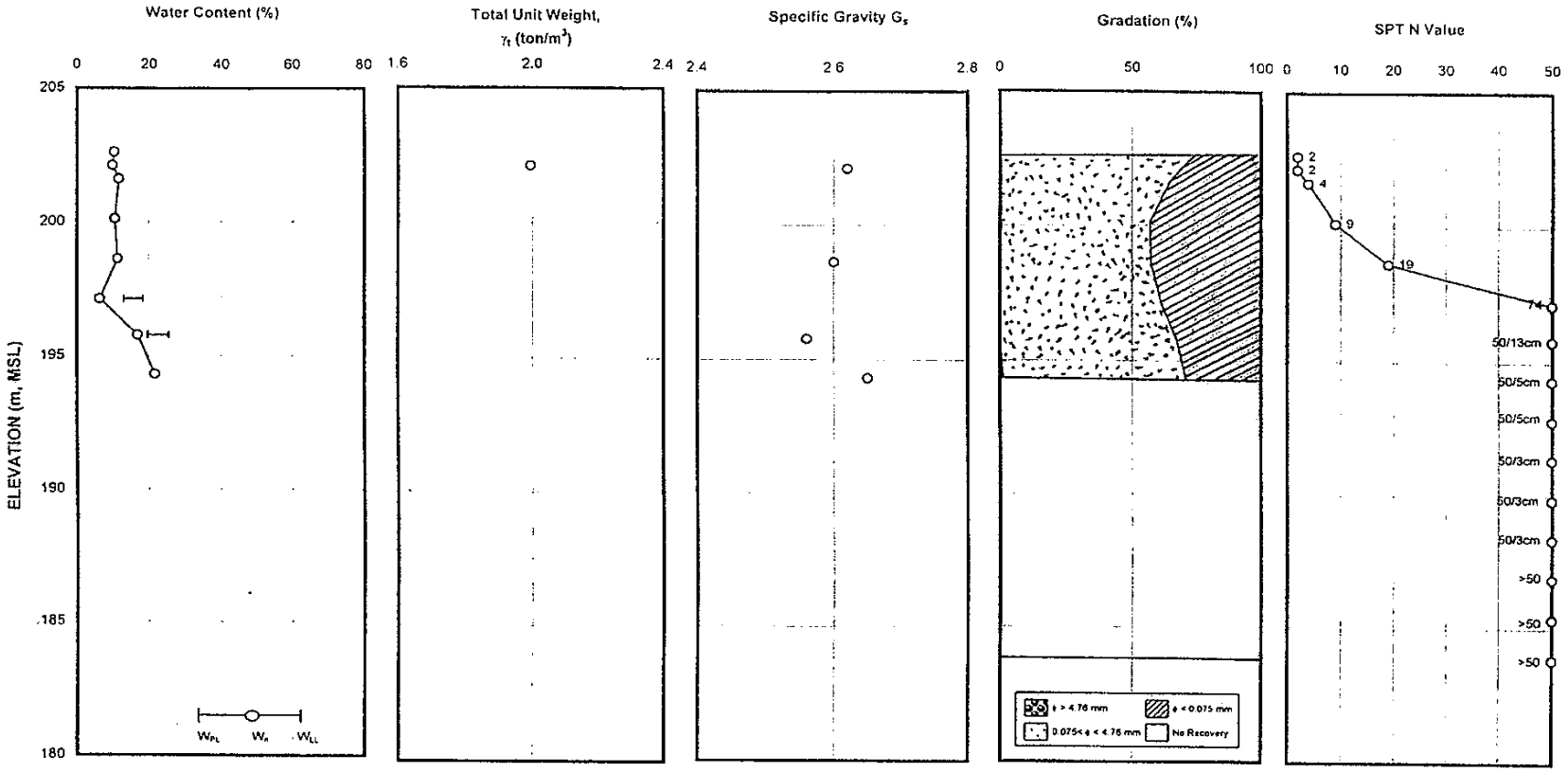
ภาพที่ 2.8 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 4 (BH-4)



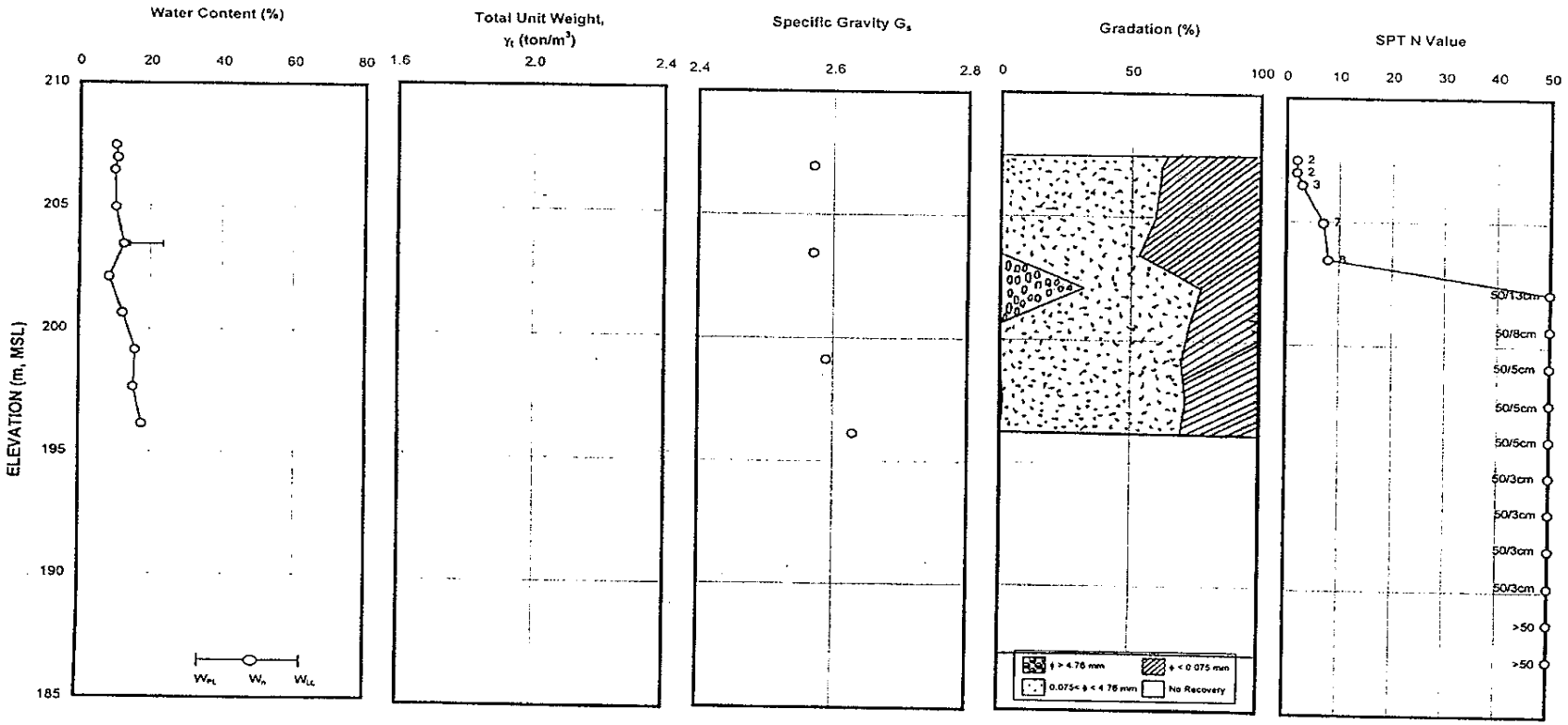
ภาพที่ 2.9 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 5 (BH-5)



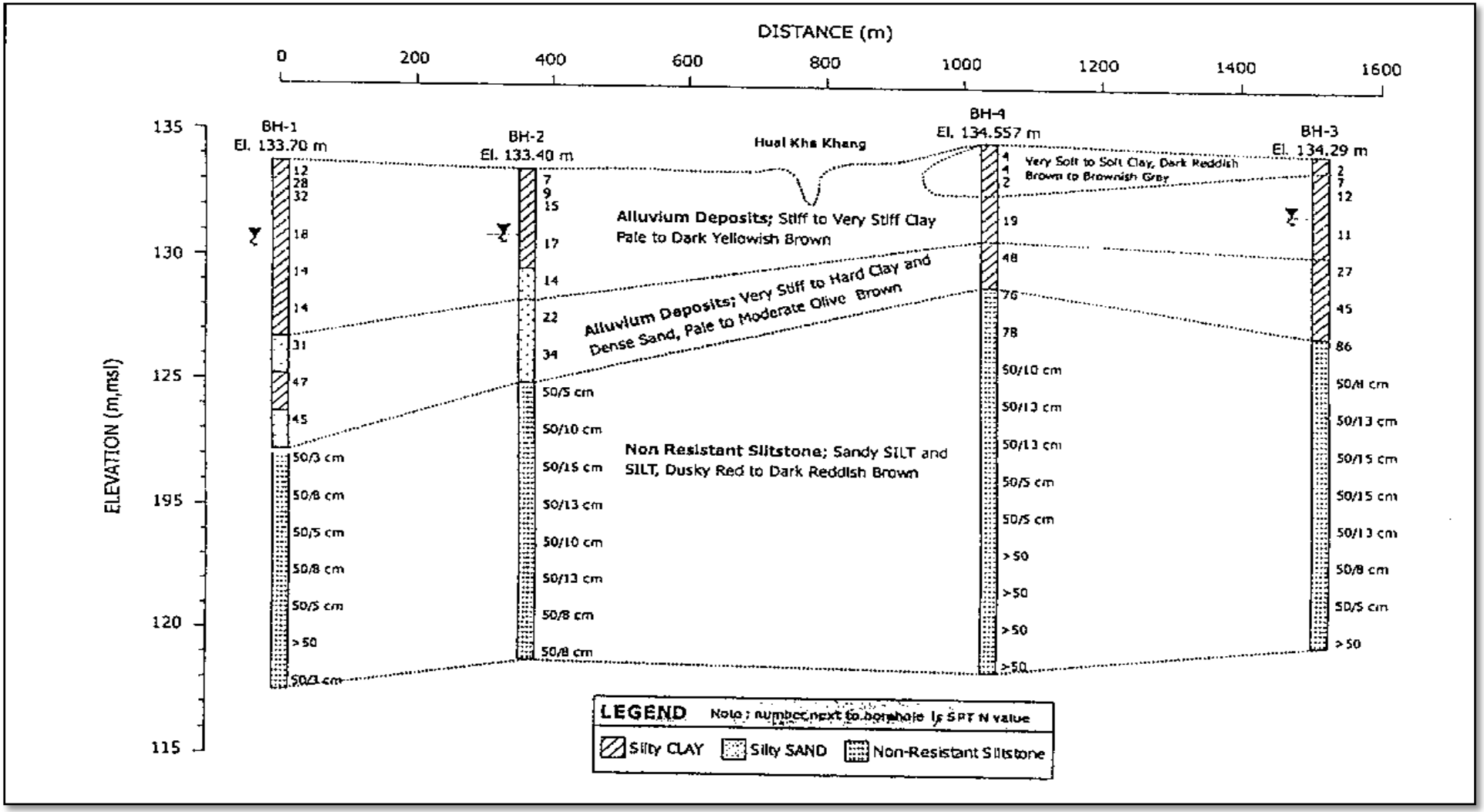
ภาพที่ 2.10 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 6 (BH-6)



ภาพที่ 2.11 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 7 (BH-7)



ภาพที่ 2.12 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบริเวณหลุมเจาะสำรวจที่ 8 (BH-8)



ภาพที่ 2.13 การเลียงลำดับชั้นหินตามคุณสมบัติทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.7 ลักษณะทางอุทกวิยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามตั้งอยู่ใน เขตจังหวัดมหาสารคาม ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของจังหวัดมหาสารคาม มีสถานที่ตั้งในจังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ สถานีอำเภอโกสุมพิสัย (รหัส 387401) โดยทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนมากที่สุด ฝนตกปริมาณฝนรายเดือนจากการวิเคราะห์ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2560 ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังตารางที่ 2.10 พบว่า ตั้งแต่ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่นๆ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสูงถึง 452.9 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2.10 ปริมาณน้ำฝนจังหวัดมหาสารคามช่วงปี 2542-2560

พ.ศ.	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2542	1.7	T	72.3	152.5	276.5	185.8	139.6	61.7	355.2	68.9	32.8	1.5
2543	1.1	25.9	12.3	209	385.6	285.7	244.2	181.1	188	47.8	T	0
2544	0	0	52.4	65.8	92.4	264.4	114.2	276.5	198.6	188.9	16.7	T
2545	0.1	7	72.9	34.8	186.4	114.7	80.2	375.2	374.1	154.8	8.9	6.8
2546	0	20.3	42.5	61.1	115.8	155.7	108.8	284.1	303.7	14.3	0	0
2547	24.5	58.7	2	124.6	198.6	169.2	274.3	209.3	75.2	12.6	4.1	4.1
2548	T	T	12.8	81	273.3	148.6	161.5	260.3	279.9	39.8	36.5	0.4
2549	0	31.7	99.2	142	94.5	201.1	156.7	151.4	226.1	194.8	7.2	0
2550	0	8.1	46.5	17.2	323.1	82.6	177.6	275.9	440	179.8	4	0
2551	6.4	8.4	99.1	276.8	180.1	95.5	208.6	237.8	425	131	143.1	0.2
2552	0	1.6	60.8	50	154	128.1	347.9	252.6	266.4	65.8	1.5	3.6
2553	28.5	2.2	0.7	16.2	83.3	162.8	124.1	269.1	215	91	0	2.2
2554	0	63.1	10.2	37.4	190.5	64.9	375.9	167.5	385.3	70.6	0.4	0
2555	73.9	0.1	2.1	172.2	414.9	59.9	103.5	362.3	157.5	78.8	9.1	0
2556	4.1	0	25.1	26.3	203.4	68	191	217.9	330.5	51.1	4.6	17.7
2557	-	-	62.5	137	118.3	133	224.2	357.5	436.2	24.3	0.7	-
2558	-	30.7	15.3	22.4	24.7	174.4	205.1	125	149.4	83.7	1.3	-
2559	40.8	-	1.4	141.1	169.6	233.8	257.6	355.9	376.7	118.1	33.9	-
2560	6.4	0.1	129.8	43.8	324.9	134	452.9	256.3	5.6	-	-	-

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยามหาสารคาม อุทกโกสุมพิสัย อำเภอโกสุมพิสัย จังหมัดมหาสารคาม, 2561

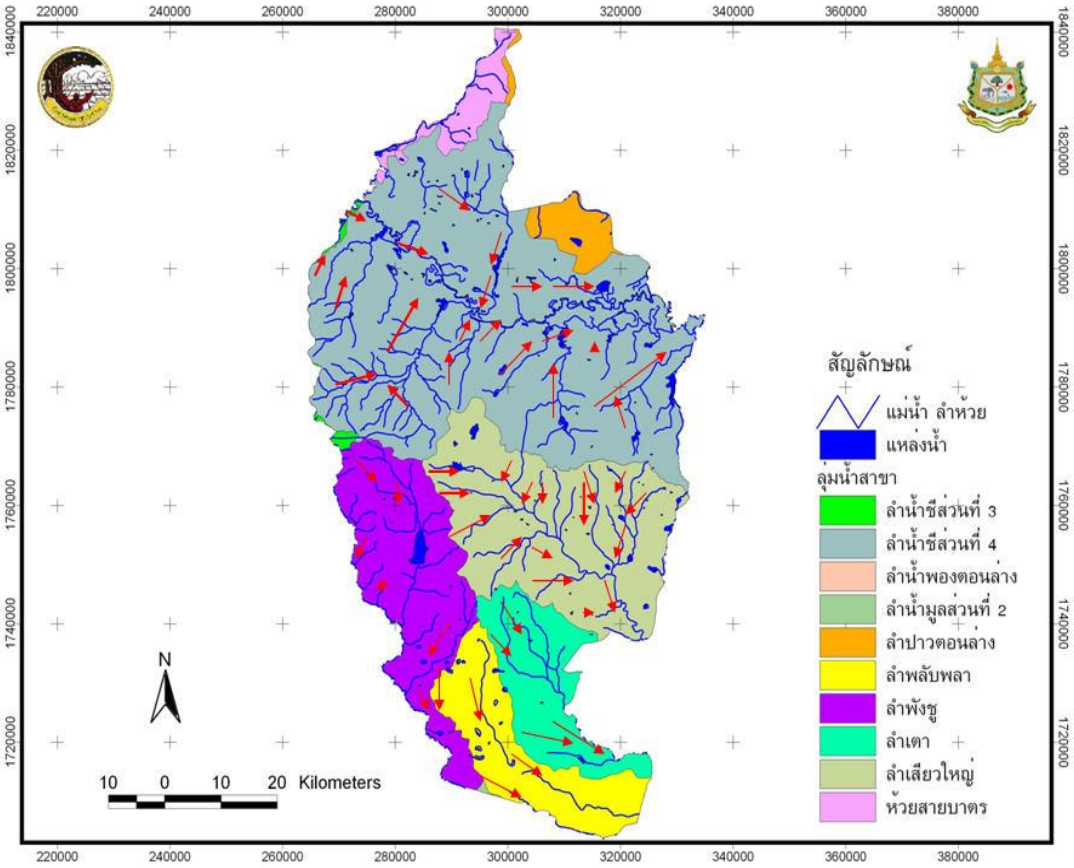
1.8 แหล่งน้ำและสภาพน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามตั้งอยู่ใน เขตจังหวัดมหาสารคาม ทรัพยากรน้ำที่สำคัญในจังหวัดมหาสารคาม คือ แหล่งน้ำตามธรรมชาติ น้ำชลประทานน้ำจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า โดยแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ ลำน้ำชีไหลผ่านอำเภอโกสุมพิสัยอำเภอกันทรวิชัย และอำเภอเมือง รวมความยาวประมาณ 150 กิโลเมตร โดยมีฝายวังยาง แม่น้ำสายรอง ได้แก่ ลำน้ำเสียว ห้วยคะคาง และ ลำพังชู ไหลผ่านจังหวัดมหาสารคามในเขตอำเภอบรบือ อำเภอนาเชือกและอำเภอพยัคฆภูมิพิสัย ยาวประมาณ 170 กิโลเมตรกั้นเขตแดนระหว่างจังหวัดมหาสารคามกับจังหวัดขอนแก่น มีอ่างเก็บน้ำ จำนวน 17 แห่ง มีแหล่งน้ำชลประทานประกอบด้วยแหล่งน้ำตามโครงการขนาดใหญ่ขนาดกลางและขนาดเล็ก โครงการชลประทานขนาดใหญ่ ได้แก่โครงการน้ำพองในเขตอำเภอโกสุมพิสัย มีพื้นที่ชลประทาน 120,253 ไร่และแหล่งน้ำจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติได้จัดตั้งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในเขตจังหวัดมหาสารคามจำนวน 52 สถานีเพื่อประโยชน์ในด้านเกษตรกรรมและขจัดความแห่งแล้งของพื้นที่ที่อยู่นอกเขตชลประทานโดยสรุปแล้วจังหวัดมหาสารคามมีแหล่งน้ำประเภทต่างๆ จำนวน 23,728 แห่งนอกจากนี้ยังมีลุ่มน้ำสาขา 30 ลุ่มน้ำ ดังตารางที่ 2.11 และภาพที่ 2.14 แสดงข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ของจังหวัดมหาสารคาม

ตารางที่ 2.11 พื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับจังหวัดมหาสารคาม

ลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่ลุ่มน้ำในจังหวัดมหาสารคาม ประมาณ (ไร่)	พื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด (ไร่)
1. ลำน้ำชีส่วนที่ 3	13,516	2,047,625
2. ลำน้ำพองตอนล่าง	600	1,447,641
3. ห้วยสายบาตร	87,736	423,518.6
4. ลำน้ำชีส่วนที่ 4	1,549,110	3,182,816
5. ลำปาวตอนล่าง	85,298	2,715,531
6. ลำพังชู	448,800	752,421.3
7. ลำพลับพลา	286,280	659,679.6
8. ลำเตา	266,549	521,666.1
9. ลำเสียวใหญ่	672,411	1,797,176
10. ลำมูลส่วนที่ 2	1,781	2,552,331

ที่มา: สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2555



ภาพที่ 2.14 แผนที่ลุ่มน้ำและทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม
ที่มา: รายงานสถิติจังหวัด สำนักงานสถิติจังหวัดมหาสารคาม, 2554

ส่วนแหล่งน้ำที่ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คือ **ลำห้วยคะคาง** ซึ่งเป็นเพียงลำห้วยสายเดียวที่ไหลผ่านกลางเมืองในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม มีสถานศึกษาหลายแห่งที่ต้องอาศัยแหล่งน้ำห้วยคะคาง เช่น มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยาลัยพลศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาลัยอาชีวศึกษา โดยลำห้วยคะคาง เกิดจากเนินดินสันปันน้ำ “โคกแบ่ง ” ที่ทอดตัวในแนวนอกจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก จากเขตพื้นที่อำเภอวาปีประทุม และอำเภอบรบือ โดยมีลำธารที่เป็นลำห้วยสาขาถึง 7 สาย มีห้วยเครือซูด ห้วยหนองหิน ห้วยปลาคูน ห้วยโจด ห้วยหนองแสน ห้วยหนองปลิง และห้วยน้อย นอกจากจะเป็นสันเนินดินกักเก็บน้ำแล้วยังเป็นแนวเขต แบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำชีกับลุ่มน้ำมูลอีกด้วย ละห้วยคะคางมีความยาวตลอดสายเกิบ 50 กิโลเมตร ไหลจาก “อ่างเก็บน้ำห้วยคะคาง” หรือ “อ่างโคกก่อ” ที่หัวสันเขื่อนอยู่ในพื้นที่ตำบลโคกก่อ เชื่อมโยงไปยังตำบลบ้านค้อ อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม อันเป็นบริเวณท้ายเขื่อน จากเนินดินและอ่างต้นน้ำส่งสายน้ำให้ไหลผ่านพื้นที่หลายหมู่บ้านในตำบลโคกก่อตำบลหนองโน ตำบลหนองปลิง ตำบลแวงน่าง จากนั้นจึงไหลสู่อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน ที่บ้านท่าแร่ ตำบลแก่งเลิงจานอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งเป็นพื้นที่ชลประทานและคลองส่งน้ำ เพื่อการเกษตรและการประมง นอกจากนี้ยังมีแหล่งทรัพยากรน้ำอื่นๆ ที่อยู่ใกล้กับบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังภาพที่ 2.15 และแหล่งน้ำที่ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังภาพที่ 2.16

ภาพที่ 2.15 แหล่งน้ำใกล้เคียงมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาพที่ 2.16 แหล่งน้ำที่ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

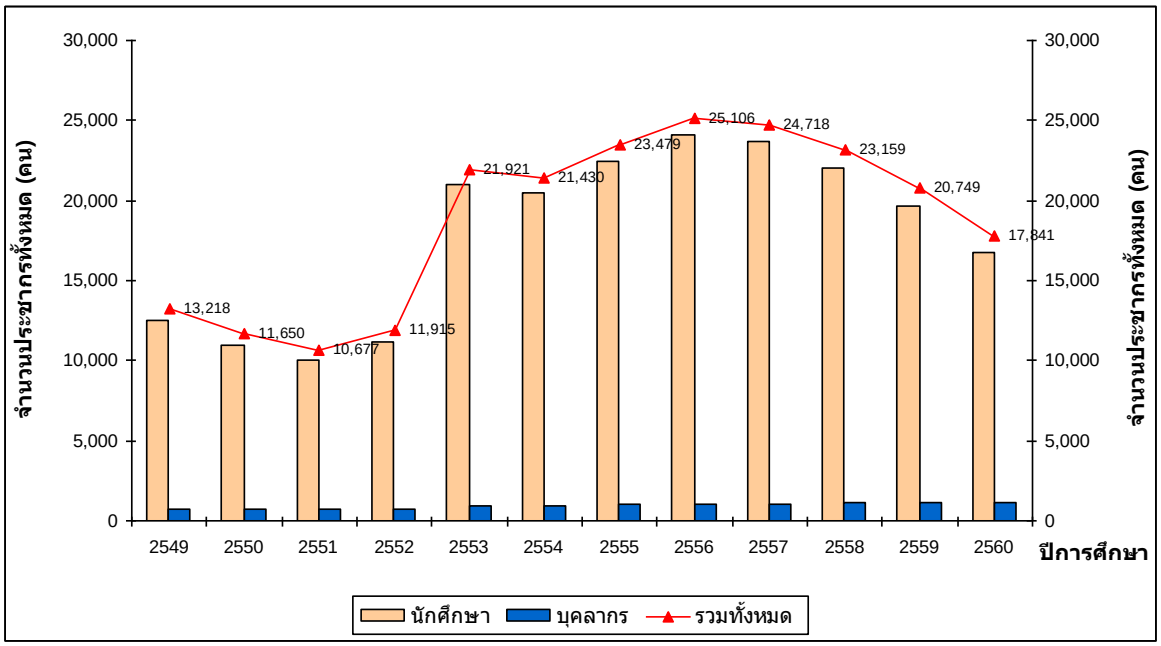
1.9 ประชากร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เปิดสอนในระดับอนุบาลจนถึงระดับปริญญาเอก มีหลักสูตรการศึกษาหลากหลายสาขาในระดับปริญญาตรี ประกาศนียบัตรบัณฑิต ปริญญาโท และปริญญาเอก ทั้งภาคปกติ ภาค กศ .บป. และภาคพิเศษ รวมหลักสูตรที่เปิดสอนจำนวน 26 หลักสูตร และ 120 สาขาวิชา ประกอบด้วยคณะทั้งหมด 10 คณะ และ 1 โรงเรียนได้แก่ คณะครุศาสตร์ จำนวน 34 สาขาวิชา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 15 สาขาวิชา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 18 สาขาวิชา คณะวิทยาการจัดการ จำนวน 12 สาขาวิชา คณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 12 สาขาวิชา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 6 สาขาวิชา บัณฑิตวิทยาลัย จำนวน 1 สาขาวิชา คณะนิติศาสตร์ จำนวน 1 สาขาวิชา คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ จำนวน 10 สาขาวิชา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 11 รายวิชา และโรงเรียนสาธิตมหาลัยราชภัฏมหาสารคามจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามตั้งแต่ปี 2549 จนถึงปัจจุบันปี 2560 ดังตารางที่ 2.12 และภาพที่ 2.17 ดังนี้

ตารางที่ 2.12 จำนวนนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปีการศึกษา	จำนวนนักศึกษา (คน)	จำนวนบุคลากร (คน)	รวมทั้งหมด (คน)
2549	12,522	696	13,218
2550	10,950	700	11,650
2551	9,989	688	10,677
2552	11,162	753	11,915
2553	20,976	945	21,921
2554	20,492	938	21,430
2555	22,450	1,029	23,479
2556	24,057	1,049	25,106
2557	23,649	1,069	24,718
2558	22,046	1,113	23,159
2559	19,626	1,123	20,749
2560	16,722	1,119	17,841

ที่มา: สารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2560



ภาพที่ 2.17 จำนวนนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.10 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

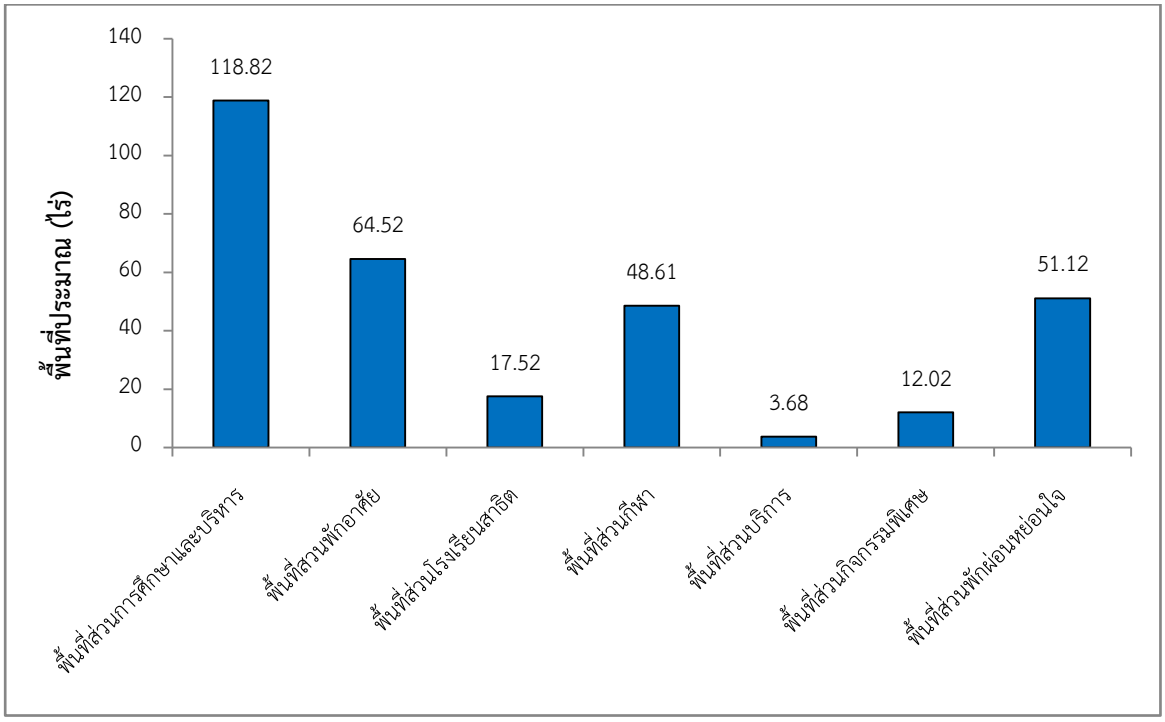
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีพื้นที่ทั้งหมด 468 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่คลุมดินของอาคารเดิม และที่กำลังก่อสร้าง รวมทั้งบริเวณรอบอาคราประมาณ 200 ไร่ พื้นที่สระน้ำขนาดใหญ่ประมาณ 48 ไร่ พื้นที่สนามกีฬากลางแจ้ง 24 ไร่ เหลือพื้นที่โล่ง รวมถึงรอบอาคาร พื้นที่ต้นไม้ขึ้นหนาแน่นประมาณ 196 ไร่ สภาพทั่วไปในพื้นที่ เป็นที่ราบรุ่มน้ำขังเป็นแห่งๆระดับความสูงต่ำในพื้นที่อยู่ที่ 132-135 เมตร จากระดับน้ำทะเลโดยประมาณ โดยพื้นที่มีความเอียงลาดลงทางด้านทิศเหนือเพียงเล็กน้อย บริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามประกอบด้วย กลุ่มอาคารต่างๆ และไม้นานาพันธุ์ขนาดใหญ่ และเล็กกระจายตัวหนาแน่นบ้าง โปร่งบาง บางแห่งเป็นที่โล่ง เช่น บริเวณแปลงสาธิตเกษตรกรรม และสนามกีฬากลางแจ้ง และมีพื้นที่เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่อยู่ทิศใต้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทำให้กระแสลมพัดเอาความชุ่มชื่นเข้าสู่พื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประกอบด้วยมีสระน้ำขนาดเล็ก กระจายอยู่ทั่วบริเวณ ช่วยสนร้างความชุ่มชื่นให้กับ พื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พื้นที่โดยรอบส่วนใหญ่เป็นเขตพักอาศัย ทั้งส่วนด้านในพื้นที่ตั้ง และส่วนพื้นที่ติดกับทางออกหลัก ทำให้กลุ่มพื้นที่พักอาศัยขาดความสัมพันธุ์กันทางด้านกายภาพ ไม่สามารถจัดสรรให้เกิดพื้นที่สันทนาการ หรือพื้นที่ใช้สอยร่วมกันของแต่ละกลุ่มที่พักอาศัยได้

จากการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า มีการจัดอาคารประเพศเดียวกันไว้เป็นกลุ่มๆ แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มของอาคารยังถูกจัดวางกระจัดกระจายไปทั่วบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อีกทั้งขาดความสัมพันธ์กัน ระหว่างกลุ่มอาคารด้วยกันเอง ความสัมพันธ์กับรูปร่างของพื้นที่ตลอดจนทางเข้าและเส้นทางสัญจร ซึ่งเมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน สามารถแบ่งเป็นส่วนต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางที่จะใช้ในการออกแบบวางผังแม่บทฯ โดยพิจารณา

ประเภทของอาคารและการใช้สอยพื้นที่ ดังตารางที่ 2.13 และภาพที่ 2.18 โดยรายละเอียดแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินดังตารางที่ 2.14 และภาพที่ 2.19 ส่วนรายละเอียดแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากอดีตเทียบกับปัจจุบันดังภาพที่ 2.20 ดังนี้

ตารางที่ 2.13 การใช้ประโยชน์ที่ดินของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามอดีต

รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินจากอดีต	**พื้นที่ (ไร่)**
พื้นที่ส่วนการศึกษาและการบริหาร	118.82
พื้นที่ส่วนพักอาศัย	64.52
พื้นที่ส่วนโรงเรียนสาธิต	17.52
พื้นที่ส่วนกีฬา	48.61
พื้นที่ส่วนบริหาร	3.68
พื้นที่ส่วนกิจกรรมพิเศษและใช้พื้นที่ปะปนกันหลายประเภท	12.02
พื้นที่ส่วนพักผ่อนหย่อนใจและสระน้ำ	51.12
รวม	**316.29**



ภาพที่ 2.18 การใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตารางที่ 2.14 รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ประเภทพื้นที่	รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดิน
1. พื้นที่ส่วนการศึกษาและการบริหาร	อาคารบริหารและสำนักอธิการบดี อาคารประชาสัมพันธ์ อาคารรักษาความปลอดภัย อาคารศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา อาคารวิทยบริการ อาคารโรงอาหารและสหกรณ์ อาคารสโมสรและกองกิจการนักศึกษา
2. กลุ่มอาคารเรียนรวม	อาคารเรียนรวม
3. กลุ่มอาคารปฏิบัติการ	ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะนิติศาสตร์ คณะครุศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ คณะทะมนุษย์ศาสตร์
4. กลุ่มอาคารบัณฑิตศึกษา	อาคารบัณฑิตศึกษา
5. พื้นที่ส่วนส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม	อาคารศูนย์ประชุม อาคารศูนย์ศิลปวัฒนธรรมและสัมมนา
6. พื้นที่ส่วนศูนย์กีฬา	อาคารกีฬาในร่ม สนามกีฬากลางแจ้งพร้อมอัฒจันทร์ สระว่ายน้ำพร้อมอัฒจันทร์ สนามบาสเกตบอล สนามตะกร้อ สนามเทนนิส สนามวอลเลย์บอล สนามเปตอง สนามวอลเลย์บอลชายหาด

ตารางที่ 2.15 (ต่อ)

ประเภทพื้นที่	รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดิน
7. พื้นที่ส่วนพักอาศัย	หอพักนักศึกษาชาย หอพักนักศึกษาหญิง หอพัก 48 ยูนิต หอพักยุงทอง บ้านพักอาจารย์และเจ้าหน้าที่ ฯลฯ
8. พื้นที่ส่วนโรงเรียนสาธิต	อาคารเรียนสาธิตอนุบาลศึกษา อาคารเรียนสาธิตประถมศึกษา อาคารเรียนสาธิตมัธยมศึกษา อาคารอำนวยการสาธิตและห้องสมุด อาคารโรงอาหารและกิจการสาธิต อาคารหอประชุมสาธิต
9. พื้นที่ส่วนพานิชยกรรม	โรงแรม สถานีบริหารปั๊มน้ำมัน
10. พื้นที่ส่วนบริการ	อาคารระบบประปา อาคารแยกเก็บขยะ อาคารโรงซ่อมบำรุง อาคารพัสดุ อาคารยานพาหนะ อาคารงานระบบส่วนกลาง

ภาพที่ 2.19 การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาพที่ 2.20 การใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตและปัจจุบันของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.11 ระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูประการ

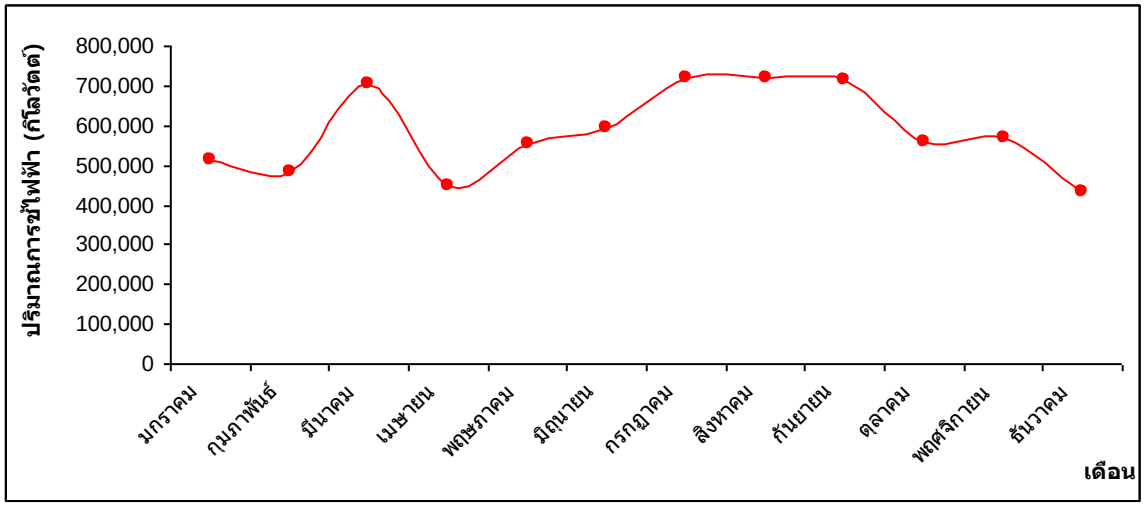
1.11.1 ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อยู่ในความรับผิดชอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งให้บริการกระจายไฟฟ้าแก่อาคารในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามครอบคลุมทั่วทุกตึก ซึ่งมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดดังตารางที่ 2.16 และภาพที่ 2.21

ตารางที่ 2.16 ปริมาณการใช้ไฟของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปี 2560

เดือน	ปริมาณการใช้ (กิโลวัตต์)
มกราคม	514,839.01
กุมภาพันธ์	480,528.00
มีนาคม	703,893.57
เมษายน	447,736.73
พฤษภาคม	552,799.00
มิถุนายน	591,643.68
กรกฎาคม	720,471.00
สิงหาคม	719,052.00
กันยายน	713,519.00
ตุลาคม	558,573.18
พฤศจิกายน	569,144.01
ธันวาคม	434,440.96
รวม	**6,491,801.13**

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดมหาสารคาม, 2560



ภาพที่ 2.21 ปริมาณการใช้ไฟของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปี 2560

1.11.2 ระบบประปา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีหน่วยงานประปาทำหน้าที่ในการผลิตน้ำประปา ที่โรงผลิตน้ำประปา โดยมีขั้นตอนของระบบการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังนี้

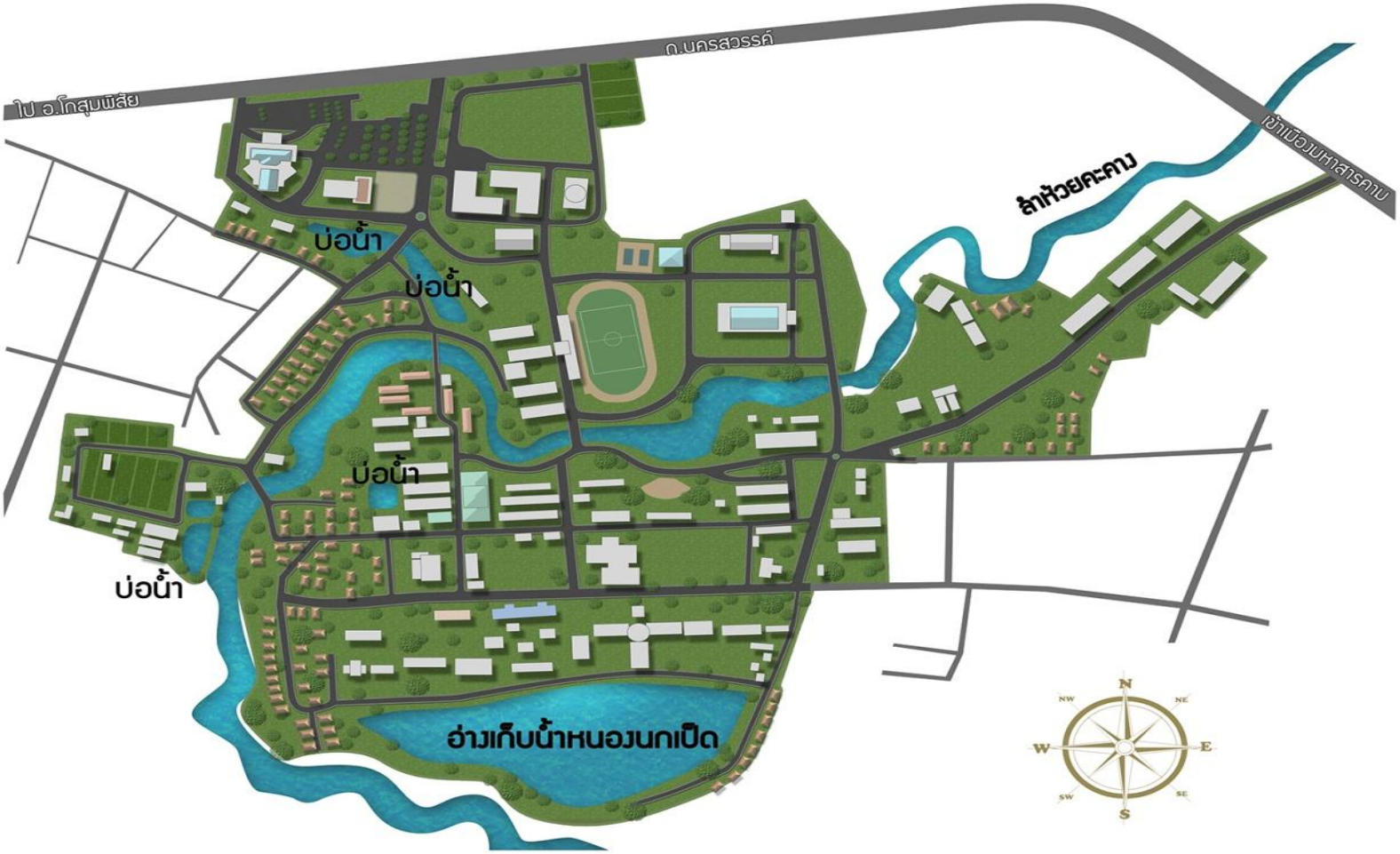
1) การจัดหาแหล่งน้ำดิบ

แหล่งน้ำดิบ ที่นำมาผลิตน้ำประปาสูบมาจากลำห้วยคะคางที่ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งมีปริมาณน้ำตลอดทั้งปี โดยลำห้วยคะคางมีความยาวตลอดลำน้ำ 47 กิโลเมตร มีจุดกำเนิดอยู่ที่บริเวณอ่างเก็บน้ำโคกก่อที่อยู่สูงขึ้นไปและไหลผ่านชุมชน ปริมาณน้ำในฤดูฝนมีมากและมีการระบายน้ำจากแก่งเลิงจาน ที่อยู่สูงขึ้นไปลงสู่ลำห้วยคะคางด้วย ส่วนปริมาณน้ำในฤดูแล้งหรือฤดูร้อน มีปริมาณน้ำในลำห้วยคะคางน้อย แต่เพียงพอสำหรับในการผลิตน้ำประปา จากนั้นจะสูบน้ำจากห้วยคะคางเข้าไปยังอ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด ซึ่งการสูบน้ำดิบจากห้วยคะคางเข้าสู่อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในอ่างหนองนกเป็ดที่ลดน้อยลงและจะสูบเข้ามาสำรองเพิ่มเพื่อให้มีปริมาณน้ำใช้ตลอดทั้งปี โดยมีข้อมูลอ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด ดังนี้

2) อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด

อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด เป็นอ่างเก็บน้ำสำหรับรองรับน้ำที่สูบมาจากลำห้วยคะคาง มีพื้นที่ประมาณ 30 ไร่ เป็นแหล่งน้ำผิวดินแบบปิด มีความลึกโดยเฉลี่ย 4.50 เมตร เป็นแหล่งน้ำนิ่ง ปริมาตรความจุประมาณ 300,000 ลูกบาศก์เมตร มีถนนรอบอ่างเก็บน้ำ และมีพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนอยู่บริเวณโดยรอบด้วย ดังภาพที่ 2.22 และภาพที่ 2.23 ซึ่งในการผลิตน้ำประปาจะเริ่มจากการสูบน้ำจากหนองนกเป็นขึ้นสู่ระบบผลิตน้ำประปา โดยมีกระบวนการผลิตน้ำประปา ดังนี้

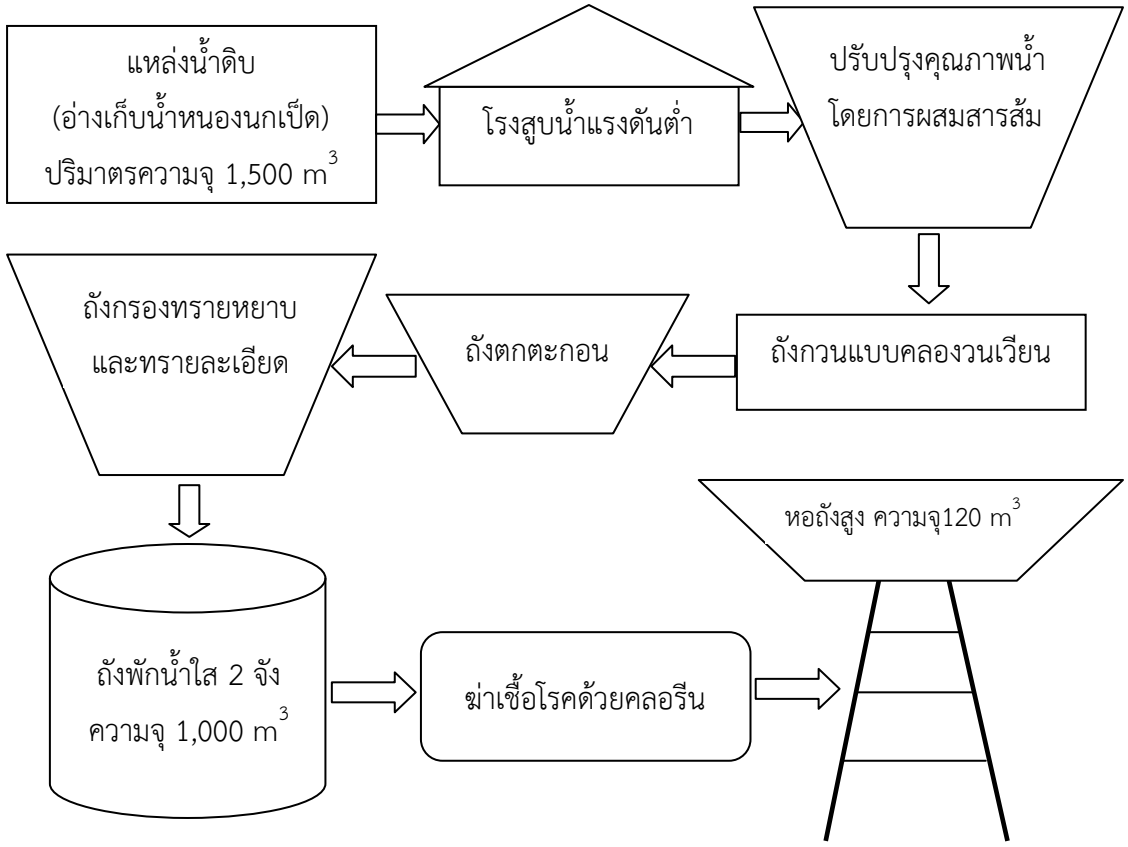
ภาพที่ 2.22 อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด ความจุ 300,000 ลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 2.23 อ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ดที่ใช้ผลิตน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

3) กระบวนการผลิตน้ำประปา

กระบวนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เริ่มจากโรงสูบน้ำดิบจากหนองนกเป็ดขึ้นมาผสมกับสารส้ม โดยมีการผสมกันอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว ทำให้น้ำดิบและสารส้มสัมผัสกันเป็นตะกอนเล็กๆ และรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น จากนั้นน้ำจะลำเลียงเข้าสู่ถังกวน ทำให้ตะกอนขนาดเล็กสัมผัสกันอย่างทั่วถึงและนานเพียงพอ ตะกอนและสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำจะเกาะยึดและรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น และจะเข้าสู่ขั้นตอนการตกตะกอน โดยตะกอนที่มีน้ำหนักมากจะตกสู่ก้นถังแล้วทำการดูดทิ้งไปสู่บ่อน้ำทิ้ง ส่วนน้ำใส่ด้านบนจะไหลตามรางรับน้ำเข้าสู่ขั้นตอนการกรอง ในการกรองนั้นจะใช้ทรายกรองราชบุรี เพื่อกรองตะกอนขนาดเล็กมากในน้ำซึ่งจะทำให้น้ำมีความสะอาดมากขึ้น จากนั้นจะถูกส่งไปยังบ่อพักน้ำใส ซึ่งมีจำนวน 2 ถัง ปริมาตรความจุถังละ 1,000 ลูกบาศก์เมตร เมื่อหอพักถังสูงน้ำมีปริมาตรลดลง เครื่องสูบน้ำขึ้นหอพักถังสูงจะสูบน้ำที่ถังพักน้ำใสขึ้นสู่หอพักถังสูง โดยหอพักถังสูงมีปริมาตร 120 ลูกบาศก์เมตร ทำหน้าที่ปล่อยกระจายน้ำไปยังผู้ใช้น้ำตามอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย ปัจจุบันการใช้น้ำสูงสุดประมาณ 820-1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยมีขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังภาพที่ 2.24-2.25 และปริมาณการใช้น้ำประปา ดังตารางที่ 2.17



ภาพที่ 2.24 กระบวนการผลิตน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

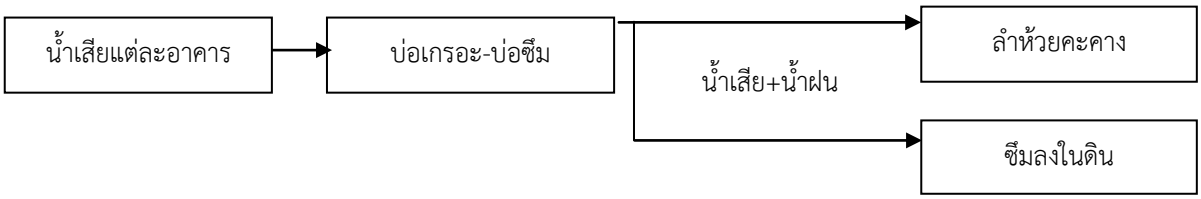
ภาพที่ 2.25 สถานที่ผลิตน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตารางที่ 2.17 ปริมาณการใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)	ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน)
มกราคม	3,920.00	25,900.00
กุมภาพันธ์	3,752.00	24,200.00
มีนาคม	3,086.00	24,100.00
เมษายน	4,120.00	23,600.00
พฤษภาคม	3,703.00	24,500.00
มิถุนายน	4,830.00	23,400.00
กรกฎาคม	3,398.00	23,700.00
สิงหาคม	3,135.00	24,400.00
กันยายน	2,624.00	23,800.00
ตุลาคม	3,516.00	23,300.00
พฤศจิกายน	2,423.00	25,100.00
ธันวาคม	2,749.00	23,100.00
รวม	**3,188.00**	**24,091.66**

1.11.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย

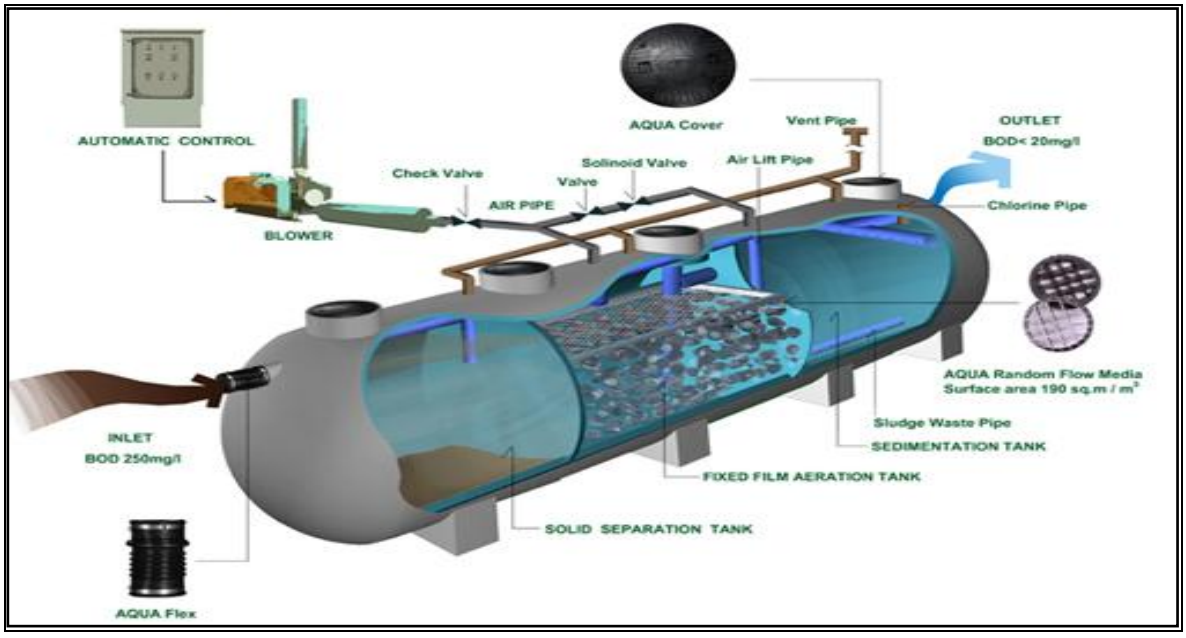
ระบบบำบัดน้ำเสียในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามนั้น มี การออกแบบโดยภาพรวมของการจัดการระบบน้ำเสีย คือ ระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบทางระบายน้ำทิ้ง ดังภาพที่ 2.26 จะเห็นว่าปัจจุบันเป็นระบบรวบรวม (Combined System) คือ รวมน้ำเสีย (Sanitary/Wastewater Collection System) และน้ำฝน (Storm Drainage) น้ำเสียแต่ละอาคาร จะถูกกักเก็บในบ่อเกรอะ ก่อนที่จะถูกปล่อยซึม หรือเข้าสู่บ่อซึมและ Over Flow สู่สระน้ำหรือซึมลงในดินภายใน มหาวิทยาลัย ฯ แม้ว่าระบบนี้จะสะดวก ง่าย และประหยัดงบประมาณในการเดินท่อรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย แต่การปล่อยน้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดลงห้วยคะคาง ส่งผลให้น้ำในสระน้ำมีสีไม่น่าดูและสระน้ำเน่า มีกลิ่นเหม็น ซึ่งนอกจากจะทำลายภาพพจน์ และบรรยากาศในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม แล้ว ยังมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำใต้ดินและน้ำบ่อบาดาลบริเวณใกล้เคียงที่จะถูกน้ำเสียซึมเข้าปนเปื้อน ทั้งในบริเวณภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และบริเวณรอบๆ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม รวมถึงแหล่งสะสมเพาะพันธุ์เชื้อโรคทำให้เกิดอันตรายเสี่ยงเกิดโรคต่อบุคคลที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ภาพที่ 2.26 ผังระบบน้ำเสียมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในปัจจุบันสำหรับอาคารเก่า

ในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารที่มีการก่อสร้างขึ้นมาใหม่ภายในระยะเวลา 5 ปีซึ่งประกอบด้วย อาคาร 36 (คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) อาคารเรียนคณะวิศวกรรมศาสตร์หลังใหม่ อาคารเรียนคณะครุศาสตร์หลังใหม่ และอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ จะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปชนิดเกรอะและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration BiofilterSystem : CABS) ซึ่งเป็นระบบบำบัดนำเสียสำเร็จรูปแบบชีวภาพแบบเติมอากาศผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter : CAB) โดยอาศัยจุลินทรีย์ประเภทใช้อากาศ (Aerobic Bacteria) ในการย่อยสลาสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ไหลเข้าระบบโดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ด้วยสื่อชีวภาพ (Biomedia) ในถังสำเร็จรูปที่มีรูปร่างแบบแค๊ปซูลทำด้วยไฟเบอร์กล๊าส (Fiberglass Reinforce Plastic : FRP) ป้องกันการกัดกร่อนด้วยกรด - ด่าง ได้เป็นอย่างดีและสามารถรับน้ำเสียได้ในอัตราไม่เกิน 80 ลูกบาศก์เมตร/วัน และภาระบรรทุกบีโอดี.ได้ไม่เกิน 20.8 kg.BOD./day ดังภาพที่ 2.27-2.28

ภาพที่ 2.27 การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Contact Aeration Biofilter System : CABS



ภาพที่ 2.28 ลักษณะภายในของระบบ Contact Aeration Biofilter System : CABS

1.11.4 การคมนาคม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีทางเข้าออก 4 ทาง มีพื้นที่หน้าสถาบันฯ ติดกับถนนนครสวรรค์ ซึ่งเป็นถนนหลักที่เชื่อมกับตัวเมืองมหาสารคาม กับอำเภอโกสุมพิสัย โดยอยู่ทางทิศเหนือของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม แต่ถนนที่นิยมใช้เข้าสู้มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคม คือ ถนนศรีสวัสดิ์ดำเนิน ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เนื่องจากเป็นถนนที่ตัดตรงจากตัวเมือง มีหอพักเอกชน และชุมชนค่อนข้างใหญ่ สิ่งอำนวยความสะดวกค่อนข้างพร้อม

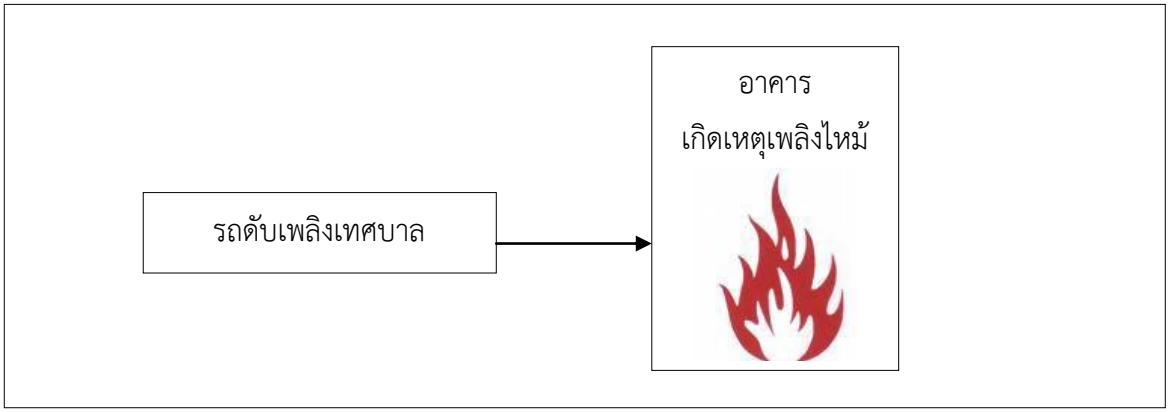
ปัจจุบันมีทางเข้าสู่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจากถนนภายนอกได้หลายทาง นอกจากนี้ยังมีทางเข้าที่เกิดจากไม่แบ่งขอบเขตของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ให้ชัดเจนอีกหลายเส้นทาง ในส่วนของถนนภายในจะใช้เป็นระบบถนนตัดตรงเข้าถึงกลางพื้นที่ขนานกัน และมีแนวตัดเชื่อมเข้าหากันเกิดระบบพิกัดตาราง มีการจัดวางของตำแหน่งต่างๆ ในระหว่างพิกัดที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดถนนยุโดยรอบของอาคารจนขาดความเป็นส่วนตัวแต่ละของอาคาร นอกจากนี้ การจราจรร่วมไปถึงทางเดินเท้าเข้าสู่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นไปตามแนวถนนสายหลักนี้ จึงทำให้การจราจรคับคั่ง และปะปนกันระหว่างทางเดินเท้ากับถนน โดยเฉพาะทางเข้าจากถนนศรีสวัสดิ์ดำเนินและเส้นทางที่สามารถออกสู่ถนนนครสวรรค์ ทางทิศเหนือของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม นั้นมีปริมาณการจราจรค่อนข้างหนาแน่นมาก ส่วนถนนบริเวณอื่น มีการปรับปรุงให้ใช้งานได้เหมาะสมตามสภาพความต้องการการใช้สอยของแต่ละพื้นที่ เช่น เดียวกับพื้นผิวถนนที่ได้รับการพัฒนาตามความจำเป็นในการใช้งาน และในส่วนของระบบโครงขายถนน ยังขาดการเน้นความสำคัญของเส้นทางสัญจรที่เข้าสู่อาคารสำคัญๆ และการกำหนดเส้นทางสัญจรหลัก กับเส้นทางสัญจรรองให้ชัดเจนในด้านกายภาพ อีกทั้งทางเดินเท้าแบบมีหลังคา รวมถึงการวางเส้นทางเข้าสู่ตัวอาคาร ยังไม่เสริมให้เกิดทัศนียภาพทีสวยงามกับอาคาร

1.11.5 ระบบดับเพลิง

ระบบดับเพลิงเป็นการเตรียมการป้องกันชีวิตและทรัพย์สินจากเพลิงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงจากอัคคีภัย โดยจะต้องมีการวางแผนตั้งแต่การออกแบบการควบคุมการลุกลามของไฟ เพื่อให้ความรุนแรงของไฟมีน้อยที่สุดและเนื่องจาก มหาวิทยาลัยราช ภัฏมหาสารคาม มีพื้นที่ค่อนข้างกว้าง และค่อนข้างห่างไกลจากชุมชน ซึ่งถ้ากรณีเกิดเพลิงไหม้จะได้รับความช่วยเหลือจากหน่วยงานท้องถิ่นหรือหน่วยงานภายนอกช้าหรือไม่ทันกาล ฉะนั้นมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงต้องมีการเตรียมระบบดับเพลิงซึ่งจะต้องสอดคล้องกับแผนงานต่างๆ ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

กรณีเกิดเพลิงไหม้ มหาวิทยาลัยราช ภัฏมหาสารคาม ซ้อมดับเพลิงและควบคุมความรุนแรงและขนาดของเพลิงโดยใช้อุปกรณ์ดับเพลิงที่เตรียมไว้สำหรับเจ้าหน้าที่หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายหรือผู้ที่ได้รับการฝึกซ้อมใช้ในการดับเพลิงเบื้องต้นก่อนที่ไฟจะลุกลามเข้าคอมไม่ได้ จึงต้องการประสานความช่วยเหลือจากหน่วยงานภายนอก มหาวิทยาลัยราช ภัฏมหาสารคาม เช่น เทศบาลและอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งต้องมีแผนงานและการฝึกซ้อมที่ดี เช่นแผนการป้องกันและระงับอัคคีภัย แผน ฉุกเฉิน การซ้อมดับเพลิง การซ้อมหนีไฟการอพยพคนฯลฯ ทั้งนี้แต่ละแผนจะกำหนด ผู้รับผิดชอบพร้อมหน้าที่และพื้นที่ที่ชัดเจน ดัง

ภาพที่ 2.29 และภาพที่ 2.30 ระบบดับเพลิงของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จะมีการป้องกัน 3 ชั้น กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้นั้นคือน อกจากอุปกรณ์ดับเพลิงภายในอาคารเกิดเหตุแล้วยังมีระบบดับเพลิงนอกอาคารเกิดเหตุเพื่อดับเพลิงและป้องกันไฟลามและความป้องกันไฟลามและความช่วยเหลือจากหน่วยงานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่อยู่ใกล้เคียง

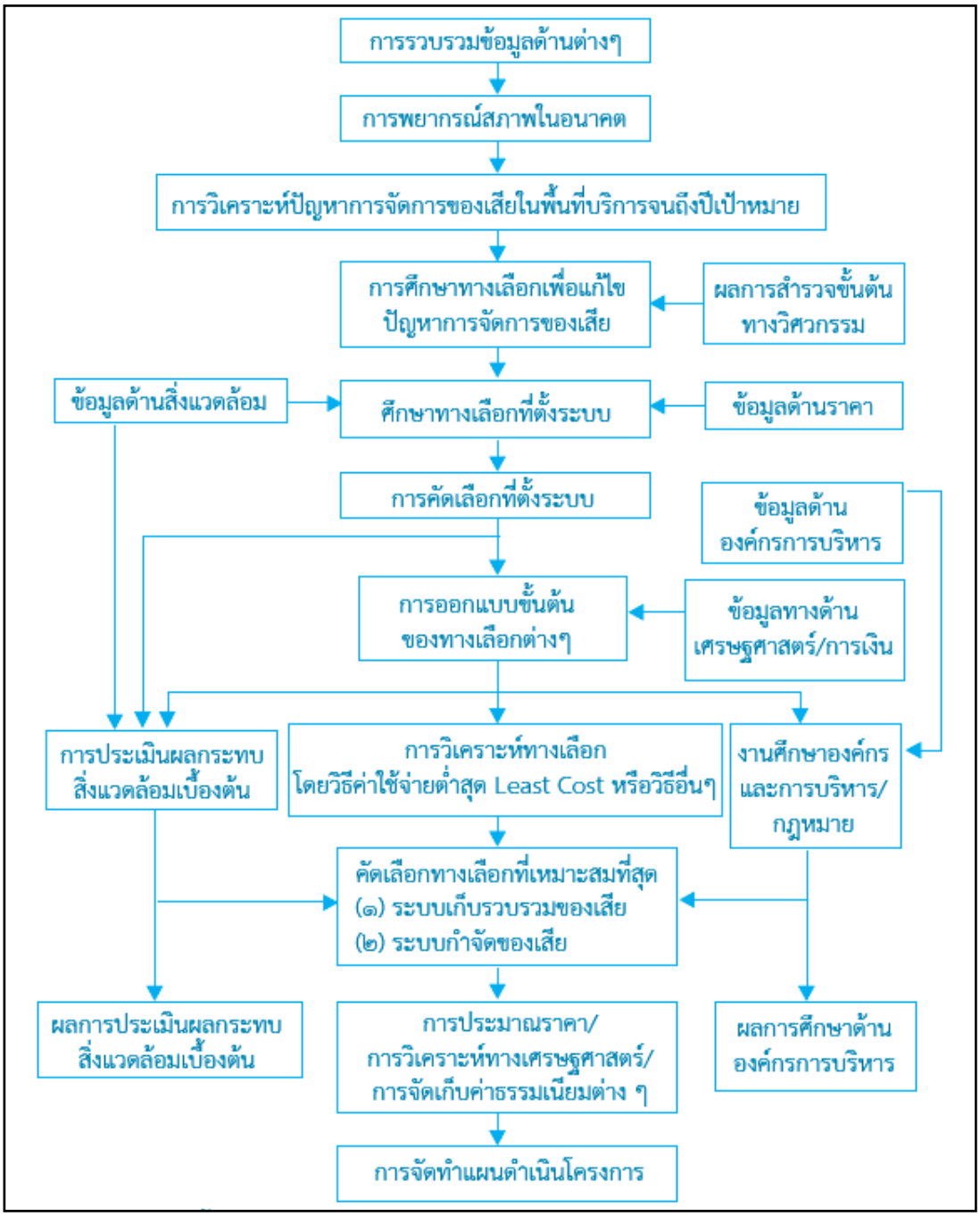


ภาพที่ 2.29 ผังแม่บทปัจจุบันระบบดับเพลิงมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาพที่ 2.30 ผังแม่บทปรับปรุงระบบดับเพลิงมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2. ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวม และบำบัดน้ำเสียมีความสำคัญในการกำหนดทิศทางหรือรูปแบบของการจัดการน้ำเสียให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ดังนั้นการที่จะได้ผลการศึกษาที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ การศึกษาความเหมาะสมของโครงการควรมีขั้นตอนการ ดำเนินการดังภาพที่ 2.31 โดยข้อมูลทฤษฎีเกี่ยวกับระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียที่สำคัญโดยมีรายละเอียดดังนี้



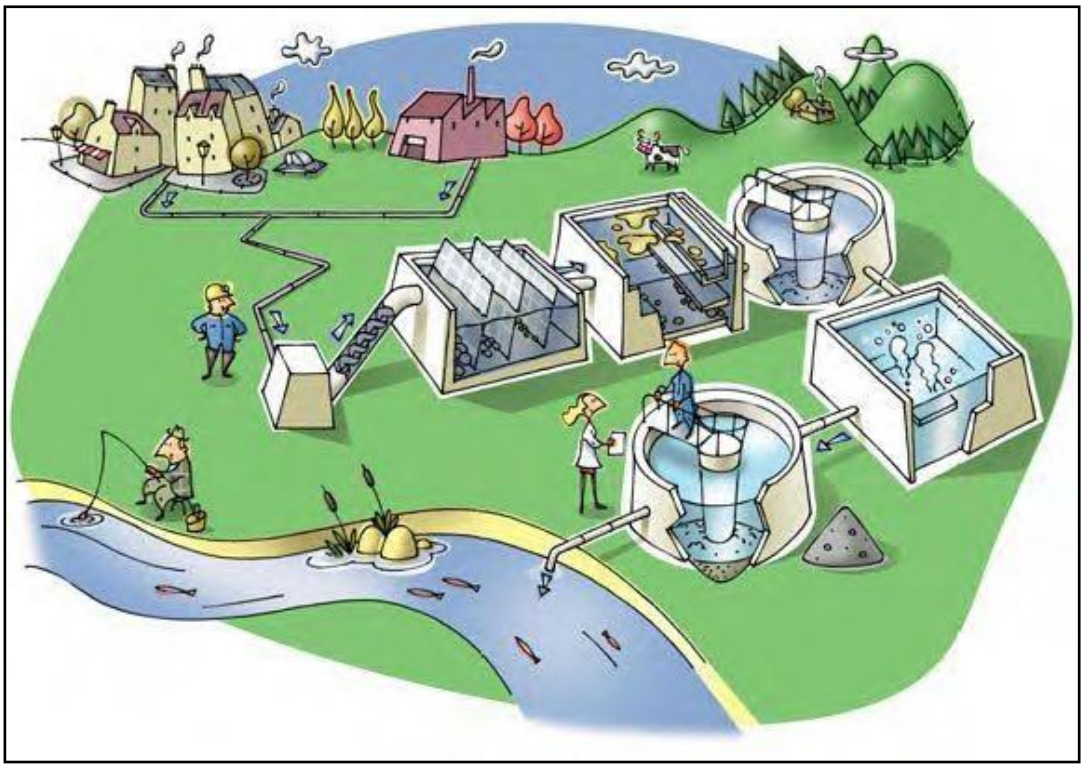
ภาพที่ 2.31 ขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ
ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2559

2.1 การเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการน้ำเสีย

แนวทางการจัดการน้ำเสียชุมช มสามารถดำเนินการได้หลายแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ ซึ่งรูปแบบการจัดการน้ำเสียชุมชน สรุปได้ดังนี้

2.1.1 ระบบบำบัดน้ำเสียรวม (Central Wastewater Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดที่มีการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียเพื่อ รวมน้ำเสียจากอาคารทุกประเภทในชุมชน อาทิเช่น บ้านเรือน อาคารพาณิชย์ สำนักงาน เป็นต้น ไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียรวมขนาดใหญ่ ซึ่งอาจจะมี เพียง 1 ระบบ หรือมากกว่านั้น ดังภาพที่ 2.32 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำเสีย จำนวนประชากร ขนาดพื้นที่ชุมชน และพื้นที่ตั้งของระบบ ซึ่งถ้าเป็นชุมชน ขนาดเล็กหรือกลาง ส่วนใหญ่จะมีเพียงแห่งเดียว แต่ถ้าเป็นชุมชนขนาดใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร อาจจะมีระบบบำบัดน้ำเสียมากกว่า 1 แห่ง ซึ่งระบบรวบรวมน้ำเสียของชุมชนจะแบ่งเป็นระบบแบบรวม (Combined system) และระบบแบบแยก (Separate system) ดังภาพที่ 2.33



ภาพที่ 2.32 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียรวม

ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2559

ภาพที่ 2.33 รูปแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2559

จากภาพที่ 2.33 แสดงรูปแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งแบ่งออกเป็น ระบบท่อรวม (Combined sewer) คือท่อระบายน้ำที่ใช้รับน้ำเสียและน้ำฝนหรือน้ำผิวดิน และระบบท่อแยก (Separate sewer) คือท่อระบายน้ำสำหรับรับน้ำเสียโดยเฉพาะ ไม่รับน้ำฝนหรือน้ำผิวดินอื่นๆ

2.1.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคาร (Cluster Wastewater Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคารในความหมายของกรมควบคุมมลพิษ คือระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียที่รับน้ำเสียจากบ้านเรือนที่เป็น กลุ่มชุมชน ซึ่งอาจไม่ใช่พื้นที่ทั้งหมดของชุมชนในเขตการปกครองท้องถิ่นนั้นๆ แต่เป็นบริเวณที่มีปัญหาน้ำเสียวิกฤต โดยรวบรวมน้ำเสียมาบำบัดยังบริเวณที่ใกล้กับกลุ่มชุมชนนั้น ซึ่งเหมาะกับกรณีที่มีประชากรอยู่หนาแน่นเป็นจุดๆ ซึ่งไม่เหมาะที่จะลงทุนก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย โดยระบบบำบัดน้ำเสีย แบบกลุ่มอาคารจะมีขนาดระหว่าง 50-500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังภาพที่ 2.34

ภาพที่ 2.34 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบกลุ่มอาคาร
ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2559

2.1.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (Onsite Wastewater Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ ติดตั้งเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยว ๆ เช่น บ้านพักอาศัย อาคารชุด โรงเรียน สถานที่ทำการ เป็นต้น โดยระบบจะต้องอยู่ภายใน/หรือติดกับ ตัวอาคาร ดังภาพที่ 2.35

ภาพที่ 2.35 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่
ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2559

2.2 องค์ประกอบของโครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียด

องค์ประกอบของรายงานการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบ รายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ควรประกอบไปด้วย (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

1. บทนำ ควรประกอบด้วย ความเป็นมาของโครงการ วัตถุประสงค์ ของโครงการ พื้นที่ศึกษา และขอบเขตการดำเนินงาน

2. การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ควรประกอบด้วย การศึกษา ทบทวนรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง สภาพพื้นที่โครงการ สภาพอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา สภาพธรณีวิทยา (ได้แก่ ผลการเจาะสำรวจชั้นดิน) สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและแนวโน้มการใช้ที่ดิน ในอนาคต และผังเมืองในปัจจุบันและอนาคต

3. การคาดการณ์ปริมาณน้ำเสียและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ควร ประกอบด้วย การแบ่งพื้นที่บริการบำบัดน้ำเสีย การคาดการณ์ประชากร การใช้น้ำในปัจจุบันและอนาคต การคาดการณ์ปริมาณน้ำเสีย การศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสีย การประเมินค่าความสกปรกของน้ำเสีย และคุณภาพของแหล่งรองรับน้ำเสีย

4. การสำรวจสภาพเศรษฐกิจ - สังคม และทัศนคติของประชาชน ควรประกอบด้วย สภาพเศรษฐกิจ - สังคมในปัจจุบัน ผลการสำรวจทัศนคติ ของประชาชน

5. เกณฑ์การออกแบบองค์ประกอบของโครงการ ควรประกอบด้วย เกณฑ์การออกแบบระบบระบายน้ำ ระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัด น้ำเสีย

6. การกำหนดทางเลือกและการคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสม ควรประกอบด้วย ทางเลือกและแนวทางในการคัดเลือกทั้งระบบรวบรวมและ ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ควรมีการออกแบบเบื้องต้น (Conceptual Design) และการประมาณราคาเบื้องต้นด้วย

7. การออกแบบองค์ประกอบของโครงการและการประมาณราคา ควรประกอบด้วย การออกแบบเบื้องต้นของระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ตามแนวทางที่คัดเลือกได้ รวมทั้งวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบ เพื่อจัดทำ แบบรายละเอียดต่อไป และจัดทำประมาณราคาขององค์ประกอบต่างๆ

8. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน ควรประกอบด้วย เครื่องมือหรือแนวทางในการวิเคราะห์ อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ การวิเคราะห์ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย แนวทางการจัดเก็บค่าบริการบำบัดน้ำเสีย และการวิเคราะห์ทางการเงิน

9. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น ควรประกอบด้วย สภาพแวดล้อมของพื้นที่โครงการ ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละระยะ ของการดำเนินโครงการ ข้อเสนอแนะเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม และ แผนงานการติดตามตรวจสอบ

10. การศึกษาด้านองค์กรและกฎหมาย ควรประกอบด้วย แนวทาง การจัดองค์กรการบริหาร กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.3 เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน

การกำหนดหลักเกณฑ์ทางวิชาการเกี่ยวกับการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ ลง ณ วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2553 มีรายละเอียดข้อมูลพอสังเขปดังนี้

2.3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

โดยปกติระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างน้อย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การจัดทำแผนหลักในการจัดการน้ำเสียของชุมชน การศึกษาความเหมาะสมของโครงการ การออกแบบรายละเอียดเพื่อเตรียมก่อสร้าง ก่อสร้าง และการดำเนินการเดินระบบ

2.3.2 รายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ

เป็นขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งถ้าเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนนี้จะส่งผลต่อการดำเนินการในขั้นตอนต่อไปและมีผลในระยะยาวอีกด้วย โดยเฉพาะในขั้นตอนการดำเนินการเดินระบบ (หลังก่อสร้างเสร็จ) ซึ่งมีผลทั้งในแง่ของประสิทธิภาพของระบบ และงบประมาณการดำเนินการตลอดทั้งโครงการการจัดทำรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของพื้นที่หรือชุมชน ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบ และการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการได้ง่ายขึ้น

2.3.3 การสำรวจและเก็บข้อมูล

การสำรวจและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่โครงการ ย่อมทำให้ผู้ออกแบบเข้าใจถึงสภาพปัญหาที่แท้จริงและยังเป็นข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งทำให้ผู้ออกแบบสามารถพัฒนาแนวคิดหรือศึกษาแนวทาง ที่มีความเป็นไปได้ ในการจัดการน้ำเสียของชุมชนนั้นๆได้อย่างเหมาะสม ประกอบด้วย สภาพพื้นที่ของโครงการ แผนพัฒนาชุมชน กฎหมายที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลด้านการเงินและงบประมาณ ข้อมูลของระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเดิม ข้อมูลประชากร ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ ข้อมูลฝน ข้อมูลลักษณะน้ำเสีย ข้อมูลที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ และค่ากำหนดการออกแบบในทางวิศวกรรม

2.3.4 ปีเป้าหมาย (target year หรือ design year)

โดยปกติระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ก่อสร้างขึ้นในปีปัจจุบันจะต้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคตด้วย จึงจะทำให้สามารถป้องกันมลพิษทางน้ำได้อย่างต่อเนื่องและมีความคุ้มค่าในการลงทุน ระยะเวลา (ปี) ในอนาคตที่ระบบยังสามารถรองรับอัตราไหล และปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นและยังสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในที่นี้จะเรียกว่า “ปีเป้าหมาย” แต่อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบควรคำนึงอยู่เสมอว่าปีเป้าหมายไม่ได้หมายถึงอายุการใช้งาน (life) ของระบบ

2.3.5 พื้นที่บริการ (service area)

พื้นที่บริการ คือพื้นที่ของชุมชนที่จะระบายน้ำเสียลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียและลำเลียงไปบำบัดที่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน ส่วนพื้นที่เป้าหมายของโครงการ หมายถึง ขนาดของพื้นที่บริการในปีเป้าหมายในปีแรกๆ ผู้ออกแบบไม่จำเป็นต้องกำหนดพื้นที่บริการให้เต็มพื้นที่เป้าหมายก็ได้ซึ่ง

สามารถค่อยๆ ขยายพื้นที่บริการจนเต็มพื้นที่เป้าหมายในอนาคตหรือที่ปีเป้าหมาย การขยายพื้นที่บริการควรมีความสอดคล้องกับการขยายตัวและการจัดสรรงบประมาณของชุมชน หรือให้สอดคล้องกับแผนแบ่งช่วงการก่อสร้างเพื่อขยายระบบดังกล่าวแล้วในหัวข้อที่ 2.3.2

2.3.6 ข้อพิจารณาเบื้องต้นในการเลือกที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ในเบื้องต้นผู้ออกแบบควรเลือกตำแหน่งที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำที่น่าจะมีความเป็นไปได้อย่างน้อย 2 แห่ง และทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละพื้นที่ก่อนเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมต่อไป การประเมินข้อดีและข้อเสียในแต่ละพื้นที่จะต้องเปรียบเทียบในภาพรวมของโครงการด้วย เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำจะมีผลต่อการดำเนินโครงการส่วนอื่นๆ เช่น ผังและระยะทางในการวางท่อรวบรวมน้ำเสีย ความต้องการสถานีสูบ /ยกระดับน้ำเสีย การเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ งบประมาณการดำเนินการ ผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ ซึ่งในหลายกรณีจะมีผลต่อเนื่องในระยะยาวตลอดการดำเนินการ

2.3.7 การคาดการณ์จำนวนประชากร

อัตราไหล (น้ำเสีย) ที่เกิดขึ้นในชุมชนขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรและอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของประชากร (ลิตร/คน-วัน) ดังนั้นการคาดการณ์จำนวนประชากร รวมทั้งความหนาแน่นของประชากรตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของที่ดินจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการคาดการณ์อัตราไหลของน้ำเสียที่จะเกิดในอนาคต แต่การคาดการณ์จำนวนประชากรมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากและมีความซับซ้อนอย่างยิ่งดังนั้นงานในส่วนนี้ควรเป็นหน้าที่ของนักประชากรศาสตร์โดยเฉพาะจำนวนประชากรในอนาคตขึ้นอยู่กับสภาพของท้องถิ่น ระยะเวลาที่คาดการณ์ แผนการพัฒนาชุมชนและข้อมูลจำนวนประชากรในอดีต ทั้งนี้ข้อมูลจำนวนประชากรสามารถศึกษาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น สำนักงานกลางทะเบียนราษฎร์และกองทะเบียน (เป็นหน่วยงานที่จัดทำทะเบียนราษฎร์) สำนักงานสถิติแห่งชาติ (เป็นหน่วยงานที่จัดทำสำมะโนประชากรและมีการเสนอผลได้ทั้งในระดับทั่วราชอาณาจักร ภาค จังหวัด อำเภอ และตำบล) หน่วยราชการส่วนท้องถิ่น เป็นต้น

2.3.8 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย

ชุมชนในประเทศไทยที่มีระบบประปามีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยเท่ากับ 100 - 340 ลิตร/คน-วัน ซึ่งแปรผันตามปัจจัยต่างๆ เช่น ภูมิอากาศ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ รายได้ของประชาชน ราคาน้ำประปาคุณภาพของน้ำประปา ความพร้อมของระบบประปา จำนวนประชากรแฝง นโยบายบริการของท้องถิ่น เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดอัตราการใช้น้ำควรเป็นหน้าที่ของวิศวกรที่ปรึกษา ซึ่งจะต้องสำรวจและเก็บข้อมูลในชุมชนนั้นๆ ข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ (เช่น น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำบ่อ เป็นต้น) และจำนวนประชากร (จากทะเบียนราษฎร์) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งสามารถคำนวณหาอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย (ในแต่ละปี) ได้โดยการนำปริมาณการใช้น้ำหารด้วยจำนวนประชากรของชุมชนส่วนอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในอนาคตสามารถคาดการณ์ได้โดยการวิเคราะห์จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยตั้งแต่ปีในอดีตจนถึงปีปัจจุบัน หากการหาอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยใช้วิธีคำนวณจากจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ จะทำให้ชุมชน ที่มีกิจกรรมสูงหรือมีจำนวนประชากรแฝงและประชากรจรสูง (เช่น เมือง

ท่องเที่ยว เป็นต้น) มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยสูง เนื่องจากอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยดังกล่าวย่อมนับรวมถึงปริมาณการใช้น้ำของ ประชากรแฝงอยู่ด้วย

2.3.9 อัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย

น้ำเสียชุมชนก็คือน้ำทิ้งที่เกิดจากการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน อัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ยจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของชุมชน แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเกิดน้ำเสียย่อมน้อยกว่าอัตราการใช้น้ำ เนื่องจากน้ำทิ้งบางส่วนจะไม่ไหลเข้าระบบรวบรวมน้ำเสีย เช่น การรดน้ำต้นไม้ น้ำรั่วซึมจากระบบท่อ เป็นต้น สัดส่วนอัตราการเกิดน้ำเสียต่ออัตราการใช้น้ำสำหรับประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยหรือข้อมูลที่ชัดเจน แต่จากเอกสารทางวิชาการของต่างประเทศและค่าที่นิยมใช้กันในอดีตของประเทศไทย มักกำหนดอัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80 ของอัตรา การใช้น้ำเฉลี่ยซึ่งก็ให้ผลเป็นที่พึงใจได้ตลอดมา ดังนั้นในเบื้องต้นนี้ควรกำหนดใช้สัดส่วนดังกล่าวไปก่อน และอาจปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสัดส่วนดังกล่าวในอนาคตเมื่อมีงานวิจัยหรือมีข้อมูลเพียงพอ

2.3.10 อัตราน้ำรั่วซึม/น้ำไหลเข้าท่อ (infiltration/inflow, I/I)

น้ำรั่วซึมเข้าท่อ หมายถึง น้ำใต้ดินที่รั่วซึมเข้าระบบรวบรวมน้ำเสีย เนื่องจากรอยแตกหรือรอยต่อของท่อและผ่านผนังของบ่อตรวจ (manhole) ส่วนน้ำไหลเข้าท่อ หมายถึง น้ำฝนที่ไหลเข้าสู่ท่อน้ำเสีย (ระบบท่อระบายแยก) หรือท่อดักน้ำเสีย (ระบบท่อระบายรวม) ซึ่งอาจเกิดจากท่อระบายน้ำฝนจากอาคารบรรจบกับท่อน้ำเสียหรือน้ำฝนไหลล้นเข้าทางฝาของบ่อตรวจ

2.3.11 อัตราไหลน้ำเสีย

ในทางปฏิบัติอัตราไหลน้ำเสียแปรผันตามลักษณะการใช้น้ำของชุมชนในแต่ละวันหรือฤดูกาลดังนั้นผู้ออกแบบต้องศึกษาลักษณะการแปรผันอัตราไหลของแต่ละชุมชน และต้องออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่อัตราไหลทุกสภาวการณ์ เช่น อัตราไหลรายวันเฉลี่ย (average daily flow, Qavg) อัตราไหลรายวันสูงสุด (maximum daily flow, Qmax.d) อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด (maximum hourly flow, Qmax.h) และ อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด (minimum hourly flow, Qmin.h) เป็นต้น

2.3.12 ลักษณะน้ำเสียชุมชน

ลักษณะน้ำเสียชุมชนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยเฉพาะกระบวนการทางชีวภาพ ผู้ออกแบบสามารถทราบลักษณะน้ำเสียชุมชนได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียของชุมชนและวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการ การเก็บตัวอย่างน้ำเสียควรเก็บแบบผสมรวม (composite sampling) และควรเก็บหลายจุดและหลายครั้งตามประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสียในชุมชนโดยเฉพาะแหล่งกำเนิดน้ำเสียขนาดใหญ่ของชุมชนเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวแทนของน้ำเสียชุมชนที่แท้จริง

2.3.13 มาตรฐานน้ำทิ้ง

ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนโดยเฉพาะอย่างไรก็ตามทางกรมควบคุมมลพิษกำลังพิจารณาและจะประกาศมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนในอนาคตข้างหน้า ดังนั้นในเบื้องต้นนี้ต้องกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งของโรง

ปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พ.ศ. 2548) ไปก่อน แต่เมื่อมีการประกาศใช้มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน ผู้ออกแบบต้องอ้างอิงตามประกาศดังกล่าว

2.3.14 การเลือกแนวทางที่เหมาะสม

เมื่อผู้ออกแบบสำรวจข้อมูลและกำหนดค่าออกแบบของหน่วยกระบวนการต่าง ๆ แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการศึกษาหาแนวทางหรือวิธีในการจัดการน้ำเสียชุมชน (จนถึงปีเป้าหมาย) ที่น่าจะเป็นไปได้ตามหลักการทางวิศวกรรม เช่น ที่ตั้งโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ ประเภทและผังท่อของระบบรวบรวมน้ำเสียประเภทและแผนภาพการไหลของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นต้น ซึ่งในเบื้องต้น ผู้ออกแบบต้องพิจารณาแนวทางที่มีความเป็นไปได้มากกว่า 1 แนวทาง และทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละแนวทางเพื่อคัดเลือกแนวทางที่เหมาะสมต่อไป

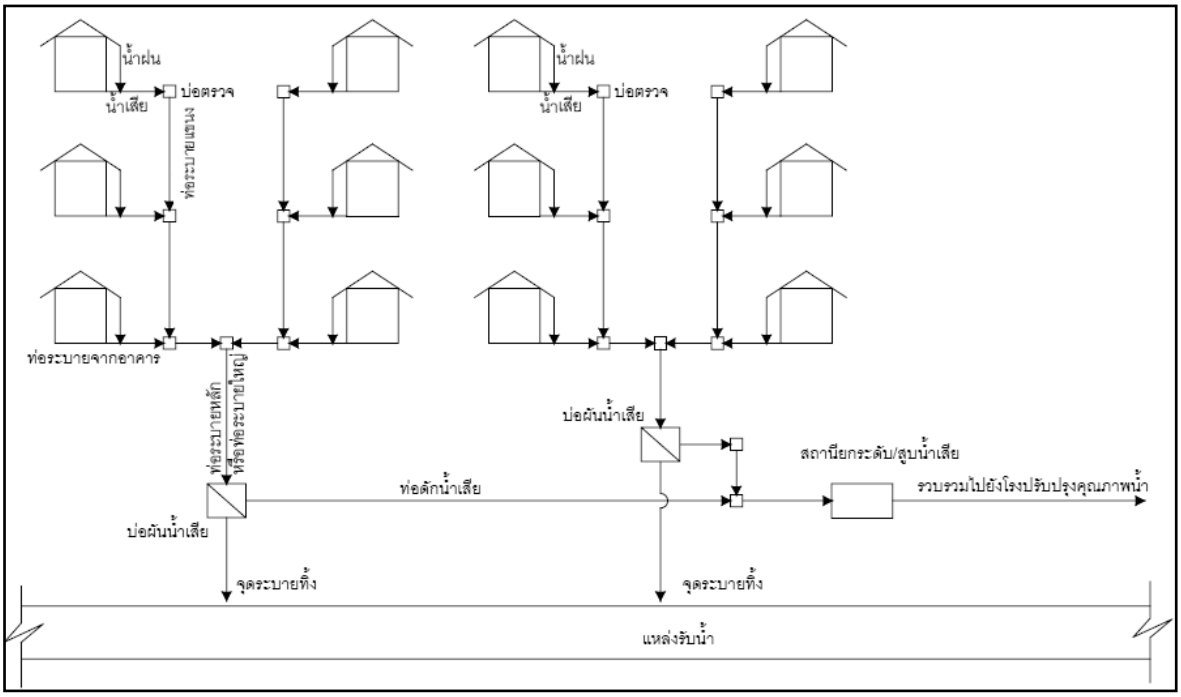
2.4 ประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย

2.4.1 ระบบท่อระบายรวม (combined sewer system)

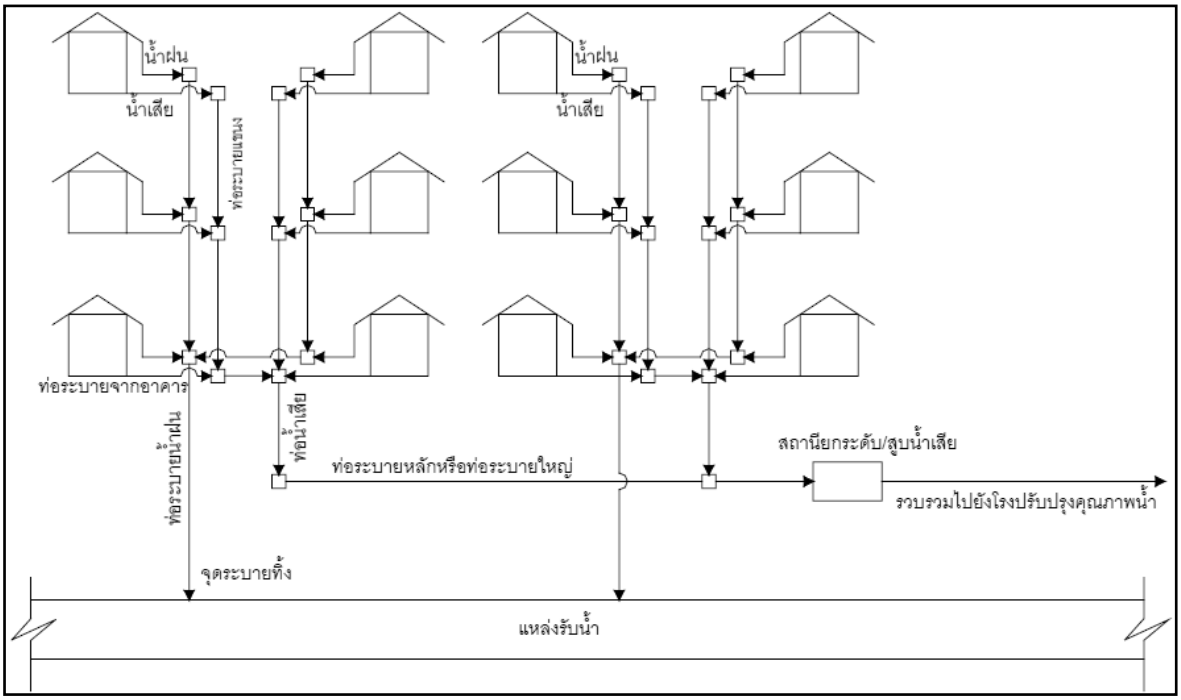
ระบบท่อระบายรวมเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนเก่าที่มีพื้นที่ในการวางท่ออย่างจำกัด เป็นระบบที่รวบรวมทั้งน้ำฝนและน้ำเสียภายในท่อเดียวกัน ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ท่อระบายรวม (combined sewer) บ่อผันน้ำเสีย (combined sewer overflow structure; CSOs) และท่อดักน้ำเสีย (intercepting sewer) ดังภาพที่ 2.36 กรณีฝนไม่ตก บ่อผันน้ำเสียจะดักน้ำเสียทั้งหมด (จากท่อระบายรวม)เข้าสู่ท่อดักน้ำเสียเพื่อลำเลียงไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนต่อไป ส่วนในกรณีฝนตกท่อระบายรวมจะรวบรวมทั้งน้ำเสียและน้ำฝนทั้งหมดเข้าสู่บ่อผันน้ำเสีย แต่ที่บ่อผันน้ำเสียนี้ น้ำเสียซึ่งถูกเจือจางกับน้ำฝน (จนค่าสารมลพิษไม่เกินค่ากำหนดในมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง) ส่วนหนึ่งจะถูกระบายลงสู่แหล่งรับน้ำโดยตรง และน้ำเสียปนน้ำฝนที่เหลือจะไหลเข้าสู่ท่อดักน้ำเสียเพื่อลำเลียงไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนต่อไป

2.4.2 ระบบท่อระบายแยก (separate sewer system)

ระบบท่อระบายแยกเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนใหม่ ซึ่งเป็นระบบที่ประกอบด้วยท่อ 2 ชนิด ได้แก่ ท่อระบายน้ำฝน (storm drain) และท่อน้ำเสีย (sanitary sewer) ดังภาพที่ 2.37 ท่อระบายน้ำฝนจะทำหน้าที่ระบายน้ำฝนออกจากชุมชนเพื่อป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมขัง ส่วนท่อน้ำเสีย ทำหน้าที่สะกัดกั้นไม่ให้น้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำต่อไป



ภาพที่ 2.36 ระบบท่อระบายรวม
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2559



ภาพที่ 2.37 ระบบท่อระบายแยก
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2559

2.5 ข้อพิจารณาในการเลือกประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย

2.5.1 สภาพของชุมชน

ระบบท่อระบายรวมเหมาะสำหรับชุมชนเก่าซึ่งมีประชากรหนาแน่นและมีพื้นที่อย่างจำกัดในการวางท่อ ส่วนระบบท่อระบายแยกเหมาะกับชุมชนใหม่ซึ่งยังมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการวางท่อแยก ระหว่างท่อน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝน

2.5.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในขณะฝนตกที่ความเข้มข้นสูงถึงค่าหนึ่ง ระบบท่อระบายรวมจะต้องระบายน้ำเสียส่วนหนึ่งที่เจือจางด้วยน้ำฝนแล้วลงสู่แหล่งน้ำรับน้ำโดยตรง จึงอาจทำให้แหล่งรับน้ำมีปัญหามลพิษทางน้ำได้โดยเฉพาะในกรณีฝนตกครั้งแรก (first flush) ซึ่งจะมีเศษขยะต่างๆหรือของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนในท่อ (ในหน้าแล้ง) ถูกทำให้ลอยฟุ้งขึ้นและถูกระบายลงสู่แหล่งรับน้ำได้

2.5.3 งบประมาณการลงทุน

ผู้ออกแบบควรเปรียบเทียบงบประมาณการก่อสร้างและการดำเนินการโดยรวมของโครงการก่อนคัดเลือกประเภทระบบรวบรวมที่เหมาะสม โดยปกติระบบท่อระบายรวมไม่ต้องก่อสร้างท่อใหม่ทั้งหมดเพียงแต่ก่อสร้างบ่อผันน้ำเสียและท่อดักน้ำเสียเพื่อรวบรวมน้ำเสียจากท่อระบายเดิมไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน อย่างไรก็ตามองค์ประกอบอื่นๆของระบบท่อระบายรวมนี้จะมีขนาดใหญ่กว่าระบบท่อระบายแยก เช่น ท่อ สถานีสูบน้ำเสีย บ่อตรวจ ตลอดจนขนาดของโรงปรับปรุง คุณภาพน้ำ ฯลฯ ส่วนระบบท่อระบายแยกต้องมีการก่อสร้างท่อใหม่ทั้งหมด รวมทั้งต้องปรับปรุงระบบ ท่อภายในอาคารอีกด้วย

2.5.4 ความเข้าใจของประชาชน

ประชาชนต้องมีความรู้และความเข้าใจการทำงานของระบบ โดยเฉพาะระบบท่อระบายแยกซึ่งต้องมีการแยกบรรจบท่อจากอาคารเข้ากับท่อระบายน้ำฝนและท่อน้ำเสียของชุมชน ถ้ามีการบรรจบท่อผิดพลาด จะทำให้น้ำเสียบางส่วนถูกระบายลงสู่แหล่งรับน้ำโดยตรง ดังนั้นเจ้าของโครงการต้องจัดสรรงบประมาณสำหรับการประชาสัมพันธ์ในส่วนนี้ไว้ด้วย

2.5.5 ความเร็วการไหลในท่อ

ระบบท่อระบายรวมมีท่อขนาดใหญ่กว่าท่อน้ำเสีย (ของระบบท่อระบายแยก) เนื่องจากต้องออกแบบเผื่อการระบายน้ำท่าในขณะฝนตก จึงเป็นการยากที่จะออกแบบให้น้ำเสียไหลด้วยความเร็วล้างตัวเอง (self-cleaning velocity) ได้ทุกสภาวะ โดยเฉพาะในช่วงที่ฝนไม่ตก ดังนั้นอาจทำให้ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียตกตะกอนและถูกย่อยสลายในท่อได้ ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นจะทำให้อายุการใช้งานของท่อสั้นกว่าที่ควร

2.5.6 ความยากง่ายในการควบคุมระบบ

ระบบท่อระบายรวมจะมีอัตราไหลน้ำเสียแปรผันในช่วงกว้าง เนื่องจากในขณะฝนตกจะมีปริมาณน้ำฝนบางส่วนถูกรวบรวมเข้าโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย จึงทำให้การควบคุมเดินระบบยากใน

ขณะที่ระบบท่อระบายแยกมีเฉพาะน้ำเสียเท่านั้นที่ถูกรวบรวมเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ จึงทำให้อัตราไหลน้ำเสียแปรผันในช่วงแคบกว่าและทำให้การควบคุมเดินระบบง่ายกว่า

2.5.7 การวางแผนผังเมือง

ระบบท่อระบายแยกมีข้อดีกว่าระบบท่อระบายรวม ทั้งในแง่ของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความง่ายในการควบคุมเดินระบบ (ของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ) แต่ชุมชนเก่าโดยทั่วไปมักมีพื้นที่อย่างจำกัดในการวางท่อแยก เนื่องจากไม่มีการวางแผนสำหรับใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ล่วงหน้าจึงทำให้มีการโตแบบไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นชุมชนใหม่จะต้องมีการวางแผนผังเมืองและต้องกันพื้นที่ไว้ล่วงหน้า จึงจะทำให้การก่อสร้างระบบท่อระบายแยกมีความเป็นไปได้ ซึ่งนอกจากนี้ยังมีนักวิจัยและนักวิชาการหลากหลายท่านที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ดังเช่น

ยุทธชัย แสนสุข (2557) ได้ทำการศึกษา ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหม าะสมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแชะ อำเภอครบุรี จังหวัดนครร าชสีมา พบว่า การพิจารณาคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหม าะสมกับเทศบาลตำบลแชะ อำเภอครบุรี จังหวัดนครร าชสีมา เริ่มต้นจากการศึกษารวบรวมข้อมูลระบบระบ ายน้ำเสียชุมชน ทิศทางการไหลของน้ำเสียในปัจจุบัน สามารถแบ่งโซนรวบรวมน้ำเสียต ามสภาพทิศทางการไหลของน้ำเสียชุมชนในปัจจุบัน ได้จำนวน 2 โซน คือ ผลการศึกษาปริมาณน้ำเสียในปัจจุบัน คำนวณจากจำนวนประช ากรในปี พ.ศ. 2556 พบว่า มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้น 1,019 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ 1,275 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน การคาดการณ์ปริม าณน้ำเสียในอีก 10 ปีข้างหน้า พบว่ามีปริมาณน้ำเสียมีค่ าเท่าเดิม เนื่องจากจำนวนประชากรมีแนวโน้มคงที่ ปริมาณน้ำเสียจากการตรวจวัดปริม าณน้ำเสียที่ปล่อยลงทุ่งนำ และคลองล้ำแชะเขตเทศบาลตำบลแชะ รวม 6 จุด ต่อเนื่อง 7 วัน มีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 1,262 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน การตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียดำเนินการโดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ปล่อยลงทุ่งนำและคลองล้ำแชะ จำนวน 4 จุด น้ำไปวัดปริม าณความสกปรกในห้องปฏิบัติก ารในรูปของค่าบีโอดี ผลทดสอบพบว่ามีค่าบีโอดี 9,17,25,26 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณภ าพน้ำเสียชุมชนที่เกินม าตรฐาน คือมากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 2 จุด คือ บริเวณสะพานเสือคาบดาบ หมู่ 3 ตำบลแชะ และบริเวณแยกร้าน ส.เจริญเกษตร หมู่ 8 ตำบลบ้านใหม่ การคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหม าะสมด ำเนินก ารโดยก ารศึกษาเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 5 ระบบ คือ ระบบที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ระบบที่ 2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ ระบบที่ 3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจ านหมุนชีวภาพ ระบบที่ 4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket ระบบที่ 5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Anaerobic fluidized bed ระบบที่เหมาะสมคือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อ ปรับเสถียร (Stabilization Pond) ซึ่งเป็นระบบที่อ าศัยธรรมช าติบำบัด มีค่าใช้จ่ายในก ารดำเนินง านและดูแลรักษ าไม่ใช้เทคโนโลยีในก ารดำเนินงานมาก เพื่อรองรับปริม าณน้ำเสียในอีก 10 ปีข้างหน้า ควรมีพื้นที่ก่อสร้ างระบบบำบัดน้ำเสียแบบ

บ่อปรับเสถียร ขนาด 7 และ 5 ไร่ บริเวณทุ่งนำของหมู่ 8 ตำบลบ้านใหม่ และหมู่ 3 ตำบลแชะ สำหรับพื้นที่โซน 1 และ 2 ตามลำดับ

โรสนา กาซอ และ อุดมผล พืชน์ไพบูลย์ (2552) ได้ทำการศึกษา การจัดการน้ำเสียชุมชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และเทศบาลนครหาดใหญ่ พบว่า การจัดการน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชน 3 รูปแบบ คือ ระบบบำบัดแบบ ติดกับที่ (On-Site Treatment) ระบบบำบัดแบบรวมกลุ่มอาคาร (Cluster Treatment) และระบบบำบัดแบบศูนย์กลาง (Central Treatment) โดยใช้กรณีศึกษาจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่และเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยทำการศึกษาค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง ตรวจสอบปริมาณน้ำเสีย อัตราการไหล และลักษณะน้ำเสีย โดยมีตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์คือ พีเอช ของแข็งตกตะกอน บีโอดี ซีโอดี ทีเคเอ็น ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ ซัลไฟด์ ไขมันและน้ำมัน และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชนต่อไป

ภัทรพงษ์ เดชบุรัมย์ (2552) ได้ทำการศึกษาการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้นระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย เทศบาลตำบลหันคา จังหวัดชัยนาท พบว่า สภาพขยายตัวและการเจริญเติบโตของชุมชนมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นผลให้เกิดปัญหาสภาพแวดล้อมภายในชุมชนขึ้น โดยเฉพาะปัญหาแหล่งน้ำสำคัญในเขตชุมชน กำลังตกอยู่ในสภาวะใกล้เป็นมลพิษและมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ อันเนื่องมาจากระบบระบายน้ำไม่เพียงพอ ประกอบกับปัญหาด้านระบบรวบรวมน้ำเสียที่มีการระบายน้ำเสียทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วหรือยังไม่ผ่านการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำลำคลองธรรมชาติ เป็นเหตุให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำดังกล่าวเสื่อมโทรมลงซึ่งแหล่งกำเนิดมาจากชุมชนเป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันมีชุมชนที่อยู่ริมแม่น้ำและแหล่งน้ำที่สำคัญหลายแห่ง หากปราศจากวิธีการรวบรวมและบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำแล้ว ปัญหามลภาวะของเหล่งน้ำก็จะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้นและจะก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน จะเป็นแหล่งเพาะและแพร่เชื้อโรคตลอดจนพาหะนำโรค และยังจะส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมของแหล่งน้ำและชุมชนเมืองอีกด้วยจากปัญหามลภาวะทางแหล่งน้ำดังกล่าวนี้จึงได้จัดทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในชุมชนทั้งด้านระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับชุมชนขนาดเล็กโดยศึกษาระบบนำร่องในเขตเทศบาลตำบลหันคา อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท เพื่อเป็นตัวอย่างและให้เกิดผลในทางปฏิบัติในการจัดการน้ำเสียชุมชนขนาดเล็กซึ่งอยู่ติดกับแม่น้ำและแหล่งน้ำสำคัญต่อไป