

แนวทางการวางผังแม่บทการพัฒนาในเขตปฏิรูปที่ดิน

โดย

นายนิคม บุญธรรม

สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน
สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

คำนำ

สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมมีภารกิจในการพัฒนาคุณภาพชีวิตเกษตรกร สร้างความมั่นคง ยั่งยืน ของเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดินให้มีความสามารถในการผลิตผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณภาพและปริมาณสูง จากลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ในเขตปฏิรูปที่ดินที่มีสภาพเสื่อมโทรม ขาดความอุดมสมบูรณ์ ทั้งดินและน้ำ จำเป็นต้องมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนา ด้านแหล่งน้ำ และเส้นทางการคมนาคมขนส่งผลผลิตทางการเกษตร การวางผังแม่บทการพัฒนาสามารถช่วยสนับสนุนงานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้มีการพัฒนาพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ ทำให้งานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานมีประสิทธิภาพสูง เกษตรกรใช้ประโยชน์จากงานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานได้อย่างทั่วถึง

แนวทางการวางผังแม่บทการพัฒนาในเขตปฏิรูปที่ดิน เป็นการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินเบื้องต้น เพื่อให้การพัฒนาแปลงที่ดินด้านโครงสร้างพื้นฐานมีความชัดเจน มีความพร้อมสำหรับการส่งเสริมด้านอาชีพ เพื่อความยั่งยืนทางการเกษตรต่อไป ข้าพเจ้าหวังว่าเอกสารฉบับนี้คงมีประโยชน์บ้างตามสมควร หากมีสิ่งใด ผิดพลาดคลาดเคลื่อนประการใดต้องขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้

นิคม บุญธรรม

กันยายน ๒๕๖๗

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๒
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูปภาพ	ง
๑. แนวทางการวางผังแม่บทการพัฒนาในเขตปฏิรูปที่ดิน	๑
๒. ระยะเวลาการดำเนินการ	๑
๓. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	๑
๔. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน	๘๐
๕. บรรณานุกรม	๙๕
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการวางผังแม่บทการพัฒนา โครงการจัดที่ดินทำกินให้ชุมชนตามนโยบายรัฐบาล	๙๖
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการวางผังแม่บทการพัฒนา การจัดที่ดินพื้นที่แปลงว่างในเขตปฏิรูปที่ดิน	๑๐๒

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
๑ สัมประสิทธิ์น้ำท่า	๓
๒ ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคเหนือ ปี ๒๕๑๔ – ๒๕๔๓	๔
๓ ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี ๒๕๑๔ – ๒๕๔๓	๕
๔ ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคกลาง ปี ๒๕๑๔ – ๒๕๔๓	๖
๕ ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคใต้ ปี ๒๕๑๔ – ๒๕๔๓	๗
๖ ข้อมูลด้านอุทกวิทยาภาคเหนือ	๘
๗ ข้อมูลด้านอุทกวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	๙
๘ ข้อมูลด้านอุทกวิทยาสำหรับ ภาคกลาง, ตะวันออก, ตะวันตก	๑๐
๙ ข้อมูลด้านอุทกวิทยาสำหรับภาคใต้	๑๑
๑๐ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับ f	๓๐
๑๑ แสดงค่า S กับ Design Speed	๓๒
๑๒ ปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่ / พืชสวน / พืชผัก	๗๗

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่	หน้า
๑ แสดงกล้องวัดมุมแบบเครื่องอ่านเศษมาตรา	๑๒
๒ แสดงกล้องวัดมุมแบบอ่านค่าโดยระบบแสง	๑๓
๓ แสดงกล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์	๑๓
๔ แสดงกล้องประมวลผลรวม	๑๔
๕ แสดงการวัดมุมราบ	๑๕
๖ แสดงมุมตั้ง	๑๗
๗ แสดงการคำนวณค่ามุมตั้ง	๑๗
๘ แสดงการวัดมุมตั้ง	๑๘
๙ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมด A	๒๑
๑๐ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมด A และ B	๒๑
๑๑ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมด A และ B	๒๒
๑๒ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมด A	๒๒
๑๓ โค้งวงกลม	๒๓
๑๔ โค้งผสมมี ๒ ศูนย์กลาง	๒๔
๑๕ โค้งผสมมี ๓ ศูนย์กลาง	๒๔
๑๖ โค้งหลังหัก	๒๕
๑๗ โค้งผสมย้อนทาง	๒๕
๑๘ แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโค้งกันหอยและโค้งวงกลม	๒๖
๑๙ ทางขึ้นและลงเนินที่ต้องออกแบบโค้งทางตั้ง	๒๖
๒๐ ลักษณะต่าง ๆ ของโค้งตั้ง (a) โค้งหาง (b) โค้งคว่ำ	๒๖
๒๑ โค้งสมมาตร	๒๗
๒๒ โค้งไม่สมมาตร	๒๘
๒๓ การยกโค้ง	๒๘
๒๔ การยกขอบทางโค้ง ใช้เส้นแบ่งครึ่งถนนเป็นจุดหมุน	๓๐
๒๕ การยกขอบทางโค้งใช้ขอบถนนด้านในเป็นจุดหมุน	๓๑

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่	หน้า
๒๖ การยกขอบทางโค้ง ใช้ขอบถนนด้านนอกเป็นจุดหมุน	๓๑
๒๗ การยกโค้งในทางโค้งวงกลม	๓๑
๒๘ การขยายขอบทางโค้งตามวิธีของ AASHTO	๓๓
๒๙ รถเมื่อเข้าโค้งรัศมีขณะเข้าโค้งของล้อหน้ายาวกว่ารัศมีของล้อหลัง	๓๓
๓๐ การขยายขอบถนนด้านในสำหรับถนนที่มีรัศมีทางโค้งสั้นตั้งแต่ ๕๐.๐ เมตร ลงมา	๓๔
๓๑ การขยายขอบถนนทั้งสองข้างสำหรับทางโค้งโดยทั่วไป	๓๔
๓๒ สระเก็บน้ำในที่ลาดเอียงข้างเชิงเขา	๓๗
๓๓ รูปตัดตามยาว	๓๗
๓๔ สระเก็บน้ำในร่องน้ำตื้น	๓๗
๓๕ ท่อลอดทางเข้าและทางออกจมเป็นการไหลด้วยความดันในท่อ	๓๘
๓๖ ท่อลอดทางเข้าจมและทางออกไม่จมเป็นการไหลแบบบูรณะบาย	๓๙
๓๗ ท่อลอดทางเข้าและทางออกไม่จมเป็นการไหลในทางน้ำเปิด	๔๐
๓๘ เปรียบเทียบการกระจายตัวของความเร็วของการไหลแบบต่าง ๆ ในท่อกลม	๔๒
๓๙ แสดงค่าความหยาบผิวของวัสดุชนิดต่าง ๆ	๔๒
๔๐ Moody Diagram	๔๓
๔๑ การสูญเสียพลังงานหลัก และความชันของระดับพลังงาน	๔๔
๔๒ Hazen – Williams formula nomograph	๔๕
๔๓ Hazen – Williams coefficient	๔๕
๔๔ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss coefficient : k)	๔๖
๔๕ การไหลบริเวณปลายทางเข้าท่อแบบมุมฉากแบบปลายยื่น และลบมุมโค้ง	๔๗
๔๖ ลักษณะการไหล และการเปลี่ยนแปลงความดันบริเวณทางเข้าท่อมุมฉาก	๔๗
๔๗ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของทางเข้าแบบโค้งมนรัศมี R	๔๗
๔๘ การไหลบริเวณปลายทางออกท่อมุมฉาก แบบปลายยื่น และแบบลบมุมโค้ง	๔๘
๔๙ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของท่อลดขนาดแบบทันทีทันใด	๔๘
๕๐ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของท่อขยายแบบทันทีทันใด	๔๘
๕๑ การไหลและสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของข้ออแบบ Smooth Bend มุม ๙๐°	๔๙

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่	หน้า
๕๒ การไหลและสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง ของข้องอแบบ Mitered Bend	๔๙
๕๓ ข้อต่อ และข้องอชนิดต่าง ๆ	๔๙
๕๔ วาล์วชนิดต่าง ๆ	๕๐
๕๕ แสดงพิกัดภูมิศาสตร์	๕๒
๕๖ Universal Transverse Mercator (UTM)	๕๓
๕๗ Command Line	๕๕
๕๘ อุปกรณ์วาดรูป	๕๖
๕๙ ตัวช่วยในการวาดรูป (Osnap)	๕๗
๖๐ ดินที่ลุ่ม	๕๘
๖๑ ดินที่ดอน หรือ ดินไร่	๕๘
๖๒ ดินตื้นมาก	๕๙
๖๓ ดินตื้น	๕๙
๖๔ ดินลึกปานกลาง	๖๐
๖๕ ดินลึก-ลึกมาก	๖๐
๖๖ ดินอนินทรีย์	๖๑
๖๗ ดินอินทรีย์	๖๑
๖๘ ดินมีพัฒนาการน้อย	๖๒
๖๙ ดินมีพัฒนาการมาก	๖๒
๗๐ ดินเหนียว	๖๒
๗๑ ดินร่วน	๖๓
๗๒ ดินทราย	๖๓
๗๓ ดินดี ในทางการเกษตร	๖๔
๗๔ ดินไม่ดี หรือ ดินเลว	๖๔
๗๕ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดินและพืช	๖๖
๗๖ แสดงสัดส่วน (%โดยปริมาตร) ขององค์ประกอบของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช	๖๖
๗๗ แสดงแหล่งที่มาของกรด-ด่างในดิน	๖๘

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่	หน้า
๗๘ แสดงชุดตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของดินและน้ำ	๖๙
๗๙ แสดงลักษณะดินกรดที่เกิดจากการสลายตัวของแร่ในดิน	๖๙
๘๐ แสดงดินที่พบบริเวณภูเขาหินปูนมีสภาพเป็นด่าง (พบก้อนปูนสีขาวปะปนในดิน)	๖๙
๘๑ สวนหน่อไม้ฝรั่ง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ดินมีสภาพเป็นด่างและเป็นดินเค็ม	๗๐
๘๒ แสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจนในข้าวโพด แสดงขาดธาตุฟอสฟอรัสในข้าวโพด และการขาดโพแทสเซียมในข้าว	๗๑
๘๓ แสดงอาการขาดธาตุสังกะสีในส้มโอ (โรคใบแก้ว)	๗๒
๘๔ หลักการใช้ปุ๋ย	๗๔
๘๕ การกำหนดขอบเขตพื้นที่โครงการ	๘๑
๘๖ การกำหนดพื้นที่ถนนสายหลัก	๘๔
๘๗ พื้นที่รับน้ำฝนแหล่งน้ำต้นทุน ๗ แห่ง	๘๕
๘๘ การกำหนดพื้นที่แหล่งน้ำและร่องน้ำ	๘๖
๘๙ การกำหนดพื้นที่ส่วนกลาง	๘๗
๙๐ การกำหนดพื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย	๘๘
๙๑ การกำหนดพื้นที่แปลงรวม	๘๙
๙๒ กำหนดการใช้พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยต่อ ๑ ราย	๙๒
๙๓ แปลงตัวอย่างผังแม่บทการพัฒนาพื้นที่ ๙๗๖ ไร่	๙๓

๑. เรื่อง แนวทางการวางแผนการพัฒนาในเขตปฏิรูปที่ดิน

๒. ระยะเวลาการดำเนินการ ๒๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖ – ๓๐ เมษายน ๒๕๖๖

๓. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

๓.๑ ความรู้ทางวิชาการด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา เกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำนองสูงสุด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๓.๑.๑ ด้านอุตุนิยมวิทยา

อุตุนิยมวิทยา เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ ที่เกี่ยวข้องกับบรรยากาศที่หุ้มห่อโลกและปรากฏการณ์ของอากาศ เรียกว่า ลมฟ้าอากาศ เช่น ฝน ลม พายุ เป็นต้น ซึ่งแปรปรวนเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา การตรวจอากาศบนพื้นผิวโดยอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

๑) อุณหภูมิอากาศ

การวัดอุณหภูมิที่พื้นโลกอาจจะกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน วิธีที่ปฏิบัติกันมากที่สุดคือ การใช้เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิ มีดังนี้

๑.๑) อุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด

๑.๑.๑) เทอร์โมมิเตอร์สูงสุด (Maximum Thermometer)

เป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทใช้วัดอุณหภูมิสูงสุดประจำวัน เทอร์โมมิเตอร์มีคอติบบริเวณด้านใต้สเกลล่างสุดเมื่ออุณหภูมิตกลงปรอทจะไม่สามารถไหลย้อนกลับได้

๑.๑.๒) เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด (Minimum Thermometer)

เป็นเทอร์โมมิเตอร์ แบบบรรจุวัตถุเหลวภายใน เช่น พวงแอลกอฮอล์ น้ำมันใส เป็นต้น ใช้วัดอุณหภูมิต่ำที่สุดประจำวันโดยมีดัชนี(Index) อยู่ภายในเทอร์โมมิเตอร์ เมื่ออุณหภูมิต่ำลงแอลกอฮอล์จะดูดผิวก้านดัชนีลงไปด้วย

๑.๒) อุณหภูมิต่ำสุดยอดหญ้า เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดยอดหญ้า (Grass minimum Thermometer) หรือ เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดเรดิเอชันของพื้นโลก (Terrestrial radiation Thermometer) เป็นเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา ใช้วัดอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน โดยจะวางให้เป็นแนวนอนบนพื้นหญ้าสั้นให้สัมผัสยอดหญ้าพอดี

๑.๓) อุณหภูมิใต้ดิน เทอร์โมมิเตอร์ใต้ดิน (Soil Thermometers) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิใต้ดินที่ความลึกระดับ ๕ เซนติเมตร ๑๐ เซนติเมตร ๒๐ เซนติเมตร ๕๐ เซนติเมตร และ ๑๐๐ เซนติเมตร เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของรากพืชในระดับต่าง ๆ

๒) ความชื้น

ความชื้น คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศ เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นของอากาศเรียกว่า ไฮโครมิเตอร์ (Psychrometer) ซึ่งประกอบด้วย เทอร์โมมิเตอร์ ๒ อัน อันหนึ่งเป็น เทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาเรียกว่า “เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้ง” อีกอันหนึ่งเป็นเทอร์โมมิเตอร์ ที่มีผ้าฝ้ายลินเปียกหุ้มอยู่ เรียกว่า “เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียก” จากการอ่านผลต่างอุณหภูมิของตุ้มเปียกและตุ้มแห้ง โดยเทียบกับแผ่นตารางที่คำนวณไว้ก่อนแล้ว จะสามารถหาความชื้นของอากาศในขณะนั้นได้ เรียกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)

๓) ความกดอากาศ

การวัดความกดอากาศมีความสำคัญมาก หน่วยที่นิยมใช้วัดความกดของอากาศ คือ มิลลิบาร์ (Millibar) เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดค่าความกดอากาศ เรียกว่า บารอมิเตอร์ (Barometer) มีดังนี้

๓.๑) บารอมิเตอร์ปรอท (Mercury Barometer) เป็นบารอมิเตอร์มาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็น ๒ แบบ คือ บารอมิเตอร์แบบคิ้วและบารอมิเตอร์แบบฟอร์ติน

๓.๑.๑) บารอมิเตอร์แบบคิ้ว (Kew Barometer) เป็นบารอมิเตอร์แบบที่กระเปาะปรอทติดแน่นตายตัวอยู่กับลำของหลอดแก้ว ไม่สามารถปรับแต่งระดับปรอทได้ จะแบ่งออกเป็นแบบใช้บนบก (Kew Station) และแบบที่ใช้ในทะเล (Kew Marine)

๓.๑.๒) บารอมิเตอร์แบบฟอร์ติน (Fortin Barometer) เป็นบารอมิเตอร์แบบสามารถปรับแต่งระดับปรอทให้ผิวหน้าสัมผัสกับเข็มงาช้าง (Ivory pointer) พอดี

๓.๒) บารอมิเตอร์แบบแอนิรอยด์ (Aneroid Barometer) เป็นบารอมิเตอร์แบบเคลื่อนไหวสะดวกและพกพาได้อย่างสบาย เนื่องจากมีลักษณะเป็นกระปุกลูกฟูก ภายในเป็นสุญญากาศ ไม่ใช่ปรอท

๓.๓) บารอกราฟ (Barograph) เป็นบารอมิเตอร์ชนิดแอนิรอยด์สำหรับ ใช้ในการจดบันทึกเป็นกราฟ เข็มซึ่งจะเปลี่ยนเป็นปลายปากกาและสามารถบันทึกลงบนกระดาษกราฟ ที่พันอยู่รอบทรงกระบอกที่หมุนด้วยลานนาฬิกาได้

๔) ความเร็วและทิศทางของลม

การวัดทิศทางและความเร็วลม เพื่อให้ทราบถึงการเคลื่อนตัวของมวลอากาศว่าเป็นไปในทิศทางใด สำหรับการวัดทิศทางของลมนั้นจะใช้ศลม (Wind vane) ส่วนการวัดความเร็วของลมจะใช้เครื่องวัดที่ เรียกว่า อะนิมอมิเตอร์ (Anemometer) ซึ่งมีหลายชนิด แต่ส่วนมากใช้แบบใบพัดหรือกังหัน หรือใช้แบบถ้วยกลม ๓ ใบ และมีก้าน ๓ ก้าน ต่อมารวมกันที่แกนกลาง จาก แกนกลางจะมีแกนต่อลงมาเบื้องล่างเมื่อกังหันหมุนจะเกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทำให้เข็มที่หน้าปัดชี้แสดงความเร็วของลม นอกจากนี้ยังมีเครื่องบันทึกความเร็ว และทิศทางลมลงบนกราฟ เรียกว่า อะนิมอกราฟ (Anemograph)

๕) ปริมาณน้ำฝน

หยาดน้ำฟ้า หมายถึง น้ำต่าง ๆ ในบรรยากาศที่สามารถตกลงมาสู่พื้นดินได้ เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ เป็นต้น ปกติใช้วัดเป็นความลึก ซึ่งสูงขึ้นมาจากพื้นดิน หน่วยวัดน้ำฝน มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร หรือนิ้ว ประเทศไทยวัดเฉพาะปริมาณน้ำฝนอย่างเดียว ในบางกรณีวัดความแรงของฝนด้วย เพื่อประโยชน์ในการวางแผนเมืองและสนามบิน การระบายน้ำ รวมทั้งกิจการที่เกี่ยวกับการเกษตรด้วย เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนมีดังนี้

๕.๑) เครื่องวัดฝนแบบจดบันทึก (Rainfall Recorders) ใช้ลักษณะของ โซฟอน (Natural Siphon Gauge or Float Type) ดูดน้ำให้ไหลออกจากถังลูกลอย เมื่อฝนตกลงมาจนเต็มถังจะทำให้อากาศดันน้ำออกมาทางท่อด้านล่าง และเมื่อน้ำไหลออกจากถัง อากาศจะไหลเข้ามาแทนที่ ทำให้โซฟอนหยุดทำงานโดยทันที

๕.๒) เครื่องวัดฝนแบบแก้วตวง เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย รูปร่างเป็นรูปทรงกระบอกกลมตลอด หรือบางที่ทำได้ก้นผายออก เพื่อให้ตั้งได้มั่นคงขึ้น ตัวเครื่องทำด้วยเหล็ก หรือ ทองแดงที่ไม่เป็นสนิม ตอนขอบบนของเครื่องทำเป็นปากรับน้ำหนักฝนขนาดแน่นอน นิยมใช้ปากถังขนาด ๘ นิ้ว ที่ขอบปากถังต้องทำให้หนาเป็นพิเศษกันบุบเบี้ยวหรือเสียรูปทรง ติดตั้งไว้บนพื้นดินเรียบ และสูงจากพื้นดินไม่เกิน ๑ เมตร ห้ามติดตั้งไว้ที่ลาดชัน

๕.๓) เครื่องวัดฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighing Type) เป็นแบบที่ใช้น้ำหนักของถังรองรับน้ำรวมกับน้ำหนักของฝนที่ตกลงมา ไปกระทำต่อกลไกของสปริง หรือใช้ระบบสมดุลของน้ำหนัก เครื่องนี้จะไม่มีระบบระบายน้ำออกเองเมื่อน้ำฝนเต็มถังกลไกสามารถบันทึกทั้งทางขึ้นทางลงได้ถึง ๔ ครั้ง จนกว่าจะถึงขีดสูงสุดของการรายงาน เครื่องนี้ออกแบบเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำให้ลดน้อยลง

๓.๑.๒.ด้านอุทกวิทยา

ข้อมูลด้านอุทกวิทยา นำไปคำนวณค่าต่าง ๆ สำหรับการศึกษาคูณการดังต่อไปนี้

๑) ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี

ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี คือ จำนวนน้ำท่าไหลเข้าสู่โครงการเฉลี่ยต่อปี หาได้ดังนี้

$$R = CIA \times ๑,๐๐๐$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (ม.³)

I = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี (มม.)

A = พื้นที่รับน้ำฝน (กม²)

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า หาได้จาก ตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ สัมประสิทธิ์น้ำท่า

พื้นที่รับน้ำฝน (กม²)	สัมประสิทธิ์น้ำท่าเฉลี่ย, C		
	A	B	C
น้อยกว่า ๑.๐	๐.๔๐๐	๐.๓๒๕	๐.๒๒๕
๑.๐ - ๕.๐	๐.๓๗๕	๐.๒๗๕	๐.๒๒๕
๕.๐ - ๑๐.๐	๐.๓๒๕	๐.๒๒๕	๐.๒๐๐
มากกว่า - ๑๐.๐	๐.๓๐๐	๐.๒๐๐	๐.๑๕๐

โดยที่

A = พื้นที่รับน้ำฝนที่มีความลาดชันมาก (ความลาดชันตั้งแต่ ๘% ขึ้นไป)

B = พื้นที่รับน้ำฝนที่มีความลาดชันปานกลางถึงมาก (ความลาดชัน ๓-๘%)

C = พื้นที่รับน้ำฝนค่อนข้างราบ (ความลาดชัน ๐-๓%)

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

สำหรับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีสามารถใช้ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ดังแสดงในตารางที่ ๒ ถึง ตารางที่ ๕

ตารางที่ ๒ ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคเหนือ ปี ๒๕๑๔ - ๒๕๔๓
(มิลลิเมตร)

จังหวัด/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.	รวม
แม่ฮ่องสอน	7.7	4.8	16.6	59.1	168.3	184.4	216.5	253.8	204.7	106.9	45.2	14.3	1,282.3
เชียงราย	11.2	12.2	20.9	94.6	194.7	194.8	319.1	377.7	271.2	130.7	56.6	18.5	1,702.2
พะเยา	5.0	11.3	22.6	93.9	168.7	101.8	140.3	190.3	193.5	116.5	40.5	11.5	1,095.9
เชียงใหม่	7.7	9.2	17.3	54.5	155.4	119.4	157.6	224.4	202.4	116.6	51.4	18.1	1,134.0
ลำปาง	5.6	7.6	20.5	65.1	148.5	114.7	146.0	193.4	210.3	106.4	34.3	7.6	1,060.0
ลำพูน	2.4	5.9	13.1	42.8	146.4	123.2	118.3	153.2	191.3	110.5	48.1	7.2	962.4
แพร่	6.3	9.7	24.6	77.3	174.0	120.6	152.5	212.4	185.4	90.0	22.1	7.0	1,081.9
น่าน	7.3	13.1	31.6	96.1	167.8	133.4	214.8	2.0.9	196.5	78.5	20.5	6.8	1,237.3
อุตรดิตถ์	7.4	14.9	25.4	78.7	233.2	185.8	187.4	263.6	263.5	116.4	29.9	4.1	1,410.3
ตาก	4.2	8.4	13.4	42.0	161.2	124.2	93.7	127.9	208.9	203.9	60.8	52	1,053.8
พิษณุโลก	5.1	12.9	30.5	54.5	178.4	179.8	187.9	256.7	230.6	159.3	33.3	6.6	1,335.6
เพชรบูรณ์	5.6	19.0	38.4	67.9	155.8	144.2	154.1	189.3	200.8	86.9	10.5	6.6	1,079.1
กำแพงเพชร	1.8	13.5	30.4	46.1	198.2	149.6	152.2	173.8	268.5	190.5	50.1	5.6	1,280.3
นครสวรรค์	5.4	12.5	33.4	58.3	153.1	110.4	133.1	185.0	218.2	132.6	305	4.9	1,077.4
สุโขทัย	3.2	9.2	36.9	70.0	172.0	141.8	156.4	166.8	284.2	199.0	43.5	9.7	1,292.7
อุทัยธานี	26.1	58.0	72.5	272.9	141.6	124.6	63.6	122.0	286.3	278.0	23.6	10.5	1,479.7
พิจิตร	0	5.3	7.4	26.7	91.5	98	109.9	126.1	210.6	83.4	10.8	0	815.9

หมายเหตุ: ปริมาณน้ำฝน จ.สุโขทัย จ.อุทัยธานี จ.พิจิตร เป็นข้อมูลปี ๒๕๔๐-๒๕๔๙

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

ตารางที่ ๓ ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ปี ๒๕๑๔ - ๒๕๔๓ (มิลลิเมตร)

จังหวัด/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.	รวม
หนองคาย	6.9	14.5	30.3	81.7	226.6	261.7	262.9	320.6	235.4	81.8	11.9	5.0	1,539.3
เลย	5.9	16.8	41.9	93.5	202.7	174.7	167.4	175.3	219.9	115.5	18.4	5.5	1,237.5
อุดรธานี	5.2	21.0	47.5	83.0	194.5	217.9	222.8	281.1	224.3	80.7	7.8	5.0	1,390.8
สกลนคร	4.1	25.7	45.9	97.6	224.0	269.9	267.8	367.7	211.3	73.2	6.4	6.3	1,599.9
นครพนม	3.5	27.3	49.4	103.6	237.2	400.3	483.9	578.8	276.5	81.7	8.8	4.8	2,255.8
ขอนแก่น	2.1	16.0	37.9	71.9	171.8	168.5	168.9	207.3	236.1	108.8	14.9	5.1	1,209.3
มุกดาหาร	4.6	18.7	29.6	96.6	176.5	261.2	230.1	347.6	235.5	94.1	9.9	2.7	1,507.1
มหาสารคาม	2.0	14.1	47.8	87.4	157.9	193.0	150.9	207.8	227.5	111.7	14.1	4.4	1,218.6
ชัยภูมิ	3.3	18.7	39.7	91.5	147.3	152.5	119.5	162.4	229.3	132.2	16.3	5.3	1,118.0
ร้อยเอ็ด	4.5	21.0	26.8	83.0	184.7	209.3	195.6	259.1	249.6	97.5	12.1	2.1	1,345.3
อุบลราชธานี	1.2	16.5	24.9	85.8	210.1	261.0	251.9	308.3	289.7	108.0	22.7	1.3	1,581.4
นครราชสีมา	5.9	18.1	36.1	66.3	137.2	111.8	115.3	146.2	226.6	141.2	27.0	3.0	1,034.7
สุรินทร์	4.8	11.7	26.1	95.0	165.6	206.2	196.3	224.6	259.2	134.7	26.4	1.0	1,351.6
บุรีรัมย์	6.4	15.8	41.6	76.4	157.6	140.8	151.4	183.9	241.4	133.8	36.8	2.3	1,188.2

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

ตารางที่ ๔ ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคกลาง ปี ๒๕๑๔ – ๒๕๔๓ (มิลลิเมตร)

จังหวัด/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.	รวม
สุพรรณบุรี	6.5	7.3	18.3	59.1	120.6	100.2	106.0	127.2	253.9	209.3	42.2	9.3	1,059.9
ลพบุรี	4.7	11.6	25.5	74.3	147.2	113.6	126.6	166.2	263.7	151.1	34.9	4.4	1,123.8
กาญจนบุรี	5.2	11.4	27.5	75.0	135.3	83.8	102.1	109.0	227.8	209.3	62.7	6.2	1,055.3
ปราจีนบุรี	7.7	17.1	50.1	128.2	213.7	251.8	270.4	377.7	355.7	163.9	35.1	6.9	1,878.3
สระแก้ว	6.6	23.2	53.0	82.8	170.1	171.3	182.7	207.3	258.2	170.5	47.1	3.8	1,376.6
ชลบุรี	10.9	16.7	34.5	78.5	165.3	143.3	132.1	162.9	281.7	210.0	58.2	4.7	1,298.8
ระยอง	19.6	38.7	66.7	83.4	191.8	167.7	163.5	131.8	263.1	203.9	66.5	4.6	1,401.3
จันทบุรี	12.4	36.4	56.7	113.2	336.5	515.3	435.0	505.3	500.1	277.6	55.4	8.2	2,852.1
ตราด	38.3	76.1	104.3	172.9	371.0	902.9	903.0	1,071.4	634.6	357.5	84.9	20.2	4,737.1
เพชรบุรี	8.7	4.4	18.0	35.1	87.1	93.0	76.6	101.3	156.7	272.4	123.0	11.1	987.4
ประจวบคีรีขันธ์	27.0	32.3	43.9	48.0	121.4	95.6	100.2	102.4	88.4	231.3	199.9	22.2	1,112.6

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

ตารางที่ ๕ ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคใต้ ปี ๒๕๑๔ – ๒๕๔๓ (มิลลิเมตร)

จังหวัด/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.	รวม
ชุมพร	74.7	59.6	67.9	80.1	174.0	173.8	177.0	217.5	168.0	250.8	334.2	98.7	1,876.3
สุราษฎร์ธานี	35.4	8.3	19.8	68.6	170.6	143.5	153.9	147.1	196.8	227.4	329.3	130.0	1,630.7
นครศรีธรรมราช	146.9	59.9	59.7	106.5	172.2	99.1	113.4	115.7	160.1	322.1	624.7	415.8	2,396.1
สงขลา	54.6	37.0	43.9	77.6	119.5	93.1	98.0	111.4	130.0	252.2	567.3	420.3	1,994.9
ปัตตานี	47.9	31.2	39.5	72.2	137.2	110.9	115.5	136.8	151.3	199.0	437.8	364.1	1,843.4
นราธิวาส	78.4	52.5	94.4	78.9	141.5	127.0	132.6	163.7	188.9	258.0	609.7	559.0	2,485.2
ระนอง	12.2	16.5	49.9	154.6	446.0	696.1	644.2	814.7	661.3	414.3	173.9	35.6	4,199.3
พังงา	35.2	38.7	93.3	202.6	445.3	401.9	437.4	548.7	598.2	506.3	275.1	55.9	3,638.6
ภูเก็ต	21.7	30.3	59.2	135.4	282.6	244.0	283.5	293.5	382.8	305.0	173.8	59.4	2,271.2
กระบี่	14.5	49.3	86.3	178.4	165.5	219.1	206.0	336.6	307.9	355.1	178.9	73.0	2,170.6
ตรัง	35.9	23.7	64.9	133.1	220.1	225.4	270.0	294.0	330.3	282.3	206.3	110.4	2,196.3
สตูล	12.3	39.5	98.4	217.0	251.5	193.0	248.5	254.2	348.4	322.4	212.8	81.7	2,279.7

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

๒) ปริมาณน้ำนองสูงสุด

ปริมาณน้ำนองสูงสุด คือ น้ำจำนวนมากที่สุดที่ไหลมาในลำน้ำ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักเป็นเวลาติดต่อกัน สามารถคำนวณหาได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับพื้นที่รับน้ำ และ ประเภทของแหล่งน้ำที่ต้องการพัฒนาโดยใช้รอบปีในการกำหนดค่า ทั้งนี้รอบปีที่ใช้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ออกแบบ ซึ่งกำหนดตามประเภทของอาคารระบายน้ำที่จะออกแบบ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ ท่อกลม ค.ส.ล. ใช้รอบปี ๕-๑๐ ท่อสี่เหลี่ยม ค.ส.ล. ใช้รอบปี ๒๕ สะพาน ค.ส.ล. ใช้รอบปี ๒๕-๕๐ ฝาย, อ่างเก็บน้ำ ใช้รอบปี ๒๕ ดังแสดงในตารางข้อมูลด้านอุทกวิทยาแต่ละภาค ดังแสดงในตารางที่ ๖ ถึง ตารางที่ ๙

ตารางที่ ๖ ข้อมูลด้านอุทกวิทยาภาคเหนือ

สถานีตัวแทน จังหวัด	รอบ ปี	ปริมาณน้ำนองสูงสุด (ม ³ /วินาที/กม ²)			
		0-10 กม ² .	10-20 กม ² .	20-30 กม ² .	30-40 กม ² .
<u>อ.แม่วิม เชียงใหม่</u> - แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำปาง ตาก พะเยา	5	4.48	3.01	2.31	1.89
	10	5.25	3.53	2.71	2.22
	25	6.4	4.3	3.3	2.7
	50	7.23	4.86	3.73	3.05
<u>อ.เมือง เชียงราย</u> - เชียงราย	5	9.03	4.81	3.40	2.66
	10	10.49	5.59	3.96	3.10
	25	12.2	6.5	4.6	3.6
	50	13.42	7.15	5.06	3.96
<u>อ.ลี้ ลำพูน</u> - ลำพูน	5	4.90	3.29	2.52	2.03
	10	5.75	3.86	2.96	2.38
	25	7.0	4.7	3.6	2.9
	50	7.91	5.31	4.07	3.28
<u>อ.สอง แพร่</u> - แพร่ น่าน	5	6.22	4.14	3.18	2.59
	10	7.22	4.82	3.70	3.01
	25	8.4	5.6	4.3	3.5
	50	9.74	6.50	4.99	4.06
<u>อ.งิ้วราย สุโขทัย</u> - สุโขทัย กำแพงเพชร พิจิตร นครสวรรค์	5	4.65	3.15	2.41	1.91
	10	5.10	3.46	2.64	2.09
	25	5.6	3.8	2.9	2.3
	50	6.16	4.18	3.19	2.53
<u>อ.ท่าปลา อุตรดิตถ์</u> - อุตรดิตถ์ พิษณุโลก	5	6.14	4.07	3.15	2.57
	10	6.73	4.46	3.46	2.82
	25	7.4	4.9	3.8	3.1
	50	8.14	5.39	4.18	3.41

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

ตารางที่ ๗ ข้อมูลด้านอุทกวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานีตัวแทน จังหวัด	รอบ ปี	ปริมาณน้ำนองสูงสุด (ม ³ / วินาที / กม ² .)			
		0-10 กม ² .	10-20 กม ² .	20-30 กม ² .	30-40 กม ² .
<u>อ.ยางตลาด กาฬสินธุ์</u>	5	1.68	1.33	1.05	0.91
- อุดรธานี กาฬสินธุ์	10	2.02	1.60	1.26	1.09
ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ	25	2.4	1.9	1.5	1.3
ยโสธร	50	2.71	2.15	1.70	1.47
<u>อ.บรบือ มหาสารคาม</u>	5	2.19	1.66	1.36	1.13
- เลย ขอนแก่น	10	2.55	1.94	1.58	1.32
มหาสารคาม สุรินทร์	25	2.9	2.2	1.8	1.5
บุรีรัมย์	50	3.31	2.51	2.05	1.71
<u>อ.ชาติพนม นครพนม</u>	5	3.07	2.41	1.91	1.66
- หนองคาย นครพนม	10	3.37	2.64	2.09	1.82
	25	3.7	2.9	2.3	2.0
	50	3.89	3.05	2.42	2.10
<u>อ.เมือง สกลนคร</u>	5	2.16	1.66	1.33	1.16
- สกลนคร อุบลราชธานี	10	2.37	1.82	1.46	1.27
	25	2.6	2.0	1.6	1.4
	50	2.73	2.10	1.68	1.47
<u>อ.พัฒนานิคม นครราชสีมา</u>	5	2.70	2.12	1.68	1.46
- ชัยภูมิ นครราชสีมา	10	3.18	2.49	1.98	1.72
	25	3.7	2.9	2.3	2.0
	50	4.03	3.16	2.51	2.18

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

ตารางที่ ๘ ข้อมูลด้านอุทกวิทยาสำหรับ ภาคกลาง, ตะวันออก, ตะวันตก

สถานีตัวแทน จังหวัด	รอบ ปี	ปริมาณน้ำนองสูงสุด (ม ³ / วินาที / กม. ²)			
		0-10 กม. ² .	10-20 กม. ² .	20-30 กม. ² .	30-40 กม. ² .
<u>คลองสิน สระบุรี</u> - สระบุรี กาญจนบุรี	5	1.97	1.48	1.23	1.07
	10	2.14	1.60	1.34	1.16
	25	2.4	1.8	1.5	1.3
	50	2.59	1.94	1.62	1.40
<u>อ.ผักไห่ ออยุธยา</u> - อุทัยธานี ลพบุรี สิงห์บุรี ชัยนาท อ่างทอง สมุทรปราการ อยุธยา นนทบุรี สุพรรณบุรี ฉะเชิงเทรา นครปฐม กรุงเทพฯ	5	2.08	1.52	1.28	1.12
	10	2.29	1.67	1.41	1.23
	25	2.6	1.9	1.6	1.4
	50	2.91	2.13	1.79	1.57
<u>อ.บ้านโป่ง ราชบุรี</u> - สมุทรสาคร ราชบุรี สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์	5	2.61	1.79	1.42	1.19
	10	2.94	2.02	1.60	1.34
	25	3.5	2.4	1.9	1.6
	50	3.96	2.71	2.15	1.81
<u>อ.ศรีมหาโพธิ์ ปราจีนบุรี</u> - นครนายก ปราจีนบุรี	5	1.89	1.48	1.15	0.98
	10	2.12	1.66	1.29	1.11
	25	2.3	1.8	1.4	1.2
	50	2.59	2.02	1.57	1.35
<u>อ.เมือง ชลบุรี</u> - ชลบุรี ระยอง	5	1.80	1.43	1.13	0.98
	10	2.09	1.65	1.31	1.13
	25	2.4	1.9	1.5	1.3
	50	2.78	2.20	1.74	1.51
<u>อ.มะขาม จันทบุรี</u> - จันทบุรี ตราด	5	4.43	3.36	2.79	2.38
	10	4.98	3.78	3.13	2.67
	25	5.4	4.1	3.4	2.9
	50	6.07	4.61	3.82	3.26

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

ตารางที่ ๙ ข้อมูลด้านอุทกวิทยาสำหรับภาคใต้

สถานีตัวแทน จังหวัด	รอบ ปี	ปริมาณน้ำองสูงสุด (ม ³ / วินาที / กม ² .)			
		0-10 กม ² .	10-20 กม ² .	20-30 กม ² .	30-40 กม ² .
<u>อ.ท่าแซะ จุฬพร</u> - จุฬพร สุราษฎร์ธานี	5	8.55	5.7	4.39	3.54
	10	9.77	6.51	5.02	4.05
	25	11.1	7.4	5.7	4.6
	50	12.88	8.58	6.61	5.34
<u>อ.ปากพนัง นครศรีธรรมราช</u> - นครศรีธรรมราช พัทลุง	5	11.40	7.63	5.90	4.59
	10	12.65	8.46	6.55	5.10
	25	13.9	9.3	7.2	5.6
	50	15.85	10.60	8.21	6.38
<u>สวนยางคองหงส์ สงขลา</u> - สงขลา ปัตตานี ยะลา	5	8.48	5.68	4.40	3.52
	10	9.22	6.18	4.79	3.83
	25	10.6	7.1	5.5	4.4
	50	11.98	8.02	6.22	4.97
<u>อ.ยี่งอ นราธิวาส</u> - นราธิวาส	5	9.12	6.08	4.72	3.84
	10	9.92	6.60	5.13	4.18
	25	11.4	7.6	5.9	4.8
	50	12.88	8.59	6.67	5.42
<u>อ.เมือง ภูเก็ต</u> - ภูเก็ต กระบี่ ตรัง สตูล	5	4.29	2.89	2.26	1.79
	10	4.79	3.22	2.52	2.00
	25	5.5	3.7	2.9	2.3
	50	6.11	4.11	3.22	2.55
<u>อ.กระบี่ ะนอง</u> - ะนอง พังงา	5	3.63	2.44	1.88	1.5
	10	4.64	3.12	2.40	1.92
	25	5.8	3.9	3.0	2.4
	50	6.67	4.49	3.45	2.76

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

๓.๒ ความรู้ทางวิชาการด้านวิศวกรรมโยธา เกี่ยวกับการสำรวจ การออกแบบ การประมาณราคา แหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ และ ถนน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๓.๒.๑. ด้านการสำรวจ

๑.) การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม

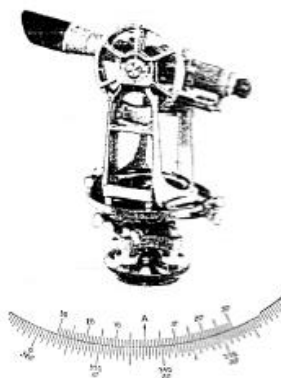
๑.๑) ความหมายของการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม

การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม หมายถึงการสำรวจเก็บข้อมูลเพื่อทำแผนที่แบบแปลนต่าง ๆ รวมถึงการสำรวจเพื่อกำหนดแนวก่อสร้าง โดยใช้กล้องวัดมุมเป็นเครื่องมือหลัก ซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือสำรวจอื่น ๆ ประกอบ เช่น โซ-เทป และอุปกรณ์ เป็นต้น การสำรวจด้วยกล้องวัดมุมจะได้ข้อมูลที่มีความละเอียดถูกต้อง จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสำรวจกันโดยทั่วไป

๑.๒) ชนิดของกล้องวัดมุม

การแบ่งชนิดของกล้องวัดมุม ได้มีการแบ่งไว้หลายแบบด้วยกัน เช่น แบ่งตามลักษณะของเครื่องมือที่ใช้อ่านค่า แบ่งตามระบบการอ่าน และแบ่งตามลักษณะของการวัดมุม เป็นต้น การแบ่งดังกล่าวทำให้ผู้ที่เริ่มศึกษาเกี่ยวกับกล้องวัดมุมเกิดความสับสน ดังนั้นในที่นี้จะขอแบ่งชนิดของกล้องวัดมุมตามลักษณะของเครื่องมือที่ใช้อ่านค่าจากกล้องวัดมุม ซึ่งจะง่ายต่อการศึกษาและสอดคล้องกับการใช้งานดังต่อไปนี้

๑.๒.๑) กล้องวัดมุมชนิดอ่านค่าโดยเครื่องอ่านเศษมาตราหรือเวอร์เนีย (The Vernier Theodolite) ตามรูปภาพที่ ๑ เป็นกล้องวัดมุมรุ่นเก่ามีน้ำหนักมาก ไม่สะดวกในการขนย้ายระหว่างปฏิบัติงาน การอ่านค่าองศา อ่านจากขีดส่วนแบ่งของจานองศาโดยตรง โดยใช้เครื่องอ่าน เศษมาตรา ซึ่งอ่านค่อนข้างยาก และอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย กล้องแบบนี้ เช่น กล้อง Cooke และ Berker เป็นต้น กล้องชนิดนี้ในปัจจุบันไม่นิยมใช้หรือไม่ใช้กันเลย



รูปภาพที่ ๑ แสดงกล้องวัดมุมแบบเครื่องอ่านเศษมาตรา

ที่มา: นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓).

๑.๒.๒) กล้องวัดมุมชนิดที่อ่านค่าโดยใช้ระบบแสง (Optical Reading Theodolite) ตามรูปภาพที่ ๒ เป็นกล้องวัดมุมที่อ่านค่าโดยให้แสงสะท้อนภาพขีดส่วนแบ่งของจานองศา ซึ่งอาจสะท้อนจากจานองศาหน้าเดียว (Single Image Reading) หรือสะท้อนจากจานองศาสองหน้า (Double Image Reading) การอ่านค่ามุมจะอ่านจากกล้องขยาย (Microscope) หรือ Micrometer ขยายขีดส่วนแบ่งองศาให้ใหญ่ขึ้น ช่วยให้การอ่านค่ามุมสะดวกและให้ความละเอียดถูกต้องสูง เช่น กล้อง Wile T๑๖, Wile T๒, Topcon T๑-๒๐

และ Sokkia เป็นต้น กล้องที่ใช้การอ่านระบบนี้ เป็นที่นิยมแพร่หลายมานาน แต่ในปัจจุบันเริ่มล้าสมัยและจะค่อย ๆ หดไป



รูปภาพที่ ๒ แสดงกล้องวัดมุมแบบอ่านค่าโดยระบบแสง
ที่มา: นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓).

๑.๒.๓) กล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Digital Theodolite หรือ Electronic Theodolite) ตามรูปภาพที่ ๓ เป็นกล้องวัดมุมที่พัฒนาระบบการอ่านค่าจาณองศา จากการอ่านโดยใช้ระบบแสงมาเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยค่าขององศาจะปรากฏเป็นตัวเลขบนจอภาพ ช่วยให้การอ่านค่าองศาเป็นไปโดยสะดวกและถูกต้อง จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน แต่กล้องประเภทนี้ค่อนข้างจะบอบบางและต้องใช้แบตเตอรี่ในการทำงาน ดังนั้นเมื่อใช้กล้องชนิดนี้จึงต้องใช้ความระมัดระวังให้มาก และควรมีแบตเตอรี่สำรองไว้เสมอ



รูปภาพที่ ๓ แสดงกล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์
ที่มา: นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓).

๑.๒.๔) กล้องประมวลผลรวม (Total Station) ตามรูปภาพที่ ๔ เป็นกล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาให้มีคุณภาพสูงขึ้น สามารถใช้วัดมุมราบ มุมตั้ง ระยะราบ ระยะตั้ง การคำนวณค่าความสูง และค่าพิกัด มีระบบสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Field Book) หรือแผ่นการ์ด สามารถต่อเชื่อมโยงกับเครื่องคอมพิวเตอร์และพล็อตเตอร์ (Plotter) สามารถเขียนแผนที่จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจโดยตรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะใช้กันอย่างกว้างขวาง เพราะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจทำแผนที่



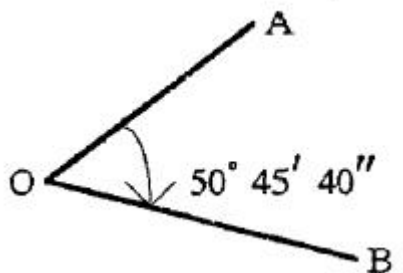
รูปภาพที่ ๔ แสดงกล้องประมวลผลรวม
ที่มา: นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓).

๑.๓) การวัดมุมราบ

การวัดมุมราบด้วยกล้องวัดมุมมีหลายวิธี ขึ้นกับลักษณะของงาน และความละเอียดที่ต้องการ เช่น การวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง (Direction Method) การวัดมุมทบ (Repeatition Method) การวัดภาคของทิศ (Azimuth Method) และวัดมุมเห (Deflection Angle) เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง และการวัดภาคของทิศทาง เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาและปฏิบัติงานต่อไป

การวัดมุมราบทั่วไปนิยมวัดด้วยกล้องทั้งหน้าซ้ายและหน้าขวา ซึ่งจะได้ค่ามุมที่ถูกต้องดีกว่ากล้องเพียงหน้าเดียว ทั้งยังเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดในการวัดมุมภายในตัว เพราะค่ามุมที่ได้จากการวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายและกล้องหน้าขวาควรใกล้เคียงกัน ถ้าค่าแตกต่างกันแสดงให้เห็นได้ว่า มีความคลาดเคลื่อนในการวัดมุมจะต้องทำการวัดใหม่

๑.๓.๑) การวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง



รูปภาพที่ ๕ แสดงการวัดมุมราบ
ที่มา: นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓).

ตามรูปภาพที่ ๕ ต้องการวัดมุม AOB สมมุติค่าประมาณ $50^{\circ} 45' 40''$ มีขั้นตอนการวัดมุมดังนี้

- (๑.) ตั้งกล้องวัดมุมให้ตรงมุม O และตั้งระดับกล้อง ตั้งสามขาแขวนดิ่งให้ตรงมุม A และมุม B
- (๒.) เริ่มต้นวัดมุมด้วยการใช้กล้องหน้าซ้ายส่องที่หมาย A อ่านค่าจานองศาราบเป็นกล้องซ้ายครั้งที่ ๑ หรือ L_1 การเริ่มส่องที่มุม A นี้ อาจตั้งค่า 0° ไว้ที่มุม A ด้วยก็ได้ถ้าตั้งค่า 0° ไว้ที่มุม A จะช่วยให้การคำนวณหรือการตรวจสอบค่าทำได้สะดวกขึ้น ตามตัวอย่างนี้เริ่มต้นด้วยการตั้งค่า 0° ไว้ที่มุม A ดังนั้นค่า $L_1 = 0^{\circ} 00' 00''$
- (๓.) หมุนกล้องส่องที่หมาย B กล้องยังคงเป็นหน้าซ้าย อ่านค่าจานองศาราบ สมมุติอ่านค่าได้ $L_2 = 50^{\circ} 45' 20''$
- (๔.) กลับกล้องเป็นหน้าขวา หมุนกล้องส่องที่หมาย A อ่านค่าจานองศาราบ สมมุติอ่านค่าได้ $R_1 = 129^{\circ} 55' 00''$
- (๕.) หมุนกล้องส่องที่หมาย B กล้องยังคงเป็นหน้าขวา อ่านค่าจานองศาราบจะได้ค่า R_2 สมมุติ $R_2 = 230^{\circ} 45' 00''$
- (๖.) คำนวณค่ามุมราบ ซึ่งจะได้ค่ามุมจากกล้องหน้าซ้าย ๑ ค่า และจากกล้องหน้าขวาก็ ๑ ค่า นำมาเฉลี่ยกันจะเป็นค่ามุมราบที่ต้องการ

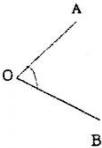
$$\begin{aligned}
 \Delta_1 &= L_2 - L_1 \\
 &= (50^{\circ} 45' 20'' - 0^{\circ} 00' 00'') = 50^{\circ} 45' 20'' \\
 \Delta_2 &= R_2 - R_1 \\
 &= (230^{\circ} 45' 00'' - 129^{\circ} 55' 00'') = 50^{\circ} 46' 00'' \\
 &= 50^{\circ} 46' 00'' - 50^{\circ} 45' 20'' \\
 \text{ค่ามุมที่ต้องการ } \Delta &= 50^{\circ} 45' 40''
 \end{aligned}$$

ในการคำนวณค่ามุม จะต้องเอาค่า L_2 หรือ R_2 เป็นตัวตั้งเสมอ ถ้าค่า L_2 หรือ R_2 น้อยกว่าค่า L_1 หรือ R_1 ให้เอา 360° บวกเข้ากับค่า L_2 หรือ R_2 ก่อนแล้วจึงนำ L_1 หรือ R_1 ไปลบ

อนึ่งค่ามุมที่วัดได้โดยปกติจะเป็นมุมที่นับจากที่หมายเล็งครั้งแรก (มุม A) เวียนตามเข็มนาฬิกา จนถึงที่หมายเล็งครั้งที่สอง (มุม B)

(๗.) การจดสมุดสนาม ในการวัดมุมราบจะต้องมีการจดค่าต่าง ๆ อย่างเป็นระบบให้ถูกต้องและเป็นระเบียบ มิฉะนั้นถ้าทำการวัดมุมราบจำนวนมาก อาจทำให้สับสนและเกิดความผิดพลาด

ตัวอย่างการจดสมุดสนามและการคำนวณค่ามุมราบ

โครงการ.....								วันที่/....../....	
หัวหน้ากลุ่ม.....ผู้ส่อง.....ผู้จุด.....								ลักษณะ	
ผู้วัดระยะ ๑.....๒.....								อากาศ.....	
ที่ตั้ง กล้อง	ที่หมาย เล็ง	ค่าที่อ่านได้				มุมรวมมุมราบเฉลี่ย			หมายเหตุ
		L/R	๐	'	''	๐	'	''	
๐	A	L _๑	๐	๐๐	๐๐				
	B	L _๒	๕๐	๔๕	๒๐	๕๐	๔๕	๒๐	
	A	R _๑	๑๗๙	๕๙	๐๐				
	B	R _๒	๒๓๐	๔๕	๐๐	๕๐	๔๖	๐๐	
มุมราบเฉลี่ย						๕๐	๔๕	๔๐	

๑.๓.๒) การวัดภาคของทิศ

ในงานสำรวจโดยทั่วไปจะวัดค่ามุมภาคของทิศของเส้นสำรวจแรกออก เพื่อใช้ทิศเหนือเป็นแนวอ้างอิง ทิศเหนือในที่นี้หมายถึงเหนือแม่เหล็ก ซึ่งหาได้โดยอาศัยเข็มทิศประกอบกล้องวัดมุม การตั้งทิศเหนือนี้จะตั้งค่าจานองศาราบให้เป็น ๐° ด้วยหรือไม่ก็ได้ ถ้าตั้งค่าจานองศาราบเป็น ๐° จะคำนวณค่าภาคของทิศได้สะดวก กล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่านค่าเป็นตัวเลข ๐° ได้โดยการกดปุ่มสำหรับตั้ง ๐° ซึ่งทำได้สะดวกมาก ส่วนกล้องที่เป็นระบบแสง ถ้าปฏิบัติได้จนชำนาญก็สามารถตั้ง ๐° ได้รวดเร็วเช่นกัน ในที่นี้จะแนะนำการตั้งทิศเหนือและการตั้ง ๐° ที่ทิศเหนือ โดยแบ่งตามชนิดของกล้องดังนี้

(๑) กล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่านค่าเป็นตัวเลข และกล้องประมวลผลรวมมีลำดับขั้นตอนดังนี้

(๑.๑) เมื่อตั้งกล้องตรงมุมและตั้งระดับกล้องเรียบร้อยแล้ว นำเข็มทิศประกอบเข้ากับกล้อง และคลายควงบังคับเข็มทิศ เพื่อให้เข็มทิศหมุนได้โดยอิสระ

(๑.๒) ใช้กล้องหน้าซ้าย หมุนตัวกล้องจนกระทั่งเข็มทิศเข้าใกล้ขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ใกล้เคียง ๐° (แล้วแต่ชนิดของเข็มทิศ) แล้วหมุนควงบังคับยึดกล้องไว้

(๑.๓) ใช้ควงสัมผัสทางราบหมุนสายกล้อง จนกระทั่งเข็มทิศตรงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ ๐° พอดี ขณะนี้กล้องจะส่องไปยังทิศเหนือแม่เหล็ก

(๑.๔) เปิดสวิตช์กล้อง ค่าของจานองศาราบจะเป็น ๐° หรือถ้าสวิตช์ของกล้องเปิดอยู่ก่อนแล้ว ให้กดปุ่มตั้ง ๐° ตามวิธีการของกล้องนั้น ๆ ค่าของจานองศาราบก็เป็น ๐° ซึ่งขณะนี้นักกล้องส่องไปยังทิศเหนือ และค่าของจานองศาราบก็เป็น ๐°

(๒) กล้องวัดมุมชนิดที่อ่านค่าโดยใช้ระบบแสง มีลำดับขั้นตอนดังนี้

(๒.๑) เมื่อตั้งกล้องตรงมุมและตั้งระดับกล้องแล้ว นำเข็มทิศประกอบเข้ากับกล้อง คลายควงบังคับเข็มทิศ เพื่อให้เข็มทิศหมุนได้โดยอิสระ

(๒.๒) การตั้งศูนย์จานองศาราบ

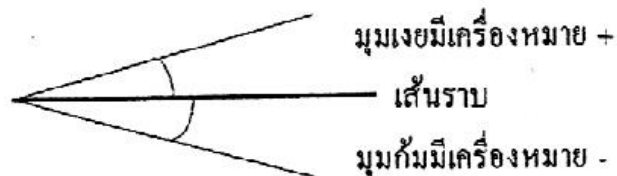
(๒.๓) กรณีที่กล้องวัดมุมมีระบบควงบังคับทางราบตัวเดียว ใช้กล้องหน้าซ้ายหมุนตัวกล้องพร้อมทั้งอ่านค่าจานองศาราบ จนกระทั่งค่าจานองศาราบใกล้เคียง ๐° จึงหมุนควงบังคับทางราบ

เพื่อยึดกล้องไว้ แล้วหมุนควงสัมผัสทางราบ จนกระทั่งค่าจานองศาราบเป็น 0° พอดี แล้วใช้ระบบบังคับจานองศา เพื่อบังคับให้จานองศาราบหมุนตามตัวกล้องจะทำให้ค่าจานองศาราบเป็น 0° เสมอ

(๒.๔) กรณีที่กล้องวัดมุมมีระบบควงบังคับทางราบ ๒ ตัว ให้คลายควงบังคับทางราบตัวล่างออก แล้วหมุนตัวกล้องจนกระทั่งเข็มทิศใกล้เคียงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศใกล้เคียง 0° แล้วหมุนควงบังคับทางราบตัวล่างยึดกล้องไว้ จากนั้นหมุนควงสัมผัสทางราบตัวล่างหมุนสายกล้องจนกระทั่งเข็มทิศตรงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ 0° พอดี ขณะนี้กล้องจะส่องไปยังทิศเหนือและค่าของจานองศาราบเป็น 0° ถ้าต้องการวัดภาคของทิศ ก็ให้คลายควงบังคับทางราบตัวบน หมุนกล้องส่องที่หมายที่ต้องการ ซึ่งในตอนนี้จะต้องระวังใช้ควงบังคับทางราบ และควงบังคับทางราบตัวบนเท่านั้น ถ้าเผลอไปใช้ควงบังคับทางราบและควงสัมผัสตัวล่าง ค่าภาคของทิศที่วัดได้จะคลาดเคลื่อน

๑.๔) การวัดมุมตั้ง

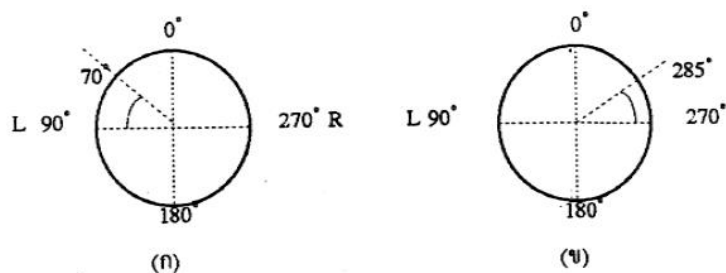
มุมตั้ง (Vertical Angle) ตามรูปภาพที่ ๖ คือค่ามุมที่อยู่ในพื้นตั้ง (Vertical Plane) โดยนับเนื่องจากเส้นราบ จึงมีทั้งมุมเงย (Elevation Angle) และมุมก้ม (Depression Angle)



รูปภาพที่ ๖ แสดงมุมตั้ง

ที่มา: นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓).

ตามปกติแล้วจานองศาตั้งของกล้องวัดมุมแบบอีโอดิโลท์จะอ่านได้ 0° เมื่อเลนส์ปากกล้องชี้ขึ้นด้านบนในแนวตั้ง จะอ่านได้ ๙๐° เมื่อกำลังอยู่ในแนวราบและเป็นกล้องหน้าซ้าย ถ้ากล้องชี้ลงด้านล่างในแนวตั้งค่าของจานองศาตั้งจะอ่านได้ ๑๘๐° เมื่อกำลังเป็นหน้าขวาและอยู่ในแนวราบ ค่าของจานองศาตั้งจะเป็น ๒๗๐° ดังนั้นเมื่อทำการวัดมุมตั้ง เมื่ออ่านค่าจานองศาตั้งจากกล้องแล้ว จะต้องนำมาคำนวณหามุมตั้งที่ต้องการ

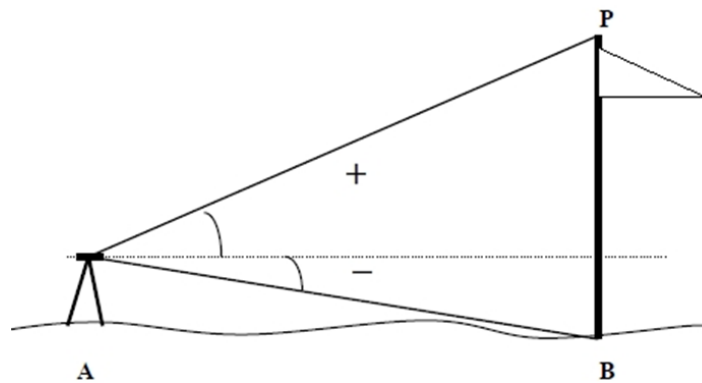


รูปภาพที่ ๗ แสดงการคำนวณค่ามุมตั้ง

ที่มา: นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓).

ตามรูปภาพที่ ๗ (ก) ค่ามุมดิ่งเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายจะมีค่า $= ๙๐^{\circ} - ๗๐^{\circ} = ๒๐^{\circ}$ และตามรูปภาพที่ ๗ (ข) ค่าของมุมดิ่งเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าขวาจะมีค่า $= ๒๘๕^{\circ} - ๒๗๐^{\circ} = ๑๕^{\circ}$ หรืออาจสรุปได้ว่า เมื่อวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายมุมดิ่งจะเท่ากับ ๙๐° - ค่ามุมที่อ่านได้ และเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าขวา มุมดิ่งจะเท่ากับ ค่ามุมที่อ่านได้ - ๒๗๐°

การวัดมุมดิ่งอาจทำได้ ๒ แบบใหญ่ ๆ คือ การวัดมุมดิ่งโดยใช้สายใยกลางเส้นเดียว ซึ่งเป็นวิธีใช้งานโดยทั่ว ๆ ไป และการวัดมุมดิ่งแบบใช้สายใย ๓ สายใย ใช้ในกรณีที่ต้องการความละเอียดถูกต้องมากขึ้น การวัดมุมดิ่งทั้ง ๒ แบบ จะต้องส่องวัดทั้งกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาแล้วหาค่าเฉลี่ย สำหรับในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการวัดแบบสายใยกลางสายใยเดียวเท่านั้น



รูปภาพที่ ๘ แสดงการวัดมุมดิ่ง
ที่มา: นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓).

ตามรูปภาพที่ ๘ จะทำการวัดมุมดิ่งที่ยอดเสาธง P สมมติค่ามุมเงย ๙๐° ปฏิบัติดังนี้

๑. ตั้งกล้องให้ตรงหมุด A ตั้งระดับกล้องให้พร้อมใช้งาน
๒. ส่องกล้องหน้าซ้ายโดยเล็งเป้าไปที่ปลายเสาธงที่จุด P ให้ใช้สายใยกลางทาบให้ตรงจุด P อ่านมุมดิ่งได้ $L\ ๗๐^{\circ}\ ๐๐'\ ๑๐''$

๓. หมุนกล้องกลับเป็นกล้องหน้าขวาส่องจุด P อ่านค่ามุมดิ่งได้ $R\ ๒๘๕^{\circ}\ ๐๐'\ ๑๐''$

๔. คำนวณค่ามุมดิ่งที่ต้องการ ตามสมุดสนามดังนี้

อ่านค่ามุมดิ่งได้ L	$= ๗๐^{\circ}\ ๐๐'\ ๑๐''$
ค่ามุมดิ่ง	$= ๙๐^{\circ}\ ๐๐'\ ๐๐'' - ๗๐^{\circ}\ ๐๐'\ ๑๐''$
	$= ๑๙^{\circ}\ ๕๙'\ ๕๐''$
อ่านค่ามุมดิ่งได้ R	$= ๒๘๕^{\circ}\ ๐๐'\ ๑๐''$
ค่ามุมดิ่ง	$= ๒๘๕^{\circ}\ ๐๐'\ ๑๐'' - ๒๗๐^{\circ}\ ๐๐'\ ๐๐''$
	$= ๑๕^{\circ}\ ๐๐'\ ๑๐''$
ค่ามุมดิ่งเฉลี่ย	$= (๑๙^{\circ}\ ๕๙'\ ๕๐'' + ๑๕^{\circ}\ ๐๐'\ ๑๐'') \div ๒$
	$= ๑๗^{\circ}\ ๓๐'\ ๓๐''$

โครงการ.....									วันที่....../....../.....				
หัวหน้ากลุ่ม.....ผู้ส่ง.....ผู้จด.....									ลักษณะอากาศ				
ผู้วัดระยะ๑.....๒.....													
ที่ตั้ง กล้อง	ที่ หมาย เล็ง	ค่าที่อ่านได้				มุมตั้ง			มุมตั้งเฉลี่ย				หมายเหตุ
		L/R	°	'	''	°	'	''	+	°	'	''	
A	P	L	๗๐	๐๐	๑๐	๑๙	๕๙	๕๐					
	P	R	๒๙๐	๐๐	๑๐	๒๐	๐๐	๑๐	+	๒๐	๐๐	๐๐	

๒.) การสำรวจด้วยกล้องระดับ

วิธีการทำระดับ (Leveling Method)

การทำระดับมีหลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน การเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทำระดับเป็นหลัก อีกทั้งระยะเวลาและงบประมาณก็เป็นตัวกำหนดวิธีการทำระดับเช่นกัน เพราะการทำระดับที่ต้องการความละเอียดสูงก็จะใช้เวลาและงบประมาณมากตามไปด้วย วิธีการทำระดับจะเป็นการหาค่าความสูงต่างของจุด (Difference in elevation) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า DIFF ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีเกี่ยวกับการวัดหลายชนิด ซึ่งพอที่จะแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

(๑.) การทำระดับทางตรง (Direct leveling) วิธีนี้เป็นการหาระดับที่ถูกต้องมากที่สุด (ขึ้นอยู่กับวิธีการและเครื่องมือ) เพราะได้ค่าออกมาโดยตรง ซึ่งการทำระดับจะใช้วิธีต่าง ๆ ดังนี้

(๑.๑) การใช้สายยาง

(๑.๒) การใช้ไม้วัดระดับ

(๑.๓) การใช้กล้องระดับระบบ Mechanics

(๑.๔) การใช้กล้องระดับระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้แสงอินฟราเรด

(๑.๕) การใช้กล้องระดับ Laser Level ใช้กับเป้าติด Staff

(๑.๖) การใช้กล้องระดับ Laser Level ชนิดหมุนเพื่อการก่อสร้าง

(๒.) การทำระดับทางอ้อม การทำระดับวิธีนี้จะใช้วิธีวัดมุมและวัดระยะ แล้วค่อยนำค่ามาคำนวณตามวิธีวิชาตรีโกณมิติ เราเรียกว่าวิธีการทำระดับแบบตรีโกณ เครื่องมือสมัยใหม่สามารถคำนวณค่าออกมาอย่างอัตโนมัติ เครื่องมือมีดังนี้

(๒.๑) การใช้กล้องวัดมุมระดับ Mechanics และการวัดระยะ

(๒.๒) การใช้กล้อง ETS (Electronic Total Station)

(๒.๓) การทำระดับภูมิประเทศด้วย Laser จากเครื่องบิน

(๒.๔) การหาระดับโดยใช้วิทยุคลื่นสั้น เช่น การใช้ดาวเทียม การใช้เครื่องบิน

(๒.๕) การทำระดับโดยใช้ระบบเสียงใช้งานสำรวจหาความลึกพื้นภูมิประเทศ

(๓.) การทำระดับโดยใช้หลักการของความกดดันของบรรยากาศ เรียกว่า Barometric Leveling โดยใช้เครื่องวัดความกดดันบรรยากาศ (Altimeter) จะได้ค่าระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง ค่าที่ได้จะไม่ละเอียดมากนัก เมื่อก่อนใช้วัดระดับความสูงของอากาศยาน อากาศเป็นสสารจึงมีมวลต้องการที่อยู่ มวลของอากาศจะเท่ากับผลรวมของมวลของก๊าซต่าง ๆ ในอากาศ และมวลของอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ใน

อากาศรวมกัน มวลของอากาศสามารถเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ในช่วงวันหนึ่ง ๆ ขึ้นกับองค์ประกอบของอากาศ

สมบัติของอากาศที่สำคัญได้แก่

(๓.๑) ความหนาแน่นของอากาศ (D) ความหนาแน่นของอากาศเป็นอัตราส่วนระหว่างมวลกับปริมาตรของอากาศ เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{กำหนดให้} \quad M &= \text{มวลของอากาศ มีหน่วยเป็น กรัม, กิโลกรัม} \\ V &= \text{ปริมาตร มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร, ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ D &= \text{ความหนาแน่นของอากาศ มีหน่วยเป็น กรัมต่อ} \\ &\quad \text{ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ D &= M/V \end{aligned}$$

ความหนาแน่นของอากาศแปรผกผันกับความสูงจากระดับน้ำทะเล คือ ถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของอากาศมีค่าลดลง ซึ่งแสดงว่าบริเวณสูง ๆ ขึ้นไปจากระดับน้ำทะเล อากาศจะอยู่เบาบางลง

(๓.๒) ความดันอากาศ (P) อากาศมีแรงดันทุกทิศทุกทาง (แรงดัน หมายถึง แรงทั้งหมดที่กดลงบนพื้นที่ใด ๆ) ความดันอากาศหรือความดันบรรยากาศ คือ ค่าของแรงดันอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้นในการพยากรณ์อากาศเรียก ความดันอากาศ หรือความดันบรรยากาศว่าความกดอากาศ ความดันอากาศหาจากอัตราส่วนระหว่าง แรงดันอากาศ (F: นิวตัน) กับพื้นที่ (A: ต่อตารางเมตร)

$$P = F/A$$

ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศกับความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นดังนี้

๑. ที่ความสูงระดับเดียวกัน อากาศจะมีความดันอากาศเท่ากัน หลักการนี้นำไปใช้ทำเครื่องมือตรวจวัดแนวระดับในการก่อสร้าง

๒. เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ความดันและความหนาแน่นของอากาศมีค่าลดลง หลักการนี้นำไปสร้างเครื่องมือวัดความสูง ซึ่งเรียกว่า แอลติมิเตอร์ “ทุก ๆ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ๑๑ เมตร ระดับปรอทจะลดลงจากเดิม ๑ มิลลิเมตรปรอท และทุก ๆ ความลึกจากระดับน้ำทะเล ๑๑ เมตร ระดับปรอทจะเพิ่มขึ้น ๑ มิลลิเมตร”

๓. จากการศึกษาอากาศสามารถดันน้ำให้อยู่ในท่อพลาสติกปลายปิดที่ระดับน้ำทะเลประมาณ ๑๐ เมตร

๔. ความดันของอากาศที่ระดับน้ำทะเล เรียกว่า มีความดัน ๑ บรรยากาศ

๕. ความดัน ๑ บรรยากาศคือความดันที่อากาศดันให้ระดับน้ำขึ้นสูงจากน้ำทะเลได้ประมาณ ๑๐ เมตร

๖. แต่ถ้าใช้ปรอทแทนน้ำ อากาศจะดันปรอทให้สูง ๗๖ เซนติเมตร หรือ ๗๖๐ มิลลิเมตร ที่ระดับน้ำทะเล

๗. หน่วยวัดความดันอาจจะเป็นบาร์ หรือมิลลิบาร์

๘. กรมอุตุนิยมวิทยากำหนดหน่วยวัดความดันเป็นมิลลิบาร์ โดย ๑ บาร์ = ๑๐๐๐ มิลลิบาร์ และ ๑๐๑๓.๕ มิลลิบาร์ = ๑ บรรยากาศ = ๗๖๐ มิลลิเมตรของปรอท

๙. การวัดความดันอากาศมี ๒ แบบคือ ๑.วัดเป็นความสูงของน้ำ ๒.วัดเป็นความสูงของปรอท

๑๐. เครื่องมือวัดความดันมีหลายชนิด ได้แก่

๑๐.๑ บารอมิเตอร์ปรอทแบบง่าย สร้างโดยอาศัยหลักการที่อากาศสามารถดันของเหลวให้เข้าไปในหลอดแก้วได้

๑๐.๒ แอนนิรอยด์บาร์อมิเตอร์ เป็นตลับโลหะที่สูบอากาศออกเกือบหมด เมื่อความดันเปลี่ยน จะอ่านค่าความดันได้ที่หน้าปัด

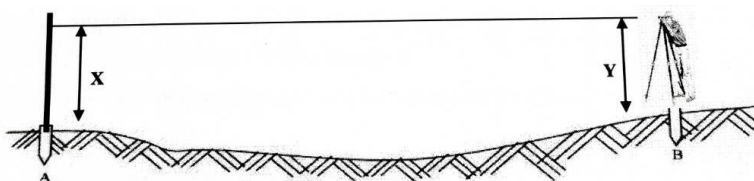
๑๐.๓ แอลติมิเตอร์ ดัดแปลงมาจากแอนนิรอยด์บาร์อมิเตอร์ อ่านค่าความสูง ใช้สำหรับบนเครื่องบินและตัวนักกระโดดร่ม เพื่อบอกความสูง สร้างขึ้นโดยใช้หลักการเมื่อความสูงเพิ่มความดันอากาศจะลดลง

๑๐.๔ บาร์อกราฟ เป็นเครื่องมือบอกความดันอากาศแบบแอนนิรอยด์บาร์อมิเตอร์ แต่จะรายงานผลในรูปกราฟ

การหาความสูงต่างของจุด ๒ จุด

การหาความสูงต่างของจุด ๒ จุดมีอยู่ ๓ วิธีคือ

วิธีที่ ๑ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A ตามรูปภาพที่ ๙



รูปภาพที่ ๙ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A
ที่มา: มานัส ยอดทอง.(ม.ป.ป.).

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

๑. ตั้งกล้องให้ตรงหมุดให้ได้ระดับที่หมุด B โดยใช้ลูกดิ่ง
๒. วัดความสูงของแกนกล้องโดยใช้ตลับเมตร สมมติได้ค่าเท่ากับ Y
๓. หมุนกล้องระดับส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A อ่านค่าบนไม้วัดระดับ สมมติอ่านค่าได้เท่ากับ X
๔. หาความต่าง (Differential = Diff.) ระหว่างจุดจาก

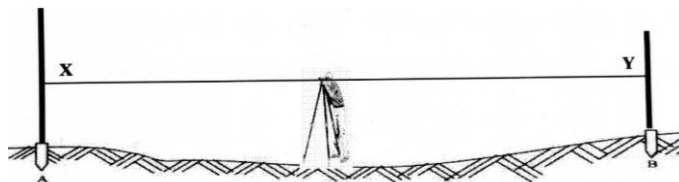
สูตร $\text{Diff.} = \text{ค่า Staff ที่หมุด A} - \text{ค่าความสูงของแกนกล้อง}$

$\text{Diff. AB} = X - Y$

หมายเหตุ ค่าความต่างมีค่าเป็นบวก แสดงว่าจุด A ต่ำกว่าจุด B

ค่าความต่างมีค่าเป็นลบ แสดงว่าจุด A สูงกว่าจุด B

วิธีที่ ๒ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A และ B ตามรูปภาพที่ ๑๐



รูปภาพที่ ๑๐ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A และ B
ที่มา: มานัส ยอดทอง.(ม.ป.ป.).

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

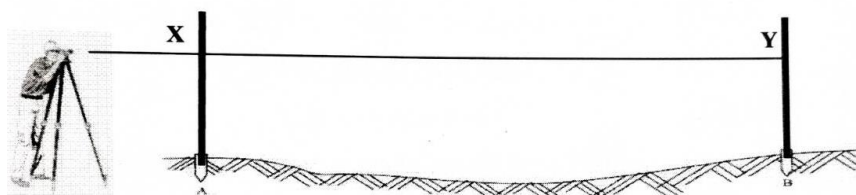
๑. ตั้งกล้องให้ได้ระดับระหว่างหมุด A และหมุด B
๒. หมุนกล้องระดับส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A อ่านค่าบนไม้วัดระดับ สมมุติอ่านค่าได้เท่ากับ X
๓. หมุนกล้องระดับส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด B อ่านค่าบนไม้วัดระดับ สมมุติอ่านค่าได้เท่ากับ Y
๔. หาค่าความต่าง (Differential = Diff) ระหว่างจุดจาก

$$\begin{aligned}\text{สูตร Diff.} &= \text{ค่า Staff ที่หมุด A} - \text{ค่า Staff ที่หมุด B} \\ \text{Diff. AB} &= X - Y\end{aligned}$$

หมายเหตุ ค่าความต่างมีค่าเป็นบวก แสดงว่าจุด A ต่ำกว่าจุด B

ค่าความต่างมีค่าเป็นลบ แสดงว่าจุด A สูงกว่าจุด B

วิธีที่ ๓ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A และ B ตามรูปภาพที่ ๑๑



รูปภาพที่ ๑๑ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A และ B
ที่มา: มานัส ยอดทอง.(ม.ป.ป.).

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

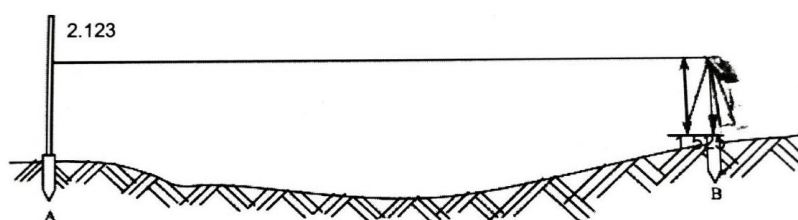
๑. ตั้งกล้องให้ได้ระดับหลังหมุด A
๒. หมุนกล้องระดับส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A อ่านค่าบนไม้วัดระดับ สมมุติอ่านค่าได้เท่ากับ X
๓. หมุนกล้องระดับส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด B อ่านค่าบนไม้วัดระดับ สมมุติอ่านค่าได้เท่ากับ Y
๔. หาค่าความต่าง (Differential = Diff) ระหว่างจุดจาก

$$\begin{aligned}\text{สูตร Diff.} &= \text{ค่า Staff ที่หมุด A} - \text{ค่า Staff ที่หมุด B} \\ \text{Diff. AB} &= X - Y\end{aligned}$$

หมายเหตุ ค่าความต่างมีค่าเป็นบวก แสดงว่าจุด A ต่ำกว่าจุด B

ค่าความต่างมีค่าเป็นลบ แสดงว่าจุด A สูงกว่าจุด B

ตัวอย่างที่ ๑ จากการปฏิบัติงานวิธีที่ ๑ ได้ค่าดังรูปภาพที่ ๑๒ จงหาค่าความต่างของจุด A B และบอกด้วยว่าจุด A สูงหรือต่ำกว่าจุด B เท่าไหร่



รูปภาพที่ ๑๒ การทำระดับโดยส่องไม้วัดระดับ (Staff) ที่หมุด A
ที่มา: มานัส ยอดทอง.(ม.ป.ป.).

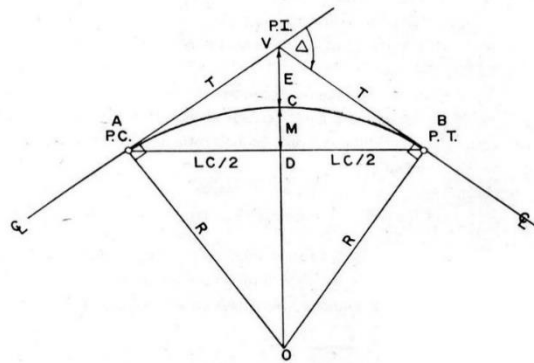
$$\begin{aligned}
 \text{สูตร Diff.} &= \text{ค่า Staff ที่หมุด A} - \text{ค่าความสูงของแกนกล้อง} \\
 \text{Diff. AB} &= ๒.๑๒๓ - ๑.๕๒๕ \\
 \text{Diff. AB} &= ๐.๕๙๘ \text{ เมตร} \\
 \text{ค่าผลต่างมีค่าเป็นบวกเพราะฉะนั้นจุด A ต่ำกว่าจุด B} &= ๐.๕๙๘ \text{ เมตร}
 \end{aligned}$$

๓.๒.๒ ด้านการออกแบบ

๑.) ถนนในแปลงเกษตรกรรม

(๑.๑) โค้งทางราบ (Horizontal Curve) การออกแบบก่อสร้างทางโค้งจะต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ ให้สามารถขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูง การออกแบบโค้งมาตรฐานอาจกำหนดเป็นความยาวของรัศมีทางโค้ง หรือกำหนดเป็น Degree of Curve หรือกำหนดมุมที่จุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง ซึ่งรองรับทางโค้งยาว ๑๐๐ เมตร ค่า Degree of Curve ที่เหมาะสมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5° - 7° ในบริเวณที่โล่งราบ และไม่เกิน 10° ในบริเวณภูมิประเทศเป็นเนินเขา ทางโค้งแบ่งออกได้ดังนี้

- ทางโค้งวงกลม (Circular Curve) ตามรูปภาพที่ ๑๓ ทางโค้งมีรัศมีเท่ากันตลอด และมีจุดศูนย์กลางของรัศมีจุดเดียว



รูปภาพที่ ๑๓ โค้งวงกลม
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

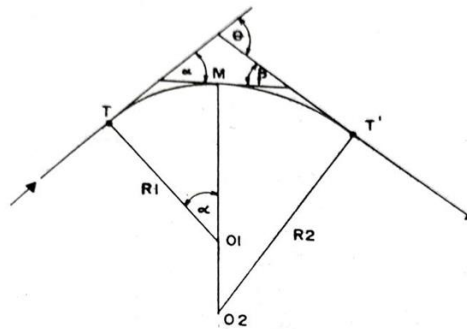
- P.I = Point of Intersection คือจุดเบนมุม หรือจุดเลี้ยว
- Δ = Delta ค่ามุมเบน เป็นค่ามุมภายนอกระหว่างเส้นสัมผัสทั้งสอง มีค่าเท่ากับมุมที่จุดศูนย์กลางโค้งที่รองรับด้วย ส่วนโค้งคือมุม $\widehat{AOB}$ ซึ่งรองรับส่วนโค้ง AB (L) ในรูปภาพที่ ๑๓
- P.C = Point of Curvature จุดเริ่มต้นโค้งที่เบี่ยงเบนออกจากเส้นตรงคือจุด A ในรูปภาพที่ ๑๓
- P.T = Point of Tangency จุดสิ้นสุดโค้ง ซึ่งเข้าบรรจบกับเส้นตรงคือจุด B ในรูปภาพที่ ๑๓
- T = Tangent distance ระยะเส้นสัมผัสจากจุด P.I. ถึงจุดเริ่มต้นโค้ง P.C หรือปลายโค้ง P.T คือระยะ AV หรือ VB
- R = Radius ค่าระยะรัศมีโค้งที่มีจุดศูนย์กลางที่ O
- E = External Distance คือระยะจากจุด P.I. ถึงจุดกึ่งกลางของโค้ง AB คือระยะ VC
- LC = Long Chord คือระยะเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นโค้ง P.C ถึงจุดสิ้นสุดโค้ง P.T หรือคือระยะ AB
- M = Middle Ordinate คือระยะจากจุดกึ่งกลางทางโค้งถึงจุดกึ่งกลางคอร์ดคือระยะ CD
- L = Length of Curve คือระยะความยาวทางโค้ง AB
- D = Degree of Curve มุมที่จุดศูนย์กลางรองรับส่วนโค้งยาว ๑๐๐ เมตร หรือคอร์ดยาว ๑๐๐ เมตร ใช้เป็นค่ากำหนดความโค้ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่ารัศมีโค้ง R

$$R = \frac{5729.58}{D}$$

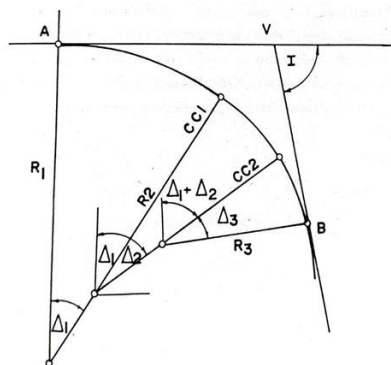
D

(R มีหน่วยเป็นเมตร, D มีหน่วยเป็นองศา)

- โค้งผสม (Compound Curve) ตามรูปภาพที่ ๑๔ ประกอบด้วยโค้งกลม มีรัศมีขนาดต่างกันมาเชื่อมต่อกันมีจุดศูนย์กลางรัศมี ๒ จุด ทางโค้งลักษณะนี้ใช้กับพื้นที่บริเวณเนินเขา หรือมีเหวลึกเพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง โค้งผสม ๓ ศูนย์กลาง ตามรูปภาพที่ ๑๕ ใช้ลบมุมทางแยกให้ล้อรถกลมกลื่นกับมุมทางแยก

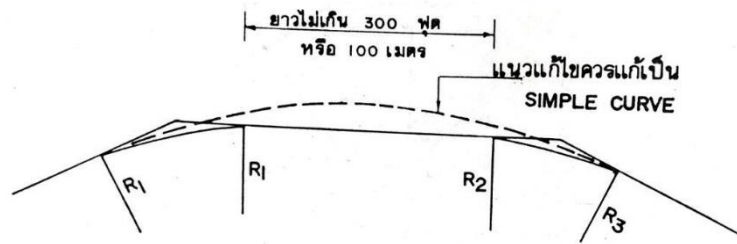


รูปภาพที่ ๑๔ โค้งผสมมี ๒ ศูนย์กลาง
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).



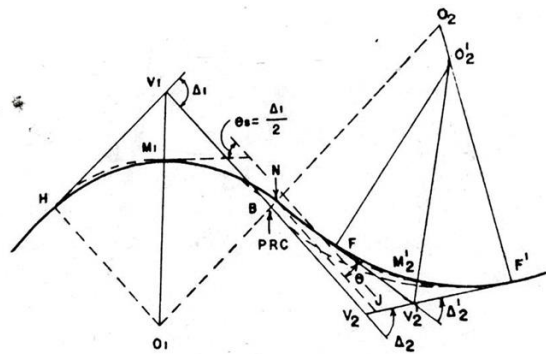
รูปภาพที่ ๑๕ โค้งผสมมี ๓ ศูนย์กลาง
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

- โค้งหลังหัก (Broken Back Curve) ตามรูปภาพที่ ๑๖ โค้ง ๒ โค้งหันเหไปในทิศทางเดียวกัน เชื่อมต่อกันด้วยทางตรงยาวไม่เกิน ๑๐๐ เมตร ควรออกแบบแก้ไขให้เป็นโค้งกลม เพราะยากแก่การยกโค้ง ในเวลากลางคืนผู้ขับขี่รถยนต์มองไม่เห็นแนวทางข้างหน้า จะเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย



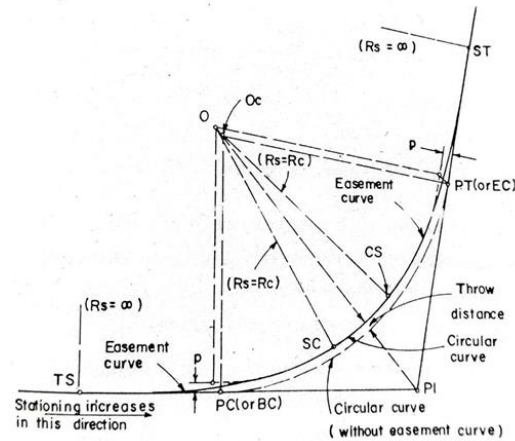
รูปภาพที่ ๑๖ โค้งหลังหัก
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

- โค้งผสมย้อนทาง (Reverse Curve) ตามรูปภาพที่ ๑๗ มีโค้งวงกลม ๒ โค้งต่อเนื่องกัน ในลักษณะที่จุดศูนย์กลางของโค้งอยู่ในทิศตรงกันข้าม ทางโค้งลักษณะนี้ใช้กับบริเวณที่เป็นไหล่เขา หรือบริเวณ ถนนขนานทางรถไฟและต้องตัดข้ามทางรถไฟ ระยะเชื่อมต่อระหว่างโค้งทั้ง ๒ ควรจะมีอย่างน้อย ๑๐๐ เมตร เพื่อให้รถที่แล่นออกจากโค้งแรกปรับตัวให้ได้ระดับก่อนเข้าโค้งที่ ๒ โค้งที่มีรัศมีสั้นจะต้องมีรัศมีมีความยาว $\geq 50\%$ ของโค้งที่มีรัศมียาวกว่าและควรมีรัศมีมีความยาวของโค้ง ≥ 300 เมตร



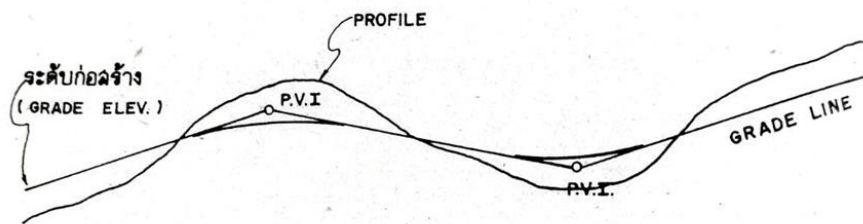
รูปภาพที่ ๑๗ โค้งผสมย้อนทาง
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

- โค้งก้นหอย (Spiral Curve) ตามรูปที่ ๑๘ ขณะที่รถแล่นจากทางตรงเข้าสู่ทางโค้งวงกลม ด้วยความเร็วสูงจะเกิดแรงเหวี่ยงขึ้นทันที ทำให้ผู้โดยสารรู้สึกว่าจะถูกเหวี่ยงออกไปนอกทางโค้ง เพื่อจะช่วยให้ ขับขี่อย่างสบายและปลอดภัยจึงควรเพิ่มโค้งเปลี่ยนแนว (Transition Curve) เข้าไปในช่วงระหว่างทางตรง ก่อนจะเข้าทางโค้ง โดยที่รัศมีของโค้งเปลี่ยนแนวจะเปลี่ยนแปลงจากอินฟินิตี้จนกระทั่งมีระยะความยาวเท่ากับ รัศมีของโค้งวงกลม โค้งเปลี่ยนแนวมีหลายแบบ เช่น Lemniscate, Cubic Parabola, Spiral แต่ที่นิยมคือ โค้งก้นหอยหรือ Spiral

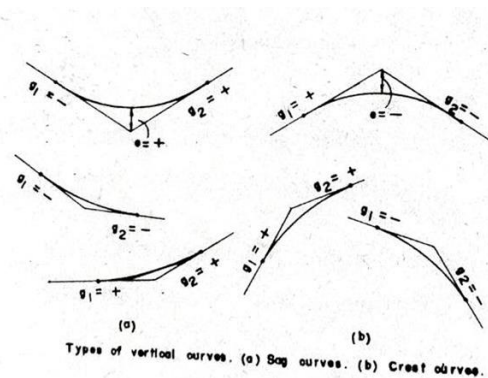


รูปภาพที่ ๑๘ แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโค้งกั้นหอยและโค้งวงกลม
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

(๑.๒) โค้งตั้ง (Vertical Curve) ตามรูปภาพที่ ๑๙ และ ๒๐ ทางขึ้นเนินและลงเนินควรมีความลาดชันไม่เกิน ๗% บริเวณจุดสูงสุดหรือจุดต่ำสุดของโค้ง ที่ความลาดชันของทางตัดกันจะเกิดจุด PVI (Point of Vertical Intersection) ควรลบมุมด้วยโค้งวงกลมหรือโค้งพาราโบลา ถ้าผลรวมทางพีชคณิตของความลาดชัน (Algebraic Difference) มีค่าไม่เกิน ๐.๓% ทางนั้นก็ไม่จำเป็นต้องออกแบบโค้งทางตั้ง

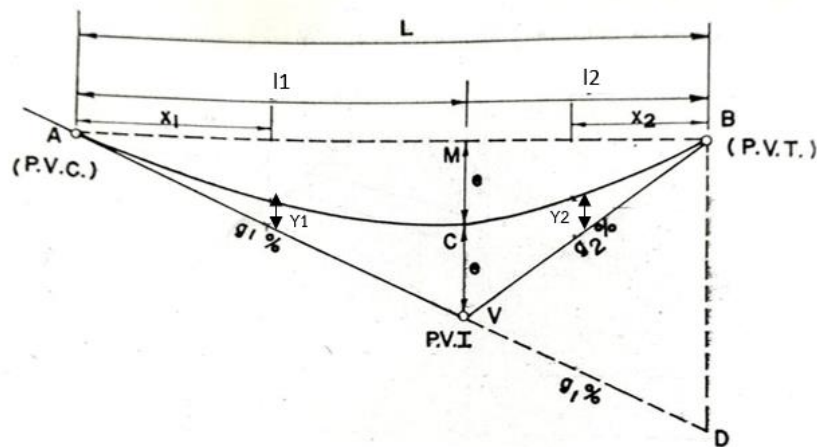


รูปภาพที่ ๑๙ ทางขึ้นและลงเนินที่ต้องออกแบบโค้งทางตั้ง
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).



รูปภาพที่ ๒๐ ลักษณะต่าง ๆ ของโค้งตั้ง (a) โค้งหยาบ (b) โค้งคว่ำ
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

โค้งไม่สมมาตร ตามรูปภาพที่ ๒๒ คือโค้งที่ความยาวแต่ละข้างของจุดตัดโค้งตั้งยาวไม่เท่ากัน



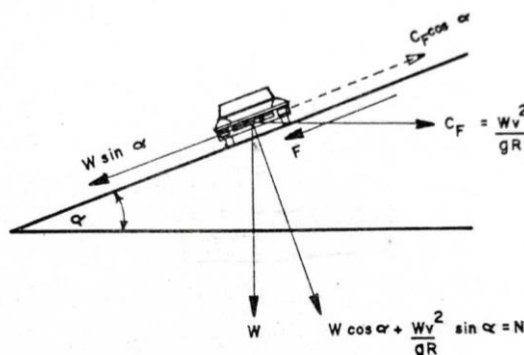
รูปภาพที่ ๒๒ โค้งไม่สมมาตร
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

$$e = \frac{Al_1l_2}{200L}$$

$$y_1 = \left(\frac{x_1}{l_1} \right)^2 \cdot e$$

$$y_2 = \left(\frac{x_2}{l_2} \right)^2 \cdot e$$

(๑.๓) การยกโค้ง (Super Elevation) ตามรูปภาพที่ ๒๓ ในถนนที่รถแล่นด้วยความเร็วสูงเมื่อเข้าโค้งราบจะเกิดแรงหนีศูนย์กลางอาจทำให้รถเสียหลักไถลหลุดออกจากทางโค้งได้ จึงจำเป็นต้องยกผิวทางด้านนอกให้ลาดเอียงเพื่อต้านรับแรงหนีศูนย์กลาง



รูปภาพที่ ๒๓ การยกโค้ง
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

ถ้าให้

$$\begin{aligned}
 W &= \text{น้ำหนักรถ, กก.} \\
 V &= \text{ความเร็ว, กม./ชม.} \\
 v &= \text{ความเร็วของรถบนทางโค้ง, ม./วินาที} \\
 &= 0.278 V \\
 \alpha &= \text{มุมเอียงทางโค้ง} \\
 e &= \tan \alpha \\
 &= \text{Super Elevation Slope} \\
 &= \text{อัตราการยกโค้งของผิวทาง, ม./ม.} \\
 f &= \text{สปส.ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนน} \\
 F &= \text{แรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน} \\
 R &= \text{รัศมีของโค้งราบ, ม.}
 \end{aligned}$$

แรงหนีศูนย์กลาง

$$C_F = \frac{Wv^2}{gR}$$

$$F = fN$$

$$= f \left(W \cos \alpha + \frac{Wv^2}{gR} \sin \alpha \right)$$

$$\therefore W \sin \alpha + f \left(W \cos \alpha + \frac{Wv^2}{gR} \sin \alpha \right) = \frac{Wv^2}{gR} \cos \alpha$$

คูณด้วย $\frac{1}{W \cos \alpha}$, $\tan \alpha + f + \frac{fv^2}{gR} \tan \alpha = \frac{v^2}{gR}$

$\therefore f$ มีค่าน้อย ประมาณ ๐.๑๕ เมื่อคูณกับ $\frac{v^2}{gR}$ ซึ่งต่างมีค่าน้อยเช่นกัน ดังนั้น $f \frac{v^2}{gR} \tan \alpha \approx 0$

$$\tan \alpha + f = \frac{v^2}{gR}$$

$$\tan \alpha = e, e+f = \frac{v^2}{gR}$$

$$\therefore v = 0.278 V$$

$$\begin{aligned}
 \therefore e+f &= \frac{(0.278 V)^2}{9.81 R} \\
 &= \frac{V^2}{127 R}
 \end{aligned}$$

ค่า f ซึ่งเป็น สปส. ความเสียดทานระหว่างล้อกับผิวทาง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความเร็วของรถ สภาพยาง สภาพผิวจราจร และสภาวะอากาศแห้งหรือมีฝนตก

ตารางที่ ๑๐ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับ f

ความเร็วออกแบบ กม./ชม.	๕๐	๖๕	๘๐	๙๕	๑๑๐	๑๓๐
f	๐.๑๖	๐.๑๕	๐.๑๔	๐.๑๓	๐.๑๒	๐.๑๑

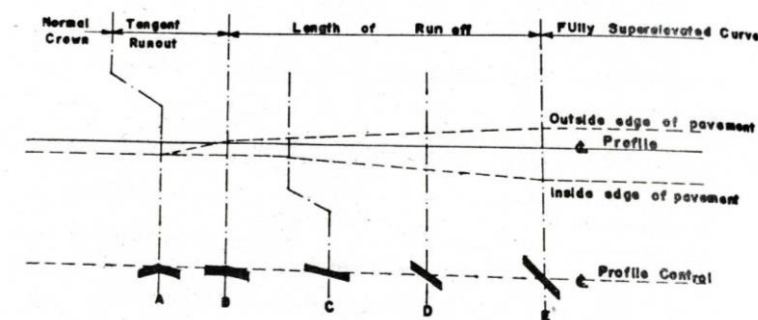
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

อัตราการเพิ่มค่า e หรือ $\tan \alpha$ (Rate of Super Elevation) มีค่าอยู่ระหว่าง ๐.๐๖ – ๐.๑๒ และค่า e ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ สภาพภูมิประเทศ (Terrain) จำนวนรถบรรทุกซึ่งแล่นซ้ำ ถ้ากำหนดให้ f มีค่าต่ำสุด = ๐.๑ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความปลอดภัยสูง และทำนองเดียวกันให้ค่า e มีค่า = ๐.๑ จะได้

$$\begin{aligned} e &= f \\ e+f &= \frac{V^2}{127 R} \\ 2e &= \frac{V^2}{127 R} \\ e &= \frac{0.004V^2}{R} \end{aligned}$$

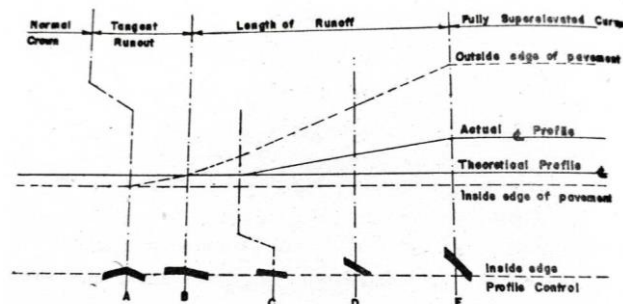
(๑.๔) วิธีการยกขอบทางโค้ง ในช่วงที่จะเข้าโค้งและจำเป็นต้องยกขอบถนนด้านนอกให้สูงขึ้นจากลักษณะหลังเต่า (Crown Slope) จนกระทั่งสูงได้ระดับ (Full Super Elevation) วิธีการยกขอบถนนอาจจะกำหนดจุดหมุนได้ ๓ ตำแหน่งคือ

ก. ให้เส้นแบ่งครึ่งถนนเป็นจุดหมุน ตามรูปภาพที่ ๒๔



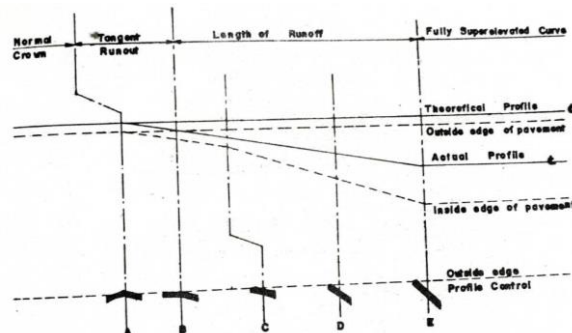
รูปภาพที่ ๒๔ การยกขอบทางโค้ง ใช้เส้นแบ่งครึ่งถนนเป็นจุดหมุน
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

ข. ให้ขอบถนนด้านในเป็นจุดหมุน ตามรูปภาพที่ ๒๕



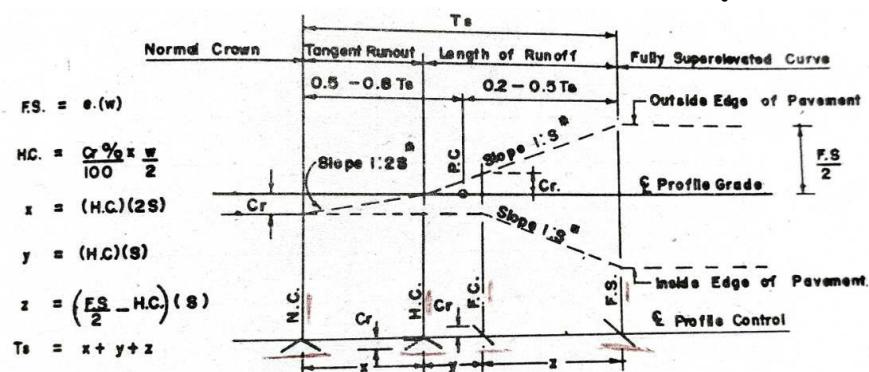
รูปภาพที่ ๒๕ การยกขอบทางโค้งใช้ขอบถนนด้านในเป็นจุดหมุน
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

ค. ให้ขอบถนนด้านนอกเป็นจุดหมุน ตามรูปภาพที่ ๒๖



รูปภาพที่ ๒๖ การยกขอบทางโค้งใช้ขอบถนนด้านนอกเป็นจุดหมุน
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

การคำนวณระยะและระดับของผิวจราจรตามจุดต่าง ๆ ในการยกโค้งหาได้ดังนี้คือ
ในทางโค้งวงกลม (Simple Curve) ตามรูปภาพที่ ๒๗



รูปภาพที่ ๒๗ การยกโค้งในทางโค้งวงกลม
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

กำหนดให้ เส้นแบ่งครึ่งถนน (Center line) ของถนนเป็นจุดหมุน

	Ts	=	Super Elevation Transition
	Ls	=	Length of Spiral
	HC	=	Half Crown
	FS	=	Full Super Elevation
	NC	=	Normal Crown
	FC	=	Full Crown
	W	=	ความกว้างของถนน
	e	=	Rate of Super Elevation
	Cr	=	Crown slope
	S	=	$7.5 + 0.5V$
	V	=	ความเร็วออกแบบ กม./ชม.
	FS	=	eW
จะได้	HC	=	$\frac{Cr\%}{100} \times \frac{W}{2}$
Tangent Runout	X	=	(HC) (๒S)
	Y	=	(HC) (S)
	Z	=	$\left(\frac{FS}{2} - HC \right) (S)$
Super Elevation Transition Ts	=	X+Y+Z	
			ค่าของ S เปลี่ยนแปลงตามความเร็วของรถ

ตารางที่ ๑๑ แสดงค่า S กับ Design Speed

ความเร็วออกแบบ, กม./ชม.	S (ม.)
๓๐	๑๒๐
๓๕	๑๒๗
๔๐	๑๓๕
๔๕	๑๔๒
๕๐	๑๕๐
๖๐	๑๖๐
๘๐ หรือมากกว่า	๒๐๐

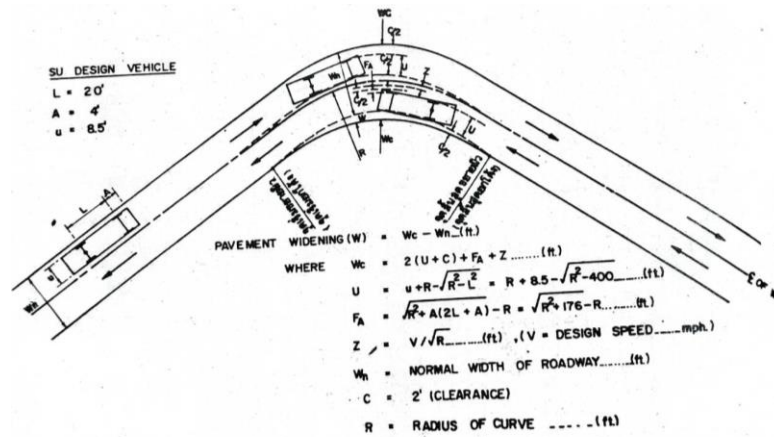
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

การคำนวณหา Super Elevation ของโค้งกั้นหอยหรือโค้งเปลี่ยนแนวก็ทำได้เช่นเดียวกับวิธีของโค้งวงกลม โดยกำหนดจุด TS แทน NC และ SC แทนจุด FS

(๑.๕) การขยายขอบทางโค้ง (Pavement Widening On Curves) ตามรูปภาพที่ ๒๘ ขณะรถแล่นเข้าทางโค้งล้อหน้าและล้อหลังจะแล่นเข้าโค้งด้วยรัศมีไม่เท่ากัน กล่าวคือ ล้อหลังจะมีรัศมีสั้นกว่าล้อหน้าและถ้าช่วงระหว่างล้อหน้าและล้อหลังห่างกันมากรัศมีในทางโค้งของล้อทั้งสองก็ยิ่งห่างกันมากขึ้น อาจทำให้ล้อหลังตกจากขอบทางผิวจราจรได้ จึงจำเป็นต้องขยายขอบผิวจราจรให้กว้างขึ้น เพื่อให้ความปลอดภัยกับรถที่แล่น

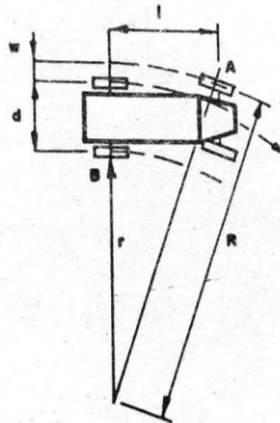
ด้วยความเร็วสูง จุดที่เริ่มขยายขอบทางก็เริ่มจากจุดเดียวกับการยกโค้ง คือเริ่มขยายจากจุดเริ่มต้นการยกโค้งทั้งสองข้าง และขยายเต็มที่เมื่อถึงจุดเริ่มยกโค้งสูงสุด วิธีคำนวณมีหลายวิธีเช่น

วิธีของ AASHTO ใช้ข้อมูลจากรถบรรทุกหนักประเภท Single Unit Truck มาคำนวณหาความกว้างของผิวทางที่จะขยาย ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ขนาดของรถ รัศมีทางโค้ง และความเร็วออกแบบ ดังรูปภาพที่ ๒๘



รูปภาพที่ ๒๘ การขยายขอบทางโค้งตามวิธีของ AASHTO
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

วิธีของสหราชอาณาจักรและประเทศอื่น ๆ ใช้ข้อมูลจากช่วงความยาวระหว่างเพลหน้ากับเพลหลังของรถบรรทุกหนักที่กำหนดให้ใช้แล่นบนทางหลวง และรัศมีทางโค้งมากำหนดออกแบบความกว้างของทางที่ควรขยาย ดูรูปภาพที่ ๒๙, ๓๐ และ ๓๑



รูปภาพที่ ๒๙ รถเมื่อเข้าโค้งรัศมีขณะเข้าโค้งของล้อหน้ายาวกว่ารัศมีของล้อหลัง
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

กำหนดให้

W = ความกว้างของขอบทางที่ขยาย
 R = รัศมีล้อหน้า
 r = รัศมีล้อหลัง
 d = ระยะล้อในเพลลาเดียวกัน
 ℓ = ระยะระหว่างเพลลาหน้ากับเพลลาหลัง

$$W = R - (r + d)$$

$$r + d = \sqrt{R^2 - \ell^2}$$

$$W = R - \sqrt{R^2 - \ell^2}$$

$$W = R - \sqrt{R^2 - 225}$$

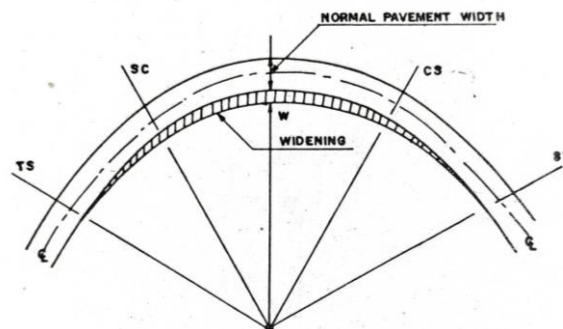
ถ้า $\ell = 15$ เมตร

$$\approx R - R \left(1 - \frac{225}{R^2} \right)$$

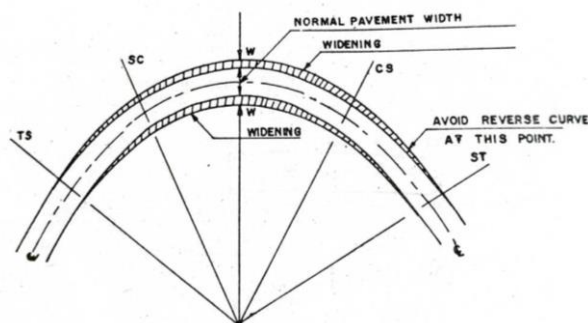
$$\approx \frac{225}{R}$$

ในถนน ๒ ช่องจราจร

$$2W = \frac{225}{R} \text{ เมตร}$$



รูปภาพที่ ๓๐ การขยายขอบถนนด้านในสำหรับถนนที่มีรัศมีทางโค้งสั้นตั้งแต่ ๕๐.๐ เมตร ลงมา
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).



รูปภาพที่ ๓๑ การขยายขอบถนนทั้งสองข้างสำหรับทางโค้งโดยทั่วไป
ที่มา: จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑).

๒.) แหล่งน้ำต้นทุนเพื่อการเกษตร

แหล่งน้ำต้นทุนเพื่อการเกษตรที่นิยมก่อสร้างทั่วไป จะเป็นลักษณะสระเก็บน้ำในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(๑.) การประมาณการปริมาณน้ำต้นทุนที่ต้องการ

ความต้องการใช้น้ำองค์การยูนิเซฟกำหนดเกณฑ์สำหรับประชากรในชนบทของประเทศไทย ดังนี้

คน	ต้องการน้ำ	๔๕	ลิตร/คน/วัน
วัว,ควาย	ต้องการน้ำ	๕๐	ลิตร/ตัว/วัน
หมู	ต้องการน้ำ	๒๐	ลิตร/ตัว/วัน
เป็ด,ไก่	ต้องการน้ำ	๐.๑๕	ลิตร/ตัว/วัน
พืชผัก	ต้องการน้ำ	๔๐๐-๗๐๐	ลบ.ม./ไร่

ตัวอย่างการประมาณการ

มีจำนวนครัวเรือนที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ๓๐ ครัวเรือน แต่ละครัวเรือนต้องเพาะปลูกพืชผักฤดูแล้งพื้นที่ ๒ ไร่ (๑ ครัวเรือนมีสมาชิก ๕ คน)

การประมาณการความต้องการใช้น้ำของคนทั้งหมด	=	๓๐x๕	=	๑๕๐	คน
ระยะเวลาขาดแคลนน้ำ ธ.ค.-พ.ค. (๖ เดือน)	=	๓๐x๖	=	๑๘๐	วัน
- ความต้องการใช้น้ำของคน = ๑๕๐x๑๘๐x๔๕/๑,๐๐๐	=		=	๑,๒๑๕	ลบ.ม.
ฤดูแล้งเกษตรกรต้องการน้ำปลูกพืชผักประมาณ	=	๖๐๐			ลบ.ม./ไร่
- ความต้องการใช้น้ำปลูกพืช	=	๓๐x๒x๖๐๐	=	๓๖,๐๐๐	ลบ.ม.
ดังนั้นปริมาณน้ำที่ต้องการในฤดูแล้ง	=	๓๗,๒๑๕			ลบ.ม.

สำหรับการประมาณการปริมาณน้ำต้นทุนในพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดิน ซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับการประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ จะเน้นการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรเป็นหลัก

(๒.) การหาขนาดสระเก็บน้ำ

(๒.๑) การคำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงสระ

สูตรที่ใช้คำนวณ V	=	CxRxA
เมื่อ V	=	ปริมาณน้ำไหลลงสระหน่วยเป็น ลบ.ม.
C	=	สัมประสิทธิ์น้ำในกรณีสระใช้ = ๐.๒๕
R	=	ปริมาณฝนที่ตกระหว่างเดือน พ.ค. ถึง ต.ค. หน่วยเป็นเมตร
หรือ R	=	๘๐% ของฝนเฉลี่ยทั้งปี ในกรณีที่มีเฉพาะค่าฝนเฉลี่ยรายปี
A	=	พื้นที่รับน้ำหน่วยเป็นตารางเมตร

การประมาณการปริมาณน้ำไหลลงสระกรณีไม่ทราบข้อมูลน้ำฝนหรือกรณีต้องการตรวจสอบพื้นที่จุดสระเก็บน้ำในพื้นที่จริงว่าจะมีปริมาณน้ำไหลลงสระในจุดที่ต้องการขุดเท่าไร สามารถประมาณการได้อย่างคร่าว ๆ โดยคิดพื้นที่รับน้ำขนาด ๑ ไร่ ให้ปริมาณน้ำไหลลงจุดที่จะขุดสระประมาณ ๕๐๐ ลบ.ม. เช่นต้องการขุดสระเก็บน้ำขนาด ๔,๕๐๐ ลบ.ม. จะต้องพื้นที่รับน้ำบริเวณนั้นไม่น้อยกว่า ๙ ไร่ หรือน้อยกว่า ๑๕,๐๐๐ ตร.ม

(๒.๒) การหาปริมาตรของสระเก็บน้ำ

$$\text{หาได้จากสูตร } V = \frac{H}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2})$$

โดย V = ปริมาตรสระเก็บน้ำหรือปริมาณน้ำที่ต้องการเก็บกัก (ลบ.ม.)

H = ความลึกสระเก็บน้ำ (ม.)

A_1 = พื้นที่ก้นสระเก็บน้ำ (ตร.ม.)

A_2 = พื้นที่ปากขอบสระเก็บน้ำ (ตร.ม.)

ทั้งนี้การหาขนาดสระเก็บน้ำจะต้องประมาณการความต้องการใช้น้ำก่อน แล้วค่อยคำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงสระ เพื่อตรวจสอบว่าเพียงพอหรือไม่ จากนั้นจึงคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องการเก็บกัก (V) ซึ่งจะต้องเผื่อปริมาณน้ำสูญเสียจากการระเหยและการซึมลงลึก ซึ่งสามารถหาปริมาณน้ำสูญเสียจากการระเหยในช่วงฤดูแล้ง ๖ เดือนได้จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } E_{vp} &= \frac{E \times RA}{2000} \\ E_{vp} &= \text{ปริมาณน้ำสูญเสียจากการระเหย (ม}^3\text{)} \\ RA &= \text{พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก (ม}^2\text{)} \\ E &= \text{อัตราการระเหย (มม.) ในช่วงฤดูแล้ง ๖ เดือน} \\ &\quad (\text{พฤศจิกายน - เมษายน}) \end{aligned}$$

หรืออาจจะประมาณการอย่างง่าย ๆ โดยเผื่อปริมาณน้ำสูญเสียประมาณ ๓๐% จากปริมาณความต้องการใช้น้ำ

(๓.) ประเภทของสระเก็บน้ำ

สระเก็บน้ำสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะภูมิประเทศเป็น ๓ ประเภท คือ

- สระเก็บน้ำบนพื้นราบ
- สระเก็บน้ำในที่ลาดเอียง
- สระเก็บน้ำในร่องน้ำตื้น

(๓.๑) สระเก็บน้ำบนพื้นราบ

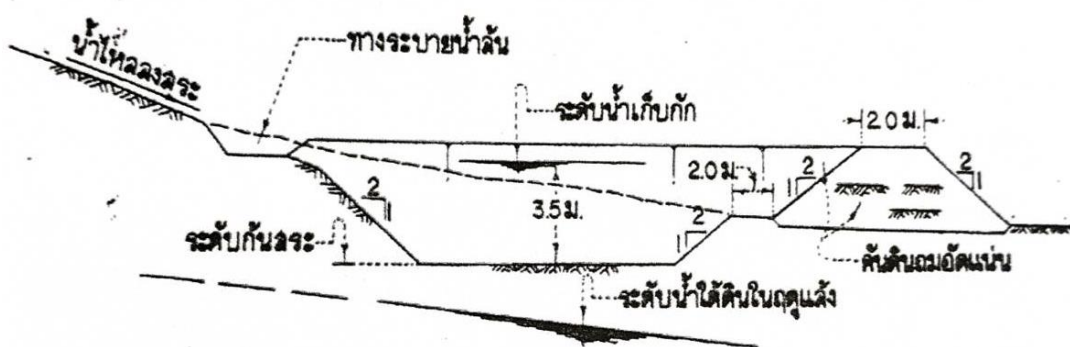
เป็นงานขุดดินออกเพื่อกักเก็บน้ำ อาจก่อสร้างโดยไม่จำเป็นต้องมีคันดินถมรอบสระ หรือจะมีก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการและสภาพการใช้งานสระเก็บน้ำชนิดนี้ ควรจะขุดให้ลึกที่สุดเท่าที่จะลึกได้แต่ไม่ควรเกิน ๕ เมตร ระดับน้ำใต้ดินควรได้รับการพิจารณาด้วย เพราะถ้าระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดินไม่เกิน ๒ เมตร ถึงแม้ฤดูแล้งน้ำก็ไม่ขาดแคลน แต่ทั้งนี้ควรพิจารณาด้วยว่ามีพื้นที่รับน้ำเพียงพอหรือไม่

(๓.๒) สระเก็บน้ำในที่ลาดเอียง ตามรูปภาพที่ ๓๒ และ ๓๓

สระเก็บน้ำแบบนี้จำเป็นต้องมีคันดินถมอย่างน้อย ๒ หรือ ๓ ด้าน เพื่อเพิ่มระดับน้ำเก็บกัก โดยไม่ต้องขุดดินออกมากเกินไป จุดสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ พื้นที่ที่จะดำเนินการต้องไม่ลาดชันเกินไป ควรมีความลาดชันไม่เกิน ๘% พื้นที่รับน้ำไม่ควรน้อยกว่า ๖ เท่าของขนาดสระที่จะขุด และต้องมีทางระบายน้ำออก เพื่อรองรับกรณีมีน้ำไหลหลากเกินความสามารถของสระที่จะรองรับได้



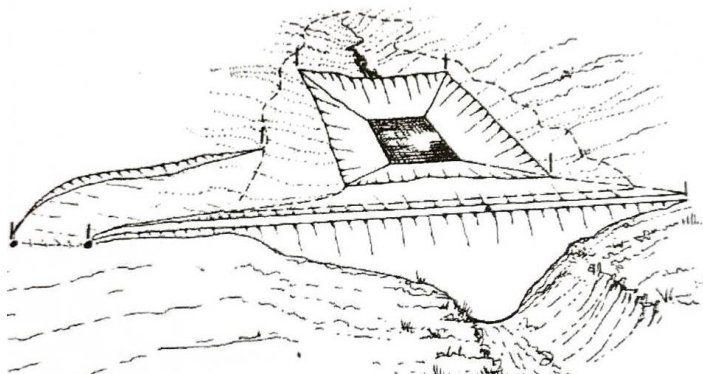
รูปภาพที่ ๓๒ สระเก็บน้ำในที่ลาดเอียงข้างเชิงเขา
ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม.(๒๕๖๑).



รูปภาพที่ ๓๓ รูปตัดตามยาว
ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม.(๒๕๖๑).

(๓.๓) สระเก็บน้ำในร่องน้ำตื้น ตามรูปภาพที่ ๓๔

ในที่ซึ่งเนินเขาเตี้ย ๆ ๒ ลูกมาบรรจบกันก็จะเกิดเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ หรือร่องน้ำธรรมชาติขึ้น และเหมาะสมที่จะก่อสร้างสระเก็บน้ำหรือเขื่อนดิน ปริมาณการกักเก็บสอดคล้องกับปริมาณดินขุด น้ำจะถูกกักเก็บในสระเก็บน้ำระหว่างดินขุดและคันดินถม โดยคันดินถมจะช่วยยกระดับเก็บกักให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มปริมาณการกักเก็บ



รูปภาพที่ ๓๔ สระเก็บน้ำในร่องน้ำตื้น
ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม.(๒๕๖๑).

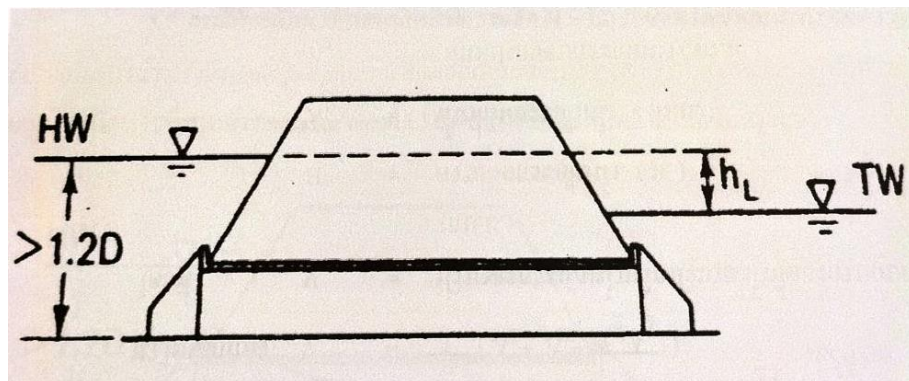
เมื่อพิจารณาร่องน้ำตื้น ๆ สำหรับก่อสร้างสระเก็บน้ำ สิ่งสำคัญที่สุดคือจะต้องแน่ใจว่าพื้นที่รับน้ำฝนจะต้องไม่ใหญ่เกินไป (ไม่เกิน ๓๐๐ ไร่) และต้องแน่ใจว่าน้ำไม่ไหลในร่องน้ำนานกว่า ๖ ชั่วโมงหลังฝนหยุดตก สิ่งสำคัญอีกอย่างก็คือภูมิประเทศจะต้องเอื้ออำนวยที่จะก่อสร้างทางระบายน้ำส่วนเกินทิ้งได้ สถานที่ที่คัดเลือกนี้ต้องให้ปริมาณการกักเก็บสูงสุด โดยขุดดินออกน้อยที่สุด คันดินถมควรสร้างขวางส่วนแคบที่สุดของร่องน้ำธรรมชาติ เพื่อลดความยาวของคันดินถม และลดปริมาณงานดินขุดให้น้อยที่สุด ความลาดชันของร่องน้ำทางต้นน้ำของคันดินถมยิ่งต่ำเท่าใด น้ำที่ถูกกักเก็บโดยคันดินถมก็ยิ่งมีความยาวมากขึ้น

(๔.) การออกแบบน้ำไหลผ่านท่อลอด

การออกแบบทางชลศาสตร์ของท่อลอด จะต้องคำนึงถึงอัตราการไหลที่ออกแบบ ระดับน้ำสูงสุดจะต้องไม่ล้ำข้ามถนนบริเวณทางเข้าท่อ และบริเวณทางออกจากท่อลอด ซึ่งพฤติกรรมการไหลผ่านท่อลอดมี ๓ รูปแบบ คือ

- การไหลด้วยความดันของน้ำภายในท่อ (Pressure pipe flow)
- การไหลแบบรูระบายน้ำ (orifice flow)
- การไหลในทางน้ำเปิด (open channel flow)

กรณีที่ระดับน้ำด้านเหนือหน้า (Head Water, HW) และระดับน้ำด้านท้ายน้ำ (Tail Water, TW) อยู่สูงกว่าระดับสันท่อ ทำให้บริเวณทางเข้าและทางออกของท่อจมอยู่ใต้น้ำ โดยมีความลึกของน้ำด้านเหนือหน้า $H > 1.2 D$ ลักษณะสภาพการไหลจะเป็นการไหลด้วยความดันในท่อ ตามรูปภาพที่ ๓๕



รูปภาพที่ ๓๕ ท่อลอดทางเข้าและทางออกจมเป็นการไหลด้วยความดันในท่อ
ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม.(๒๕๖๑).

การสูญเสียพลังงานของการไหลผ่านท่อลอด (h_L) สามารถหาได้จากผลรวมของการสูญเสียพลังงานที่ทางเข้า (entrance loss, h_{ent}) การสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ (friction loss, h_f) และหัวความเร็วในท่อ (velocity head) ดังสมการ

$$h_L = h_{ent} + h_f + \frac{V^2}{2g}$$

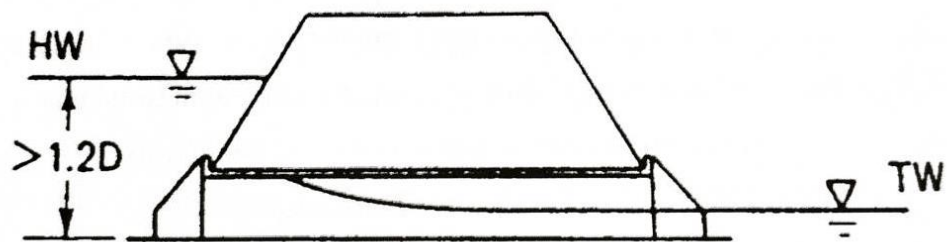
หรือ $h_L = K_{ent} \left(\frac{V^2}{2g} \right) + \frac{n^2 V^2 L}{R^{4/3}} + \frac{V^2}{2g}$

หรือ $h_L = \left(K_{ent} + \left(\frac{n^2 L}{R^{4/3}} \right) (2g) + 1 \right) \frac{Q^2}{\pi^2 g D^5}$ (ในกรณีท่อกลม)

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลในท่อตลอด
 D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของท่อตลอด
 L คือ ความยาวท่อ
 และ R คือ รัศมีไฮดรอลิก ($R = D/4$ สำหรับท่อกลม)

ค่าสัมประสิทธิ์ที่ทางเข้า (entrance coefficient, K_{ent}) จะมีค่าประมาณ ๐.๕ สำหรับทางเข้าที่โค้งมน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งปกติใช้ $n = ๐.๐๑๒ - ๐.๐๑๔$ สำหรับท่อคอนกรีตและ $n = ๐.๐๒๔$ สำหรับท่อเหล็กอาบสังกะสี (Corrugated steel pipe)

กรณีที่ระดับน้ำด้านเหนือน้ำมีความลึก $H > ๑.๒ D$ ซึ่งทางเข้าจมน้ำทั้งหมดส่วนน้ำที่ไหลในท่อเป็นแบบเต็มบางส่วน (partially full pipe) ถ้าความลึกปกติมีค่าน้อยกว่าความสูงท่อ จะทำให้อัตราการไหลในท่อถูกควบคุมโดยเงื่อนไขที่ทางเข้า (entrance control) สภาพการไหลจึงเป็นการไหลแบบรูระบาย ตามรูปภาพที่ ๓๖



รูปภาพที่ ๓๖ ท่อลอดทางเข้าจมน้ำและทางออกไม่จมน้ำเป็นการไหลแบบรูระบาย
 ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม.(๒๕๖๑).

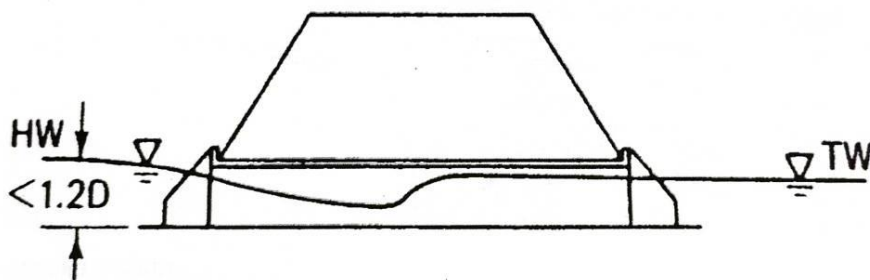
หาอัตราการไหลในท่อได้จากสมการการไหลผ่านรูระบาย คือ

$$Q = C_d A \sqrt{2gh}$$

เมื่อ h คือ หัวความดันสถิต (hydrostatic head) เหนือจุดศูนย์กลางของท่อตลอด
 A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อตลอด
 และ C_d คือ สัมประสิทธิ์อัตราการไหลซึ่งในทางปฏิบัติค่า $C_d = ๐.๖๒$

สำหรับทางเข้าที่มีขอบฉากคม และ $C_d = ๑.๐$ สำหรับทางเข้าที่โค้งมน

กรณีที่ระดับน้ำด้านเหนือมีความลึก $H < ๑.๒ D$ โดยที่ทั้งทางเข้าภายในท่อและทางออกมีความลึกของน้ำน้อยกว่าความสูงของท่อลอด ซึ่งมีอากาศอยู่เหนือผิวน้ำทั้งหมด การไหลในท่อจึงไม่ใช่การไหลด้วยความดันในกรณีเช่นนี้จะเป็นการไหลในทางน้ำเปิด ซึ่งเงื่อนไขในการไหลจะขึ้นอยู่กับระดับน้ำในท่อนาดรูปรางความลาด และความขรุขระของผนังท่อ ตามรูปภาพที่ ๓๗



รูปภาพที่ ๓๗ ท่อลอดทางเข้าและทางออกไม่จมเป็นการไหลในทางน้ำเปิด
ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม.(๒๕๖๑).

สำหรับพฤติกรรมของการไหลนั้น ที่ทางเข้าจะมีการลดระดับน้ำลงอย่างรวดเร็วและสภาพการไหลในท่อมักจะเป็นการไหลเหนือวิกฤต (supercritical flow) ดังนั้นที่ทางเข้าจึงมีความลึกวิกฤต (critical depth) นอกจากนี้สภาพการไหลยังขึ้นอยู่กับระดับน้ำด้านท้ายน้ำ ซึ่งถ้ามีมากพอก็อาจจะทำให้การไหลในท่อต้องเปลี่ยนจากการไหลเหนือวิกฤตเป็นการไหลใต้วิกฤต และเกิดปรากฏการณ์น้ำกระโดด (hydraulic jump) ในท่อ ซึ่งการไหลในท่อจะมีสภาพเช่นใด ก็สามารถคำนวณได้โดยการประยุกต์การคำนวณเส้นแนวผิวน้ำ (water surface profile) ในทางน้ำเปิด

๓.) ระบบกระจายน้ำด้วยท่อ

๓.๑) การกำหนดชั้นคุณภาพท่อ

การเลือกชั้นคุณภาพของท่อ (Class of pipe) จะต้องอาศัยข้อมูลคือความดันสูงสุดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในเส้นท่อยระหว่างการใช้งาน ความดันภายในที่เกิดขึ้นประกอบด้วยความดันสถิต (static pressure) และความดันจลน์ (Dynamic) ในที่นี้ก็คือ ความดันจากการเกิด Water hammer ค่าความดันสถิตสูงสุด มีหลักในการเลือกใช้ออกแบบดังนี้

๑. กรณีส่งน้ำจากท่อระบบเปิด (Open type) จะใช้ค่าความดันสูงสุดจากเส้น Hydraulic Grade Line ในขณะมีการส่งน้ำในท่อ

๒. กรณีเป็นระบบท่อแบบปิด (Close type) ใช้ค่าความดันเมื่อ ระบบท่ออยู่ในสถานะหยุดส่งน้ำ

๓. กรณีระบบท่อมียังความดัน (Pressure tank) เป็นต้นทางใช้ความดันสูงสุดที่ได้จากถังความดันนั้น

๔. กรณีระบบท่อมียังเครื่องสูบน้ำเป็นต้นกำเนิดเฮด ใช้ความดันสูงสุดที่ได้จากเครื่องสูบน้ำนั้นในขณะส่งน้ำ

เมื่อนำค่า Water hammer ที่คำนวณได้ไปรวมกับค่า Pressure head สูงสุดของท่อสายนั้น ๆ ก็จะได้ทราบว่าท่อจะต้องรับความดันสูงสุดเท่าใด อยู่ Class ไດ เช่น ถ้าแนวศูนย์กลางท่ออยู่ต่ำกว่าแนวเส้น Hydraulic grade line = ๓๕ ม. นั้น คือคิดเป็นแรงดันน้ำ ๓.๕ กก./ตร.ซม. (ค่าแรงดันน้ำ ๑ กก./ตร.ซม. จะเท่ากับค่าความสูงของน้ำประมาณ ๑๐ ม.) เมื่อค่าความดัน Water hammer เท่ากับ ๑.๔๒๗ กก./ตร.ซม. ฉะนั้น ท่อจะต้องรับแรงดันได้ไม่น้อยกว่า ๔.๙๒๗ กก./ตร.ซม. สมมติเมื่อใช้ท่อ PVC และใช้ค่าความปลอดภัยเป็น ๑.๕ เท่าของ Working pressure จะได้ค่าความดันที่ท่อต้องรับอย่างน้อย = ๗.๓๙ กก./ ตร.ซม. ฉะนั้น ชั้นคุณภาพท่อที่ใช้ Class ๘.๕ หรือ ๑๓.๕ กก./ตร.ซม. เป็นต้น ในทำนองเดียวกันเราก็ใช้วิธีการคำนวณค่าชั้นคุณภาพเหล่านี้กับท่อทุก ๆ สายทั้งระบบ ก็จะได้ชั้นคุณภาพของท่อส่งน้ำรับแรงดันทุกสาย ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเอาค่าสูงสุดของแต่ละสายมาคำนวณดังกล่าว

กล่าวโดยสรุปก็คือในการออกแบบระบบท่อจะต้องคิดค่า Static Pressure รวมกับค่า Water hammer pressure ที่เรียกว่า Normal pressure ซึ่งจะต้องมีค่าไม่เกินค่าความดันใช้งานตามขนาดชั้นคุณภาพของท่อ

๓.๒) การไหลในท่อ

๓.๒.๑) การสูญเสียพลังงานหลัก (Friction head loss or Major loss : h_f)

การสูญเสียเฮดของการไหลในท่อ หรือที่เรียกว่า การสูญเสียพลังงานหลัก คือการสูญเสียเฮดที่เกิดจากผลของแรงเสียดทานอันเนื่องมาจากผลของความหนืดของไหล และแรงเสียดทานระหว่างของไหลกับผนังท่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ความหยาบของวัสดุที่ใช้ทำท่อ ความหนืดของของไหล และความเร็วของของไหล

(๑.) สมการ Darcy – Weisbach

Darcy – Weisbach Equation คือสมการที่ใช้คำนวณค่าการสูญเสียพลังงานหลักของการไหลในท่อ ที่คิดค้นโดยวิศวกรฝรั่งเศส ชื่อ Henry Darcy ในปี ค.ศ.๑๘๕๗ จากนั้นศาสตราจารย์ชาวเยอรมัน ชื่อ Julius Weisbach ได้นำผลงานของดาร์ซี ออกนำเสนอในปี ค.ศ. ๑๘๕๐

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

เมื่อ V = ความเร็วเฉลี่ยของการไหลในท่อ

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

L = ความยาวท่อ

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

f = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของดาร์ซี (Darcy – Weisbach friction factor)

โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของดาร์ซี (Darcy – Weisbach friction factor : f) จะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของการไหลในท่อ ตามรูปภาพที่ ๓๘ ซึ่งต่อมาได้มีการนำเสนอสมการที่ใช้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานดังนี้

- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลแบบราบเรียบ (Friction factor for laminar flow)

$$f = 64 \cdot \frac{\mu}{\rho V D} = \frac{64}{Re}$$

เรียกสมการข้างต้นว่า Hagen – Poiseuille law เนื่องจากเป็นสมการที่คิดค้นโดยวิศวกรเยอรมันที่ชื่อ Hagen และนักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสที่ชื่อ Poiseuille

- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลแบบปั่นป่วนในท่อผนังเรียบ (Friction factor for turbulent flow in smooth pipe)

Prandtl ได้สร้างสมการ โดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองของ Nikuradse (ลูกศิษย์ของ Prandtl) ได้ดังนี้

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.00 \cdot \log(Re \cdot \sqrt{f}) - 0.40$$

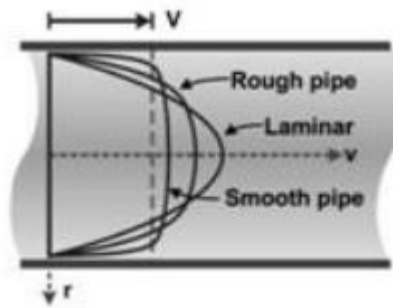
- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลแบบปั่นป่วนในท่อผนังหยาบ (Friction factor for turbulent flow in rough pipe)

Colebrook ได้นำเสนอสมการการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานในกรณีที่ความขรุขระผนังท่อ มีผลกระทบในระดับปานกลางดังนี้

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.00 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \cdot \frac{2.51}{\text{Re}\sqrt{f}} \right)$$

- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลแบบปั่นป่วนสมบูรณ์ (Friction factor for complete turbulent flow in rough pipe) ในกรณีการไหลท่อขรุขระมาก (Fully rough flow) Karman ได้นำเสนอสมการของการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานไว้ดังนี้

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.00 \cdot \log \left(\frac{3.7}{\varepsilon/D} \right)$$



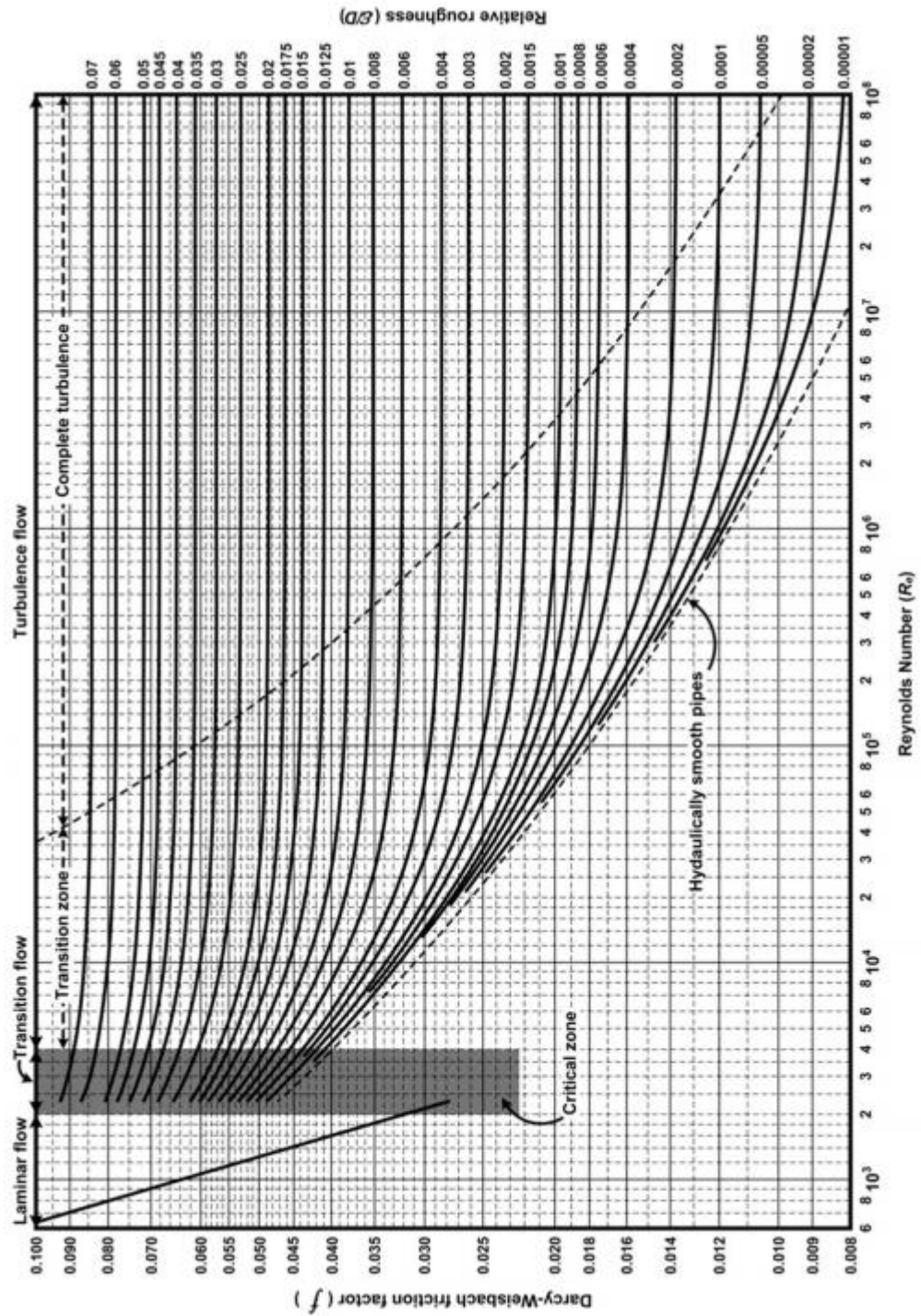
รูปภาพที่ ๓๘ เปรียบเทียบการกระจายตัวของความเร็วของการไหลแบบต่าง ๆ ในท่อกลม
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).

และเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ในปี ค.ศ. ๑๙๔๔ Lewis F. Moody ได้รวมสมการของ Hagen-Poiseuille สมการของ Prandtl สมการของ Colebrook และสมการของ Karman นำมาสร้างเป็นกราฟ

ความสัมพันธ์ระหว่าง Reynolds number (Re) Relative roughness ($\frac{\varepsilon}{D}$) กับ friction factor (f) ซึ่งเรียกว่า Moody Diagram แสดงในรูปภาพที่ ๓๙ และ ๔๐

Material	Absolute roughness ε (mm)
Riveted steel	3
Concrete	0.3-3
Wood	0.3
Cast iron	0.25
Galvanized iron	0.15
Stainless steel	0.045
Rubber	0.025
Fiberglass	0.005
Carbon steel/Wrought iron	0.045
Drawn tubing-Glass, Plastic	0.0015
Copper	0.0015
Aluminium	0.0015
PVC	0.0015

รูปภาพที่ ๓๙ แสดงค่าความหยาบผิวของวัสดุชนิดต่าง ๆ
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



รูปภาพที่ ๔๐ Moody Diagram
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).

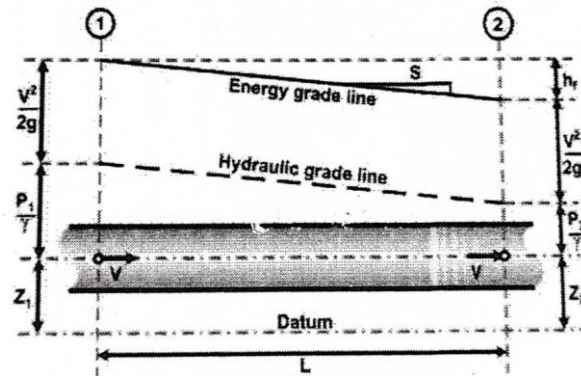
(๒.) สมการ Hazen – Williams

ในการคำนวณน้ำไหลในท่อให้น้ำหลักการคำนวณน้ำไหลในท่อของ Hazen – Williams formula เป็น empirical formula ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับการไหลของน้ำในท่อกลมเท่านั้น โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการไหล (ความเร็วที่เหมาะสม $V < 3.0$ m/s) การลดลงของความดันอันเนื่องมาจากแรงเสียดทานบนผนังท่อ และคุณสมบัติทางกายภาพของท่อ (ขนาดท่อที่เหมาะสมคือ $D > 5$ cm) ซึ่งมีรูปแบบสมการดังนี้

$$V = 0.849 C R^{0.63} S^{0.54} \quad (\text{SI Unit})$$

เมื่อ

- V = ความเร็วเฉลี่ยของการไหลในท่อกลม
 C = สัมประสิทธิ์การไหล Hazen – Williams coefficient
 R = รัศมีชลศาสตร์ของท่อ
 S = ความลาดชันของระดับพลังงาน ตามรูปภาพที่ ๔๑



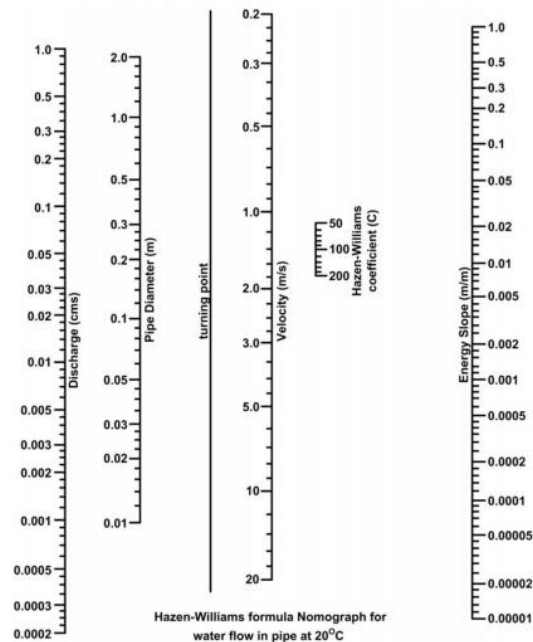
รูปภาพที่ ๔๑ การสูญเสียพลังงานหลัก และความชันของระดับพลังงาน
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).

หากพิจารณาการไหลในท่อกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ D จะได้ว่า

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

$$H_f = 6.822 \cdot L \cdot \left(\frac{V}{C} \right)^{1.852} \cdot D^{-1.857}$$

จากสมการ Hazen – Williams formula สามารถนำมาสร้างแผนภูมิที่ช่วยในการคำนวณ ซึ่งเรียกว่า Hazen – Williams formula nomograph ตามรูปภาพที่ ๔๒ และ ๔๓ แผนภูมิที่สร้างขึ้นสำหรับการไหลในท่อกลมของน้ำที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส



รูปภาพที่ ๔๒ Hazen – Williams formula nomograph
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).

Material	Hazen-Williams Coefficient - C -	Material	Hazen-Williams Coefficient - C -
ABS - Acrylonite Butadiene Styrene	130	Fiber	140
Aluminum	130 – 150	Fiber Glass Pipe – FRP	150
Asbestos Cement	140	Galvanized iron	120
Asphalt Lining	130 – 140	Glass	130
Brass	130 – 140	Lead	130 – 140
Brick sewer	90 – 100	Metal Pipes - Very to extremely smooth	130 – 140
Cast-Iron - new unlined (CIP)	130	Plastic	130 – 150
Cast-Iron 10 years old	107 – 113	Polyethylene, PE, PEH	140
Cast-Iron 20 years old	89 – 100	Polyvinyl chloride, PVC, CPVC	150
Cast-Iron 30 years old	75 – 90	Smooth Pipes	140
Cast-Iron 40 years old	64 – 83	Steel new unlined	140 – 150
Cast-Iron, asphalt coated	100	Steel, corrugated	60
Cast-Iron, cement lined	140	Steel, welded and seamless	100
Cast-Iron, bituminous lined	140	Steel, interior riveted, no projecting rivets	110
Cast-Iron, sea-coated	120	Steel, projecting girth and horizontal rivets	100
Cast-Iron, wrought plain	100	Steel, vitrified, spiral-riveted	90 – 110
Cement lining	130 – 140	Steel, welded and seamless	100
Concrete	100 – 140	Tin	130
Concrete lined, steel forms	140	Vitrified Clay	110
Concrete lined, wooden forms	120	Wrought iron, plain	100
Concrete, old	100 – 110	Wooden or Masonry Pipe – Smooth	120
Copper	130 – 140	Wood Stave	110 – 120
Corrugated Metal	60		
Ductile Iron Pipe (DIP)	140		
Ductile Iron, cement lined	120		

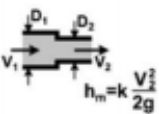
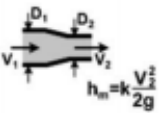
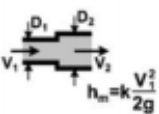
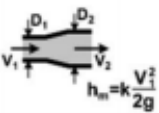
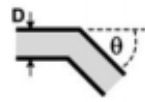
รูปภาพที่ ๔๓ Hazen – Williams coefficient
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).

๓.๒.๒) การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss : h_m)

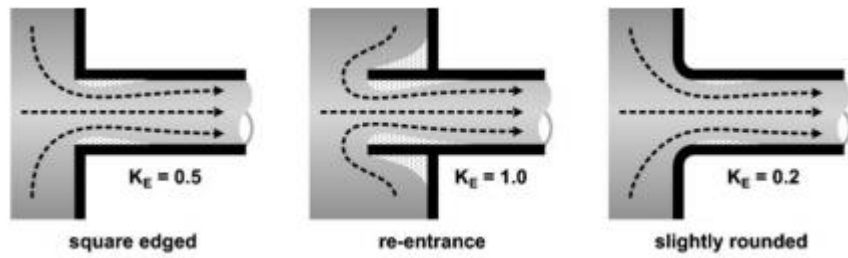
Minor Loss เป็นการสูญเสียเฮดในจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือทิศทางของความเร็วของการไหลโดยฉับพลัน ซึ่งจะเกิดขึ้นบริเวณที่ของไหลผ่านอุปกรณ์ประกอบท่อต่าง ๆ เช่น วาล์ว ข้อต่อ ข้อลดขนาด ข้อขยายขนาด ข้องอชนิดต่าง ๆ ทางเข้า - ออก เป็นต้น ซึ่งการสูญเสียพลังงานรองนี้จะขึ้นอยู่กับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหลในอุปกรณ์ และเฮดความเร็ว ดังนั้นการคำนวณค่าของการสูญเสียพลังงานรอง ซึ่งส่วนใหญ่จะกำหนดให้อยู่ในรูปของผลคูณระหว่าง ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss coefficient : k) ตามรูปภาพที่ ๔๔ ถึง ๕๔ กับเฮดความเร็ว (Velocity Head) ดังสมการ

$$h_m = k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

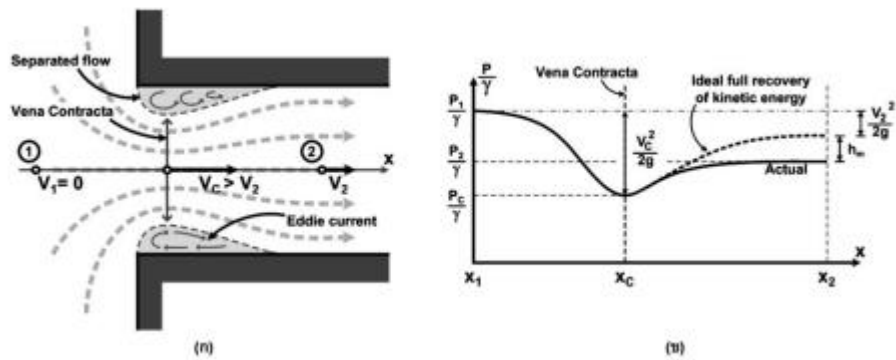
โดยค่า k จะขึ้นอยู่กับประเภทของอุปกรณ์ที่ไหลผ่าน

Type of Component or Fitting : K	Type of Component or Fitting : K	Type of Component or Fitting : K
Pipe Entrance (Reservoir to Pipe) Square Connection : 0.50 Rounded Connection : 0.20 Re-entrant (pipe juts into tank) : 1.00 Pipe Exit (Pipe to Reservoir) Square Connection : 1.00 Rounded Connection : 1.00 Re-entrant (pipe juts into tank) : 1.00 Contraction – sudden  $D_2/D_1=0.80$: 0.18 $D_2/D_1=0.50$: 0.37 $D_2/D_1=0.20$: 0.49 $h_m = k \frac{V_1^2}{2g}$ Contraction – conical  $D_2/D_1=0.80$: 0.05 $D_2/D_1=0.50$: 0.07 $D_2/D_1=0.20$: 0.08 $h_m = k \frac{V_1^2}{2g}$ Expansion – sudden  $D_2/D_1=0.80$: 0.16 $D_2/D_1=0.50$: 0.57 $D_2/D_1=0.20$: 0.92 $h_m = k \frac{V_1^2}{2g}$ Expansion – conical  $D_2/D_1=0.80$: 0.03 $D_2/D_1=0.50$: 0.08 $D_2/D_1=0.20$: 0.13 $h_m = k \frac{V_1^2}{2g}$	Globe valve - fully open : 10.0 Gate valve - fully open : 0.39 - 3/4 open : 1.10 - 1/2 open : 4.80 - 1/4 open : 27.0 Ball Valve - fully open : 0.05 - 2/3 open : 5.50 - 1/3 open : 200 Angle valve - fully open : 4.30 Check valve - fully open - Conventional type : 4.00 - Swing type : 2.50 - Piston type : 10.0 - Ball type : 70.0 Butterfly valve - fully open : 1.20 Foot valve - hinged type : 2.20 - poppet type : 12.5 Tee Line flow : 0.30-0.40 Branch flow : 0.75-1.80 Flanged, Line Flow : 0.20 Flanged, Branch Flow : 1.00 Threaded, Line Flow : 0.90 Threaded, Branch Flow : 2.00 Threaded Union : 0.08	Cross Line flow : 0.50 Branch flow : 0.75 Mitered bend (θ)  15° : 0.02 30° : 0.10 45° : 0.25 60° : 0.50 90° : 1.10 90° smooth bend  Bend radius/D = 4 : 0.16-0.18 Bend radius/D = 2 : 0.19-0.25 Bend radius/D = 1 : 0.35-0.40 Elbows Threaded Regular 90° : 1.50 Threaded Regular 45° : 0.40 Threaded Long Radius 90° : 0.70 Flanged Regular 90° : 0.30 Flanged Long Radius 90° : 0.20 Flanged Long Radius 45° : 0.20 180° Return Bends Flanged : 0.20 Threaded : 1.50

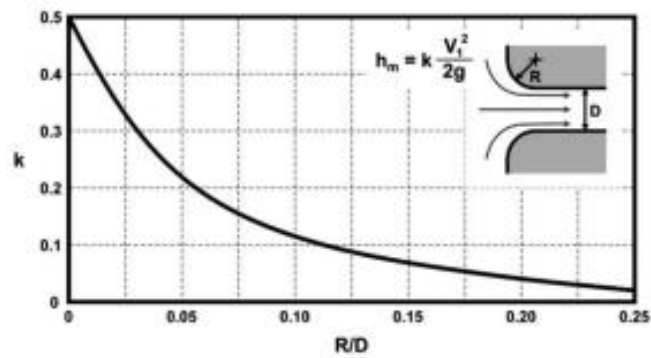
รูปภาพที่ ๔๔ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss coefficient : k)
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



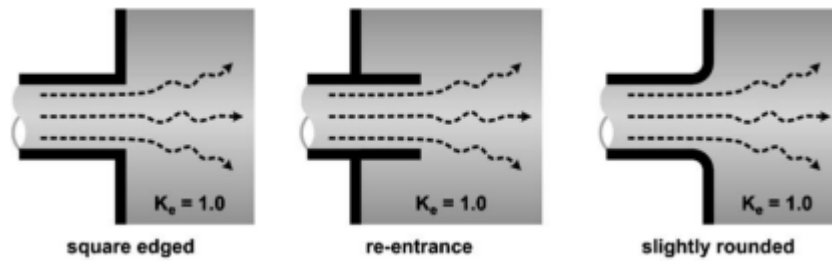
รูปภาพที่ ๔๕ การไหลบริเวณปลายทางเข้าท่อแบบมุมฉาก แบบปลายยื่น และลบมุมโค้ง
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



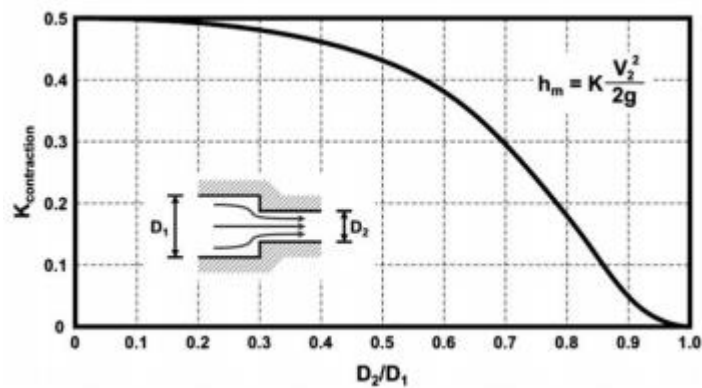
รูปภาพที่ ๔๖ ลักษณะการไหล และการเปลี่ยนแปลงความดันบริเวณทางเข้าท่อมุมฉาก
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



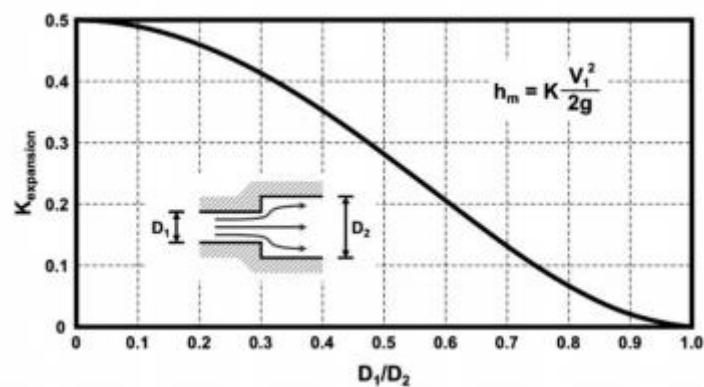
รูปภาพที่ ๔๗ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของทางเข้าแบบโค้งมนรัศมี R
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



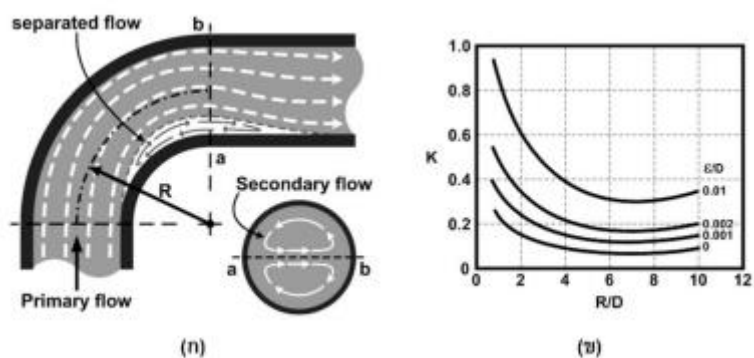
รูปภาพที่ ๔๘ การไหลบริเวณปลายทางออกท่อมุมฉาก แบบปลายยื่น และแบบลบมุมโค้ง
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



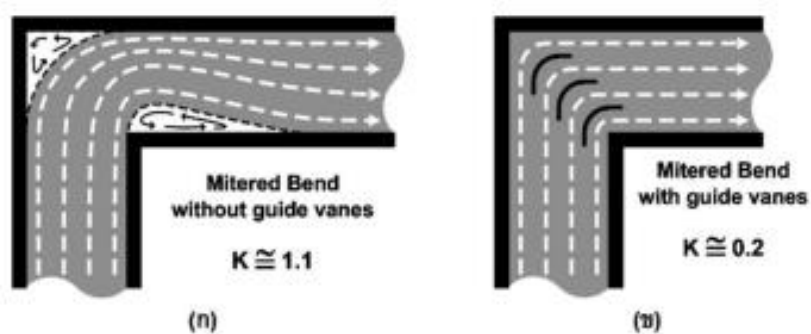
รูปภาพที่ ๔๙ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของท่อลดขนาดแบบทันทีทันใด
(Sudden contraction)
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



รูปภาพที่ ๕๐ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของท่อขยายแบบทันทีทันใด
(Sudden contraction)
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



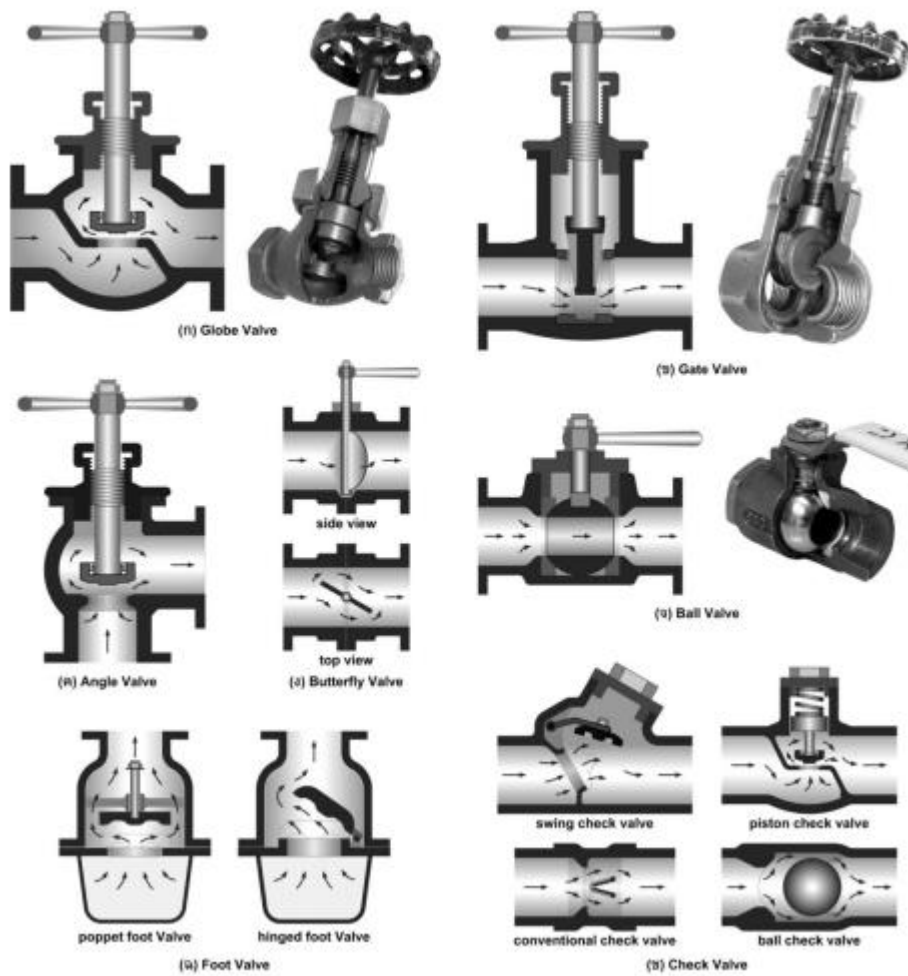
รูปภาพที่ ๕๑ การไหลและสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของข้องอแบบ Smooth Bend มุม 90°
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



รูปภาพที่ ๕๒ การไหลและสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง ของข้องอแบบ Mitered Bend
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



รูปภาพที่ ๕๓ ข้อต่อ และข้องอชนิดต่าง ๆ
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).



รูปภาพที่ ๕๔ วาล์วชนิดต่าง ๆ
ที่มา: กรมชลประทาน. (๒๕๖๑).

๓.๒.๓ ด้านการประมาณราคา

การประมาณราคางานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ จะใช้ราคาต่อหน่วยสำหรับการประมาณราคาเบื้องต้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการนำไปใช้งาน (ที่มา: กลุ่มวางแผนพัฒนาพื้นที่ สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน (๒๕๖๓)) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๑. ถนนลาดยางสายหลัก ๕,๐๐๐,๐๐๐ บาท/กม.
๒. ถนนหินคลุกสายหลัก ๒,๐๐๐,๐๐๐ บาท/กม. สายซอย ๑,๔๐๐,๐๐๐ บาท/กม.
๓. ถนนลูกรังสายหลัก ๑,๗๐๐,๐๐๐ บาท/กม. สายซอย ๑,๑๔๐,๐๐๐ บาท/กม.
๔. ถนนแอสฟัลต์ติกคอนกรีตสายหลัก ๕,๐๐๐,๐๐๐ บาท/กม. สายซอย ๓,๖๐๐,๐๐๐ บาท/กม.
๕. ถนนคอนกรีตเสริมเหล็กสายหลัก ๗,๖๐๐,๐๐๐ บาท/กม. สายซอย ๕,๒๐๐,๐๐๐ บาท/กม.
๖. งานหอดึงสูงพร้อมระบบกระจายน้ำ ๑ กม.
 - ๖.๑ ระบบกระจายน้ำ ๓๓๘,๐๐๐ บาท/กม.
 - ๖.๒ หอดึงสูงพร้อมโรงสูบ ๘๔๙,๐๐๐ บาท/แห่ง
 - ๖.๓ งานครุภัณฑ์ ๑๗๔,๐๐๐ บาท/แห่ง (เครื่องสูบน้ำ, หม้อแปลง)
 - ๖.๔ งานขยายเขตไฟฟ้าชลประทาน ๑,๐๐๐,๐๐๐ บาท/กม.
๗. งานถางป่าล้มต้นไม้ ๕,๓๐๐ บาท/ไร่
 - ๗.๑ งานถางป่า ๒,๖๐๐ บาท/ไร่
๘. งานล้มป่าล้ม ๒,๗๐๐ บาท/ไร่
๙. งานก่อสร้างแหล่งน้ำ (ดินซุด+ขนย้าย) ๔๒ บาท/ลบ.ม.
๑๐. งานก่อสร้างอาคารที่ทำการสหกรณ์การเกษตร ๑,๘๐๐๐,๐๐๐ บาท/หลัง
๑๑. งานก่อสร้างศูนย์เรียนรู้ ๘๐๐,๐๐๐ บาท/หลัง
๑๒. งานปูผังแบ่งแปลง ๒๐๐ บาท/ไร่

๓.๓ ความรู้ทางวิชาการด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เกี่ยวกับการระบุตำแหน่งโครงการ การจัดทำแผนที่โครงการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

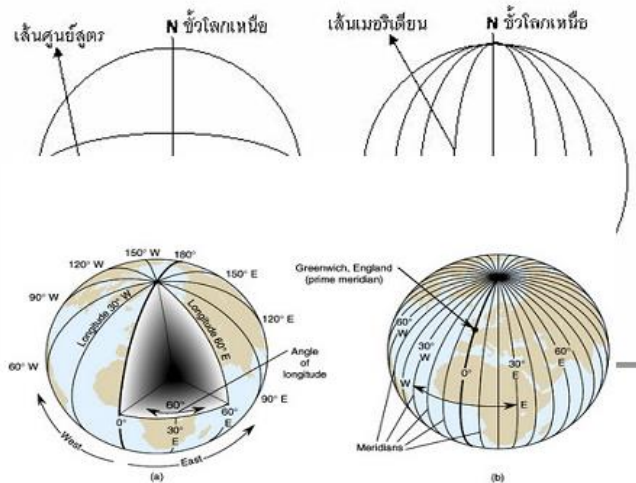
๓.๓.๑ การระบุตำแหน่งโครงการ

การระบุตำแหน่งโครงการจะกำหนดตำแหน่งโดยใช้ระบบพิกัด (Coordinate System) เพื่อใช้อ้างอิงจุดที่ตั้งโครงการ ระบบพิกัดที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ ๒ ระบบ คือ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ และ ระบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

๑.) ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System: GCS) ตามรูปภาพที่ ๕๕

ระบบพิกัดภูมิศาสตร์เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ บนพื้นโลก ด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิด (Origin) ของละติจูดและลองจิจูดที่กำหนดขึ้นสำหรับศูนย์กำเนิดของละติจูด (Origin of Latitude) นั้นกำหนดขึ้นจากแนวระดับที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับแกนหมุน เรียกแนวระนาบศูนย์กำเนิดนั้นว่า เส้นศูนย์สูตร (Equator) ซึ่งแบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ฉะนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด จะเป็นค่าเชิงมุมที่เกิดจากมุมที่ศูนย์กลางของโลก กับแนวระดับฐานกำเนิดมุมที่เส้นศูนย์สูตร ที่วัดค่าของมุมออกไปทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ มีค่าเชิงมุม ๙๐ องศาพอดี ดังนั้นการใช้ค่าระยะเชิงมุมของละติจูดอ้างอิงบอกตำแหน่งต่าง ๆ นอกจากจะกำหนดเรียกค่าวัดเป็นองศา ลิปดา และฟิลิปดาแล้ว จะบอกซีกโลกเหนือหรือซีกโลกใต้กำกับด้วยเสมอ เช่น ละติจูดที่ ๓๐ องศา ๐๐ ลิปดา ๑๕ ฟิลิปดาเหนือ ส่วนศูนย์กำเนิดของลองจิจูด (Origin of Longitude) นั้นก็กำหนดขึ้น

จากแนวระนาบทางตั้งที่ผ่านแกนหมุนของโลกตรงบริเวณตำแหน่งบนพื้นโลก ที่ผ่านหอดูดาวเมืองกรีนวิช (Greenwich) ประเทศอังกฤษ เรียกศูนย์กำเนิดนี้ว่า เส้นเมริเดียนเริ่มแรก (Prime Meridian) เป็นเส้นที่แบ่งโลกออกเป็นซีกโลกตะวันตกและซีกโลกตะวันออก ค่าระยะเชิงมุมของลองจิจูดเป็นค่าที่วัดมุมออกไปทางตะวันตก และตะวันออกของเส้นเมริเดียนเริ่มแรก วัดจากศูนย์กลางของโลกตามแนวระนาบที่มีเมริเดียนเริ่มแรกเป็นฐานกำเนิดมุมค่าของมุมจะสิ้นสุดที่เส้นเมริเดียน ตรงข้ามเส้นเมริเดียนเริ่มแรกมีค่าของมุมซีกโลกละ ๑๘๐ องศา การใช้คำอ้างอิงบอกตำแหน่งก็เรียกกำหนดเช่นเดียวกับละติจูด แต่ต่างกันที่จะบอกเป็นซีกโลกตะวันตก หรือตะวันออกแทน เช่น ลองจิจูดที่ ๙๐ องศา ๐๐ ลิปดา ๐๐ ฟลิปดาตะวันตก

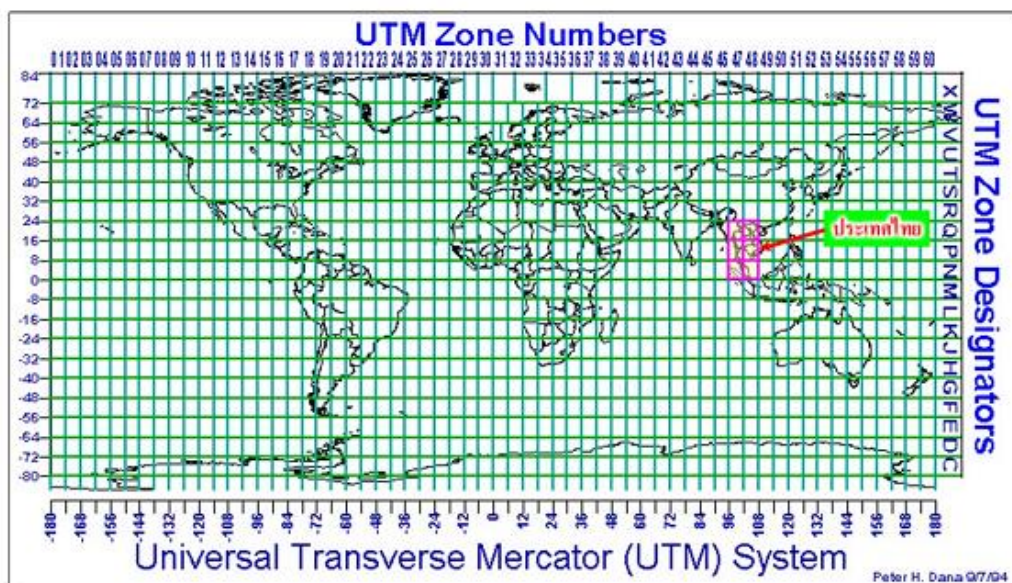
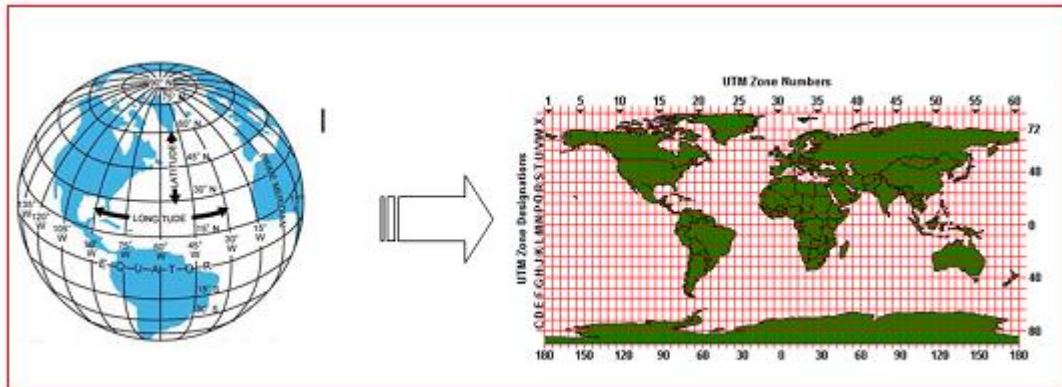


รูปภาพที่ ๕๕ แสดงพิกัดภูมิศาสตร์
ที่มา: บทที่ ๓ ระบบพิกัด. (ม.ป.ป.).

๒.) ระบบพิกัดกริด UTM (Universal Transvers Mercator Co-ordinate System) ตามรูปภาพที่ ๕๖ พิกัดกริด UTM (Universal Transvers Mercator) เป็นระบบตารางกริดที่ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่งและใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่ง ที่นิยมใช้กับแผนที่ในกิจการทหารของประเทศต่าง ๆ เกือบทั้งโลกในปัจจุบัน เพราะเป็นระบบตารางกริดที่มีขนาดรูปร่างเท่ากันทุกตาราง และมีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายและถูกต้อง เป็นระบบกริดที่นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transvers Mercator Projection ของ Gauss Krugger มาใช้ตัดแปลงการฉายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลกให้เป็นรูปทรงกระบอก Mercator Projection ประเทศไทยเราได้นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ UTM นี้มาใช้ในการทำแผนที่กิจการทหารภายในประเทศจากรูปถ่ายทางอากาศในปี ๑๙๕๓ ร่วมกับสหรัฐอเมริกา เป็นแผนที่มาตราส่วน ๑:๕๐,๐๐๐ ชุด L ๗๐๑๘ ที่ใช้ในปัจจุบัน

แผนที่ระบบพิกัดกริด ที่ใช้เส้นโครงแผนที่แบบ UTM เป็นระบบเส้นโครงชนิดหนึ่งที่ใช้ผิวรูปทรงกระบอกเป็นผิวแสดงเส้นเมริเดียน (หรือเส้นลองจิจูด) และเส้นละติจูดของโลก โดยใช้ทรงกระบอกตัดโลกระหว่างละติจูด ๘๔ องศาเหนือ และ ๘๐ องศาใต้ ในลักษณะแกนรูปทรงกระบอก ทำมุมกับแกนโลก ๙๐ องศารอบโลก แบ่งออกเป็น ๖๐ โซน ๆ ละ ๖ องศา โซนที่ ๑ อยู่ระหว่าง ๑๘๐ องศา กับ ๑๗๔ องศาตะวันตก และมีลองจิจูด ๑๗๗ องศาตะวันตก เป็นเมริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) มีเลขกำกับแต่ละโซน ๑-๖๐ โดยนับจากซ้ายไปทางขวา ระหว่างละติจูด ๘๔ องศาเหนือ ๘๐ องศาใต้ แบ่งออกเป็น ๒๐ ช่อง ๆ ละ ๘ องศา ยกเว้นช่องสุดท้ายเป็น ๑๒ องศา โดยเริ่มนับตั้งแต่ละติจูด ๘๐ องศาใต้ ขึ้นไปทางเหนือ ให้ช่องแรกเป็นอักษร C และช่องสุดท้ายเป็นอักษร X (ยกเว้น I และ O) จากการแบ่งตามทีกล่าวแล้ว จะเห็นพื้นที่ในเขตลองจิจูด ๑๘๐ องศาตะวันตกถึง ๑๘๐ องศาตะวันออก และละติจูด ๘๐ องศาใต้ ถึง ๘๔ องศาเหนือ จะถูก

แบ่งออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ๑,๒๐๐ รูป แต่ละรูปมีขนาดกว้างยาว ๖ องศา x ๘ องศา จำนวน ๑,๑๔๐ รูป และกว้างยาว ๖ องศา x ๑๒ องศา จำนวน ๖๐ รูป รูปสี่เหลี่ยมนี้เรียกว่า Grid Zone Designation (GZD) การเรียกชื่อ Grid Zone Designation ประเทศไทยมีพื้นที่อยู่ระหว่างละติจูด ๕ องศา ๓๐ ลิปดาเหนือ ถึง ๒๐ องศา ๓๐ ลิปดาเหนือ และลองติจูดประมาณ ๙๗ องศา ๓๐ ลิปดาตะวันออก ถึง ๑๐๕ องศา ๓๐ ลิปดาตะวันออก ดังนั้น ประเทศไทยจึงตกอยู่ใน GZD ๔๗N ๔๗P ๔๗Q ๔๘N ๔๘P ๔๘Q

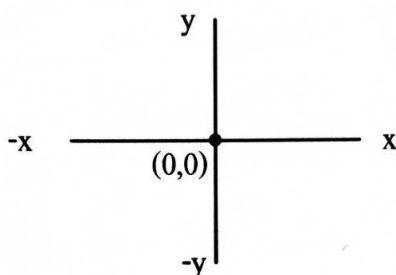


รูปภาพที่ ๕๖ Universal Transverse Mercator (UTM)
ที่มา: บทที่ ๓ ระบบพิกัด. (ม.ป.ป.).

๓.๓.๒ การจัดทำแผนที่โครงการ

การจัดทำแผนที่โครงการจะจัดทำโดยใช้โปรแกรม Autocad ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับใช้เขียนแบบทั่วไป ความรู้เบื้องต้นในการใช้งานโปรแกรม AutoCAD ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๑.) การป้อนค่าเป็นพิกัด (X,Y) สัญลักษณ์ที่ใช้คั่นคือ เครื่องหมาย (,)

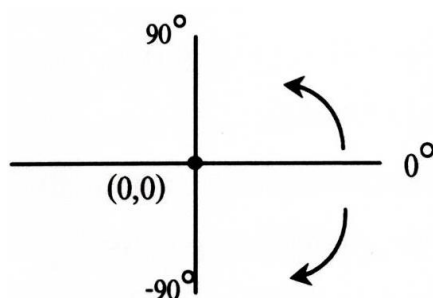


เมื่อจุดเริ่มต้น (๐,๐)

พิจารณาแกน X เมื่อทิศทางไปทางขวา (X) ทิศทางไปทางซ้าย (-X)

พิจารณาแกน y เมื่อทิศทางขึ้นบน (y) ทิศทางลงล่าง (-y)

๒.) การป้อนค่าเป็นพิกัดเชิงมุม (Dist < Angle) สัญลักษณ์ที่ใช้คั่นคือ เครื่องหมายน้อยกว่า (<)



พิจารณาพิกัดเชิงมุม อ้างอิงจากแกน X (๐°) เท่านั้น

ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ค่ามุมจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ (+)

ทิศทางตามเข็มนาฬิกา ค่ามุมจะลดลงเรื่อย ๆ (-)

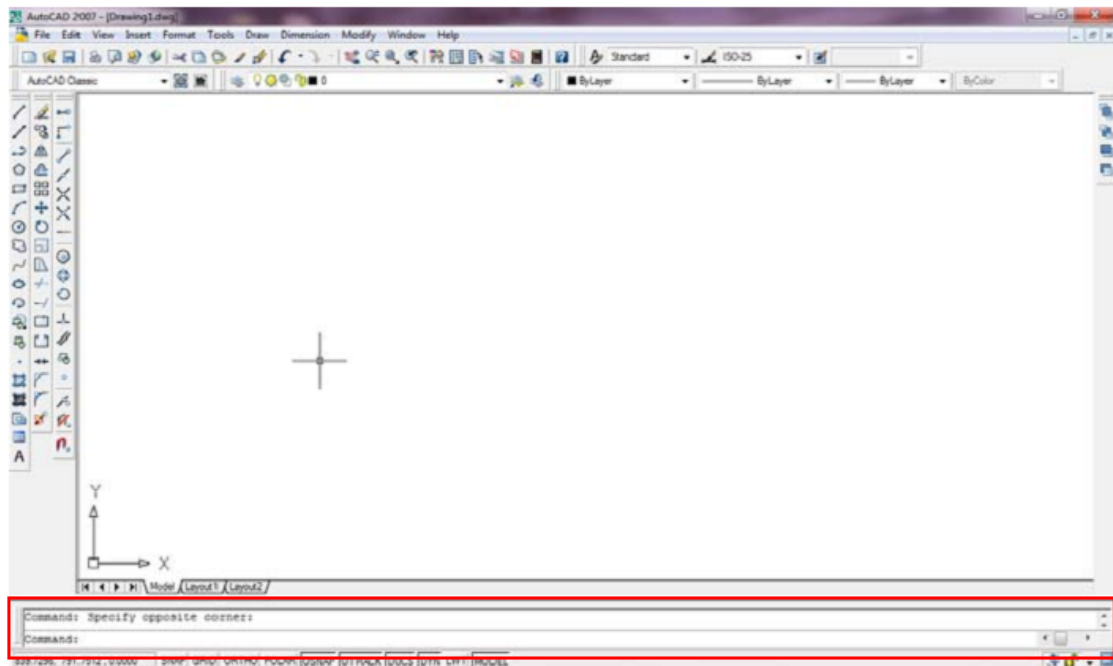
สัญลักษณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในโปรแกรม AutoCAD

สัญลักษณ์ , : ใช้คั่นระหว่างตัวเลข ในการป้อนค่าเชิงพิกัด (X,Y)

สัญลักษณ์ < : ใช้คั่นระหว่างตัวเลข ในการป้อนค่าเชิงมุม (ความยาว<มุม)

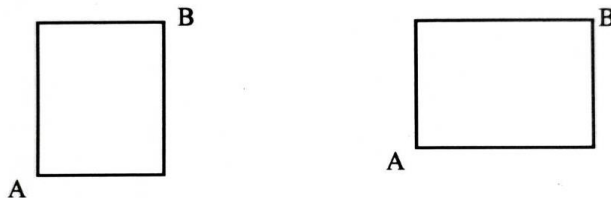
สัญลักษณ์ @ : ใช้ในการอ้างอิงจุดเดิม ให้เป็นจุดกำเนิด (๐,๐)

ในการใช้โปรแกรมจะเป็นลักษณะการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม โดยผ่านคำสั่งที่แสดงไว้ด้านล่างของโปรแกรม (Command Line) ตามรูปภาพที่ ๕๗



รูปภาพที่ ๕๗ Command Line
ที่มา: Asst.Prof.Dr.Somsak Vongpradubchai. (ม.ป.ป.).

การตั้งค่าหน้ากระดาษ : คำสั่ง Limits



การตั้งค่าหน้ากระดาษ จะต้องป้อนค่าที่จุด A และ B ตามรูป

ตัวอย่าง ต้องการตั้งค่ากระดาษขนาด A๔ (๒๑๐x๒๙๗) แนวตั้ง

จุด A (มุมล่างซ้าย) โดยทั่วไปจะกำหนดให้เป็นจุดกำเนิด (๐,๐)

จุด B (มุมบนขวา) จะใส่ค่าเป็น (๒๑๐,๒๙๗)

แต่ถ้าต้องการตั้งค่ากระดาษ A ๔ เป็นแนวนอน จะแตกต่างกันตรงที่ค่า B

จุด B (มุมบนขวา) จะใส่ค่าเป็น (๒๙๗,๒๑๐)

คำสั่ง Grid คือ การกำหนดจุดที่ช่วยในการวาด (กด F๗)

คำสั่ง Snap คือ การบังคับเมาส์ (Cursor) ให้วิ่งบนจุดกริดที่ตั้งไว้ (กด F๙)

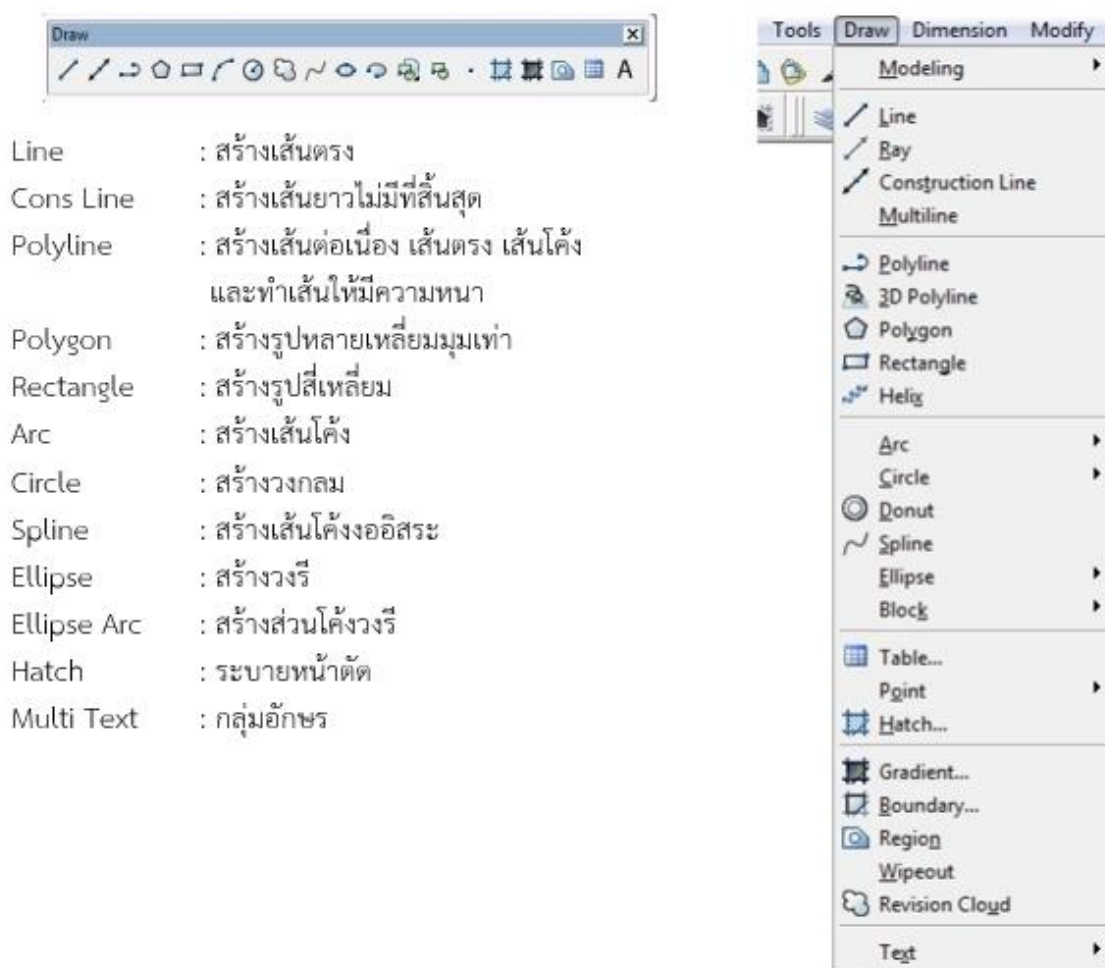
คำสั่ง Ortho คือ การบังคับแนวในการวาดรูป ให้เป็นแนวตั้งหรือแนวนอนเท่านั้น

คำสั่ง Osnap คือ ตัวช่วยในการวาดรูป

การเรียกใช้คำสั่งทุกคำสั่งมีหลายวิธี ดังนี้

- เรียกใช้คำสั่งจาก Toolbar บนหน้าต่างโปรแกรม แล้วเลือกคำสั่ง
- เรียกแถบเครื่องมือออกมาไว้บนโปรแกรม (ต้องรู้ชื่อแถบอุปกรณ์นั้น ๆ ก่อน) ทำได้โดย
 - นำเมาส์ (Cursor) ไปไว้บริเวณ Toolbar หน้าต่างด้านบน (ต้องต่ำกว่าแถบตัวอักษร)
 - คลิกขวาเลือกปุ่ม ACAD
 - กดเลือกแถบเครื่องมือที่ต้องการ
- พิมพ์คำสั่งไปที่ Command Line ได้เลย แต่วิธีนี้ต้องจำชื่อเครื่องมือ

การวาดรูปเลขาคณิตบนโปรแกรมอุปกรณ์วาดรูป (Draw) ตามรูปภาพที่ ๕๘



รูปภาพที่ ๕๘ อุปกรณ์วาดรูป

ที่มา: Asst.Prof.Dr.Somsak Vongpradubchai. (ม.ป.ป.).

ตัวอย่าง การวาดเส้นตรง

คำสั่ง Line (ต้องป้อนคำสั่งจุดสองจุด)

A (๑๐,๑๐)

B (๓๐,๑๐)

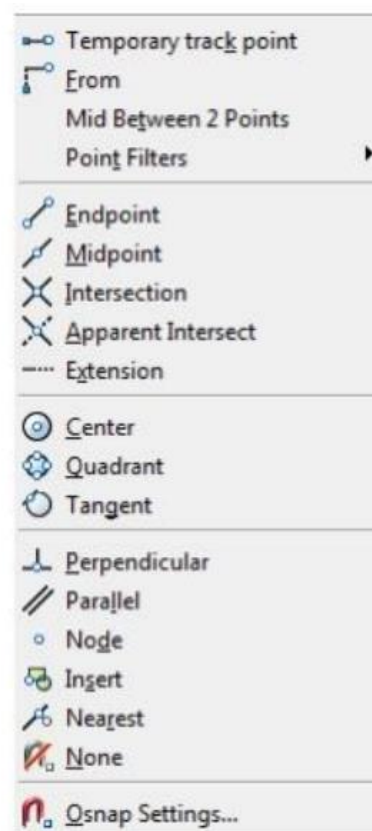
การวาดเส้นตรงทำได้หลายวิธี อาทิเช่น

- จุด A ใส่ค่าพิกัด (๑๐,๑๐) และที่จุด B ใส่พิกัด (๓๐,๑๐)
- จุด A คลิกเมาส์ที่หน้าจอในโปรแกรมเป็นจุดใดก็ได้ ส่วนจุด B ใส่คำสั่ง @ ตามด้วยพิกัด (๒๐,๐) หมายถึงระยะห่างจากจุดเดิมไป (X,Y)
- จุด A คลิกเมาส์ที่หน้าจอในโปรแกรมเป็นจุดใดก็ได้ ส่วนจุด B ใช้เมาส์ลากแนวทิศทางเส้น อาจจะใช้คำสั่ง Ortho ช่วย ได้แนวแล้วปล่อยเมาส์ ป้อนค่าความยาว

ตัวช่วยในการวาดรูป (Osnap) ตามรูปภาพที่ ๕๙



- Endpoint : ให้จับที่ปลายเส้น
- Midpoint : ให้จับที่กึ่งกลางเส้น
- Center : ให้จับที่จุดศูนย์กลางวงกลม
- Quadrant : ให้จับที่จุดหนึ่งในสี่ของวงกลม
- Intersection : ให้จับที่ตำแหน่งจุดตัดของเส้น
- Perpendicular : ให้จับทิศทางตั้งฉากกับเส้นที่กำหนด
- Tangent : ให้จับจุดสัมผัสกับวงกลม
- Osnap From : ใช้ช่วยในกรณีที่เมื่อรู้จุดเริ่มต้นแต่สามารถอ้างอิงจากจุดใดจุดหนึ่งที่วาดไว้แล้ว
- Mid between ๒ points : ใช้ในการหาจุดกึ่งกลางของระยะใด ๆ โดยกำหนดจุดซ้ายและจุดขวาของระยะที่ต้องการ (ถ้าเป็นเส้นเลือก Midpoint ได้เลย)



รูปภาพที่ ๕๙ ตัวช่วยในการวาดรูป (Osnap)
ที่มา: Asst.Prof.Dr.Somsak Vongpradubchai. (ม.ป.ป.).

๓.๔ ความรู้ด้านการผลิตทางการเกษตรเบื้องต้น เกี่ยวกับชนิดของดิน การปลูกพืช ปัจจัยในการผลิตต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๓.๔.๑ ชนิดของดิน

ดินในประเทศไทยมีหลายประเภท สามารถแบ่งประเภทของดินได้ดังนี้

๑.) ประเภทของดิน แบ่งตามสภาพพื้นที่



รูปภาพที่ ๖๐ ดินที่ลุ่ม

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินที่ลุ่ม ตามรูปภาพที่ ๖๐ หรือที่เรียกกันว่า ดินนา คือ ดินที่เกิดในบริเวณพื้นที่ต่ำ สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบ ส่วนใหญ่พบเป็นบริเวณกว้างในภาคกลางและตามที่ราบลุ่มแม่น้ำต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการทำนา และมักมีน้ำท่วมขังในพื้นที่ในช่วงฤดูฝน



รูปภาพที่ ๖๑ ดินที่ดอน หรือ ดินไร่

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินที่ดอน หรือ ดินไร่ ตามรูปภาพที่ ๖๑ คือ ดินที่พบอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน สภาพพื้นที่อาจเป็นที่ราบ ที่ลาดเชิงเขา หรือเป็นลูกคลื่น มีการระบายน้ำดี โดยทั่วไปจะไม่มีการขังน้ำเมื่อฝนตก พบอยู่ทั่วไปในภูมิภาคต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล หรือ ไม้ยืนต้นอื่นๆ

๒.) ประเภทของดิน แบ่งตามความลึกของดิน (ตามรูปภาพที่ ๖๒ ถึง ๖๕)

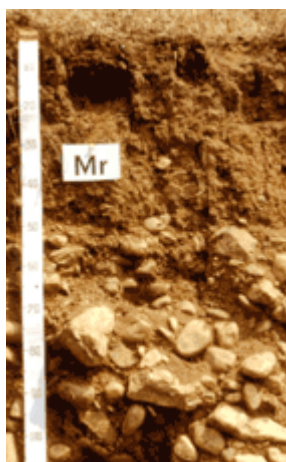
ความลึกของดิน (effective soil depth) หมายถึงความหนาของดินนับจากชั้นผิวดินลงไปจนถึงชั้นดินที่ขัดขวางต่อการเจริญเติบโตหรือการชอนไชของรากพืช เช่น ชั้นหินพื้น ชั้นดาน ชั้นเศษหิน ชั้นกรวด หรือ ชั้นลูกรัง เป็นต้น ซึ่งมีผลทำให้รากพืชชะงักงัน ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติโดยทั่วไปดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกควรมีความลึกไม่น้อยกว่า ๑ เมตร ขึ้นไป



รูปภาพที่ ๖๒ ดินตื้นมาก

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

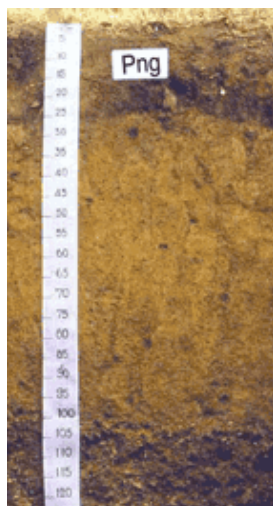
ดินตื้นมาก ตามรูปภาพที่ ๖๒ คือ ดินที่มีความหนาไม่เกิน ๒๕ เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดินลงไป



รูปภาพที่ ๖๓ ดินตื้น

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

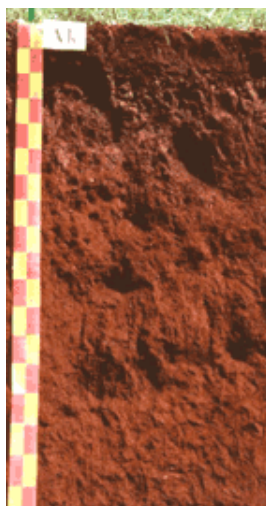
ดินตื้น ตามรูปภาพที่ ๖๓ คือ ดินที่มีความหนาตั้งแต่ ๒๕-๕๐ เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดิน



รูปภาพที่ ๖๔ ดินลิกปานกลาง

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินลิกปานกลาง ตามรูปภาพที่ ๖๔ คือ ดินที่มีความหนาตั้งแต่ ๕๐-๑๐๐ เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดิน



รูปภาพที่ ๖๕ ดินลิก-ลิกมาก

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินลิก – ลิกมาก ตามรูปภาพที่ ๖๕ คือ ดินที่มีความหนามากกว่า ๑๐๐ เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดินลงไป

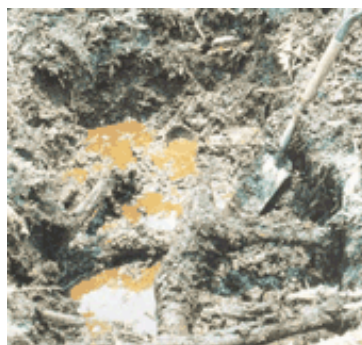
๓.) ประเภทของดิน แบ่งตามวัสดุที่เป็นองค์ประกอบในดิน



รูปภาพที่ ๖๖ ดินอนินทรีย์

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินอนินทรีย์ ตามรูปภาพที่ ๖๖ คือเป็นดินที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอนินทรีย์สารที่ได้มาจากการผุพังสลายตัวของหิน แร่ ผสมคลุกเคล้าอยู่กับอินทรีย์วัตถุปกคลุมพื้นผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ



รูปภาพที่ ๖๗ ดินอินทรีย์

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินอินทรีย์ ตามรูปภาพที่ ๖๗ คือดินที่เกิดในสภาพป่าพรุ หรือสภาพที่มีน้ำแช่ขังเป็นระยะเวลายาวนาน มีพีชีชอบน้ำขึ้นอยู่ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการย่อยสลายเศษซากอินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดการทับถม และสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดเป็นชั้นดินอินทรีย์ หรือชั้น O ชั้น และเมื่อมีการทับถมมากขึ้นเรื่อยๆ ดินนี้จะกลายเป็นดินอินทรีย์ในที่สุด

หลักในการพิจารณาว่า ดินชนิดไหนเป็นดินอนินทรีย์ หรือดินอินทรีย์นั้น ได้มีข้อตกลงกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ทางดิน โดยให้ถือว่า ดินที่มีคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าร้อยละ ๒๐ โดยน้ำหนัก และมีชั้นดิน O เกิดเป็นชั้นหนามากกว่า ๔๐ ซม. นั้น ให้เรียกว่า “ดินอินทรีย์” ส่วนดินที่มีคาร์บอนอินทรีย์ น้อยกว่า ๒๐ โดยน้ำหนัก เรียกว่า “ดินอนินทรีย์”

๔.) ประเภทของดิน แบ่งตามพัฒนาการ (ตามรูปภาพที่ ๖๘ และ ๖๙)



รูปภาพที่ ๖๘ ดินมีพัฒนาการน้อย

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินมีการพัฒนาน้อย ตามรูปภาพที่ ๖๘ หมายถึงดินที่ประกอบด้วยชั้นดินบน (A) และชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (C)



รูปภาพที่ ๖๙ ดินมีพัฒนาการมาก

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินมีพัฒนาการมาก ตามรูปภาพที่ ๖๙ หมายถึงดินที่ประกอบด้วยชั้นดินบน (A) ชั้นดินล่างที่แสดงการเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลจากการกระบวนการทางดิน (B) และชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (C)

๕.) ประเภทของดิน แบ่งตามเนื้อดิน (ดินร่วน-ดินเหนียว-ดินทราย) ตามรูปภาพที่ ๗๐ ถึง ๗๒



รูปภาพที่ ๗๐ ดินเหนียว

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินเหนียว เป็นดินที่มีเนื้อละเอียด ในสภาพดินแห้งจะแตกออกเป็นก้อนแข็งมาก เมื่อเปียกน้ำแล้วจะมีความยืดหยุ่น สามารถปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้ เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี แต่สามารถอุ้มน้ำ ดูดยึด และแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้ดี เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน



รูปภาพที่ ๗๑ ดินร่วน

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินร่วน เป็นดินที่เนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือในสภาพดินแห้งจะจับกันเป็นก้อนแข็งพอประมาณ ในสภาพดินชื้นจะยัดหยุ่นได้บ้าง เมื่อสัมผัสหรือคลึงดินจะรู้สึกนุ่มมือ แต่อาจจะรู้สึกสากมืออยู่บ้างเล็กน้อย เมื่อกำดินให้แน่นในฝ่ามือแล้วคลายมือออก ดินจะจับกันเป็นก้อนไม่แตกออกจากกัน เป็นดินที่มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก



รูปภาพที่ ๗๒ ดินทราย

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินทราย เป็นดินที่มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าร้อยละ ๘๕ เนื้อดินมีการเกาะตัวกันหลวมๆ มองเห็นเป็นเม็ดเดี่ยวๆ ได้ ถ้าสัมผัสดินที่อยู่ในสภาพแห้งจะรู้สึกสากมือ เมื่อลองกำดินที่แห้งนี้ไว้ในอุ้งมือแล้วคลายมือออกดินก็จะแตกออกจากกันได้ แต่ถ้ากำดินที่อยู่ในสภาพชื้นจะสามารถทำให้เป็นก้อนหลวมๆ ได้แต่พอสัมผัสจะแตกออกจากกันทันที ดินทราย เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเพราะความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่ำ พืชที่ขึ้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งธาตุอาหารและน้ำ

๖.) ประเภทของดิน แบ่งตามสมบัติ (ดินดี-ดินไม่ดี) ตามรูปภาพที่ ๗๓ และ ๗๔



รูปภาพที่ ๗๓ ดินดี ในทางการเกษตร

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินดี หมายถึง ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศในสัดส่วนที่เหมาะสม สามารถปลูกพืชได้โดยใช้วิธีการจัดการดูแลตามปกติธรรมดาที่ไม่ยุ่งยาก มักจะมีหน้าดินสีน้ำตาล มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืช มีปฏิกิริยาดินใกล้เคียงเป็นกลาง มีความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ ๕.๕-๗.๐ และไม่มีชั้นที่ขัดขวางการเจริญเติบโตของรากพืช



รูปภาพที่ ๗๔ ดินไม่ดี หรือ ดินเลว

ที่มา: สำนักสำรวจและและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.).

ดินไม่ดีหรือดินเลว คือ ดินที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสม หรือเหมาะสมน้อยสำหรับการเพาะปลูก ส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามปกติได้ ถ้าหากว่าจำเป็นต้องใช้ดินเหล่านี้ในการเพาะปลูก พืชก็ต้องมีการจัดการแก้ไขให้เหมาะสมเสียก่อน

อย่างไรก็ตาม การที่จะบอกได้ว่าพื้นที่ใดเป็นดินดีหรือไม่นั้น ยังต้องคำนึงถึงชนิดของพืชที่จะปลูกในบริเวณนั้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก พืชแต่ละชนิดมีความต้องการสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น ข้าว เป็นพืชที่ชอบน้ำ ดังนั้นดินดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวจึงควรเป็นดินในพื้นที่ลุ่ม เนื้อดินเป็นดินเหนียวที่มีการระบายน้ำเลว ซึ่งจะช่วยให้สามารถขังน้ำไว้ในนาข้าวได้ แต่ถ้าต้องการปลูกพืชไร่หรือผลไม้ ดินที่ดีสำหรับพืชพวกนี้ควรเป็นดินลึก มีหน้าดินหนา เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหรือพวกที่มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้รากพืชสามารถซอนไลงไปในดินได้ลึก สามารถต้านทานแรงลมได้ดี เป็นต้น

สำหรับการกำหนดชนิดพืชให้มีความเหมาะสมกับสภาพดินสามารถใช้โปรแกรมระบบแผนที่เกษตรเพื่อการบริหารเชิงรุก (Aqri- Map) เป็นทางเลือกในการกำหนดชนิดพืชเบื้องต้น สำหรับการวางแผนพัฒนา ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถนำมาใช้งานได้จากระบบอินเทอร์เน็ตทั่วไป โดยบูรณาการข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรจากทุกหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สำหรับใช้เป็นเครื่องมือบริหารจัดการการเกษตรไทยครอบคลุมทุกพื้นที่

๓.๔.๒ การปลูกพืช

การปลูกพืชในปัจจุบันมักจะพบเสมอว่า พืชไม่ค่อยเจริญเติบโตหรือไม่ให้ผลผลิตตามที่ต้องการเมื่อเป็นเช่นนี้ก็มักจะคิดกันว่าเป็นเพราะดินขาดปุ๋ย จึงไปซื้อปุ๋ยมาใส่ ซึ่งเมื่อใส่แล้วบางครั้งพืชอาจจะเติบโตดีขึ้น แต่ไม่ออกดอกออกผลหรือบางทีพืชก็ไม่โตดีขึ้น หรืออาจจะแยกว่าเดิมหรือบางทีตายไปเลยก็มี นั่นเป็นเพราะอะไร? ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจก่อนว่าการที่พืชไม่เจริญเติบโต หรือไม่ออกดอกผลนั้นอาจจะมีสาเหตุมาจากอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวกับดิน เช่นพืชได้รับแสงน้อยไป อุณหภูมิไม่เหมาะสม (สำหรับพืชบางชนิด) หรือพืชเป็นโรค เป็นต้น แต่ถ้าเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับดินจริงๆ ก็ไม่ใช่ว่าจะเป็นเพราะดินขาดปุ๋ยหรือขาดธาตุอาหารเสมอไปเพราะบางครั้งดินมีธาตุอาหารครบถ้วนดี แต่พืชดูดกินธาตุเหล่านี้ไม่ได้เนื่องจากดินมีปัญหาอื่นๆ ที่ต้องแก้ไขเสียก่อน หรือบางทีดินอาจจะขาดธาตุอาหารบางธาตุ แต่ใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารไม่ตรงตามที่ขาด พืชก็ไม่เจริญเติบโต หรือบางทีเลือกชนิดปุ๋ยถูกต้อง แต่วิธีใส่ไม่ถูกต้องทำให้พืชดูดกินธาตุอาหารได้น้อยหรือไม่ได้เลย ซึ่งก็อาจทำให้ไม่ได้ผลอีกเช่นกัน ดังนั้นการที่จะปลูกพืชให้ได้ผลควรจะต้องมาทำความรู้จักและเข้าใจเกี่ยวกับ พืช-ดิน-ปุ๋ย เสียก่อน

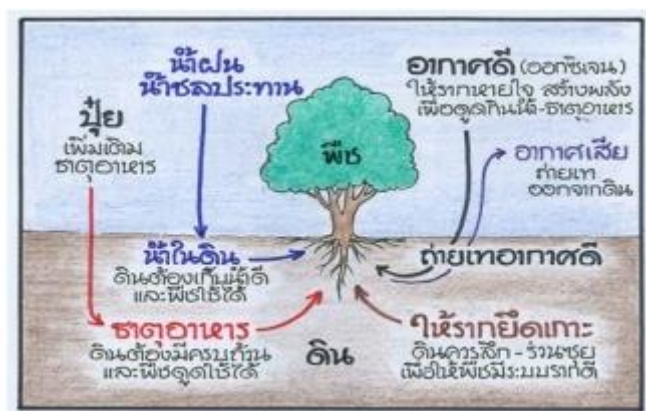
๑.) ดิน

สิ่งที่พืชต้องการจากดิน แบ่งออกได้เป็น ๔ ประการ ตามรูปภาพที่ ๗๕ คือ

๑. ที่ยึดเกาะ เพื่อให้พืชทรงลำต้นอยู่ได้ และเป็นที่อยู่ของราก
๒. อากาศ เพื่อให้รากพืชรวมทั้งจุลินทรีย์ (สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในดิน) ได้มีอากาศหายใจ
๓. น้ำ เพื่อเป็นแหล่งน้ำของพืช และเป็นตัวละลายธาตุอาหาร และทำให้พืชดูดกินธาตุอาหารได้
๔. ธาตุอาหาร ที่พืชต้องการจากดินอย่างน้อยมี ๑๔ ธาตุ ซึ่งถ้าพืชได้รับไม่พอเพียงหรือแต่ละธาตุมีอยู่ในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม พืชจะไม่สามารถเจริญเติบโตหรือมีการเจริญเติบโตผิดปกติได้ ธาตุ ๑๔ ธาตุ มีดังนี้

(๑) ไนโตรเจน (เอ็น, N)	}	เรียกธาตุอาหารหลัก พืชส่วนใหญ่ต้องการมาก
(๒) ฟอสฟอรัส (พี, P)		
(๓) โพแทสเซียม (เค, K)		
(๔) แคลเซียม (Ca)	}	เรียกธาตุรอง พืชต้องการค่อนข้างมาก
(๕) แมกนีเซียม (Mg)		
(๖) กำมะถัน (S)		
(๗) เหล็ก (Fe)	}	เรียกจุลธาตุหรือธาตุอาหารเสริม พืชส่วนใหญ่ต้องการน้อย
(๘) แมงกานีส (Mn)		
(๙) ทองแดง (Cu)		
(๑๐) สังกะสี (Zn)		
(๑๑) นิกเกิล (Ni)		
(๑๒) โบรอน (B)		
(๑๓) โมลิบดีนัม (Mo)		
(๑๔) คลอรีน (Cl)		

โดยปกติในดินยังมีธาตุอีกหลายชนิด ที่ไม่ใช่ธาตุอาหารพืช เช่น อะลูมินัม ซิลิกอน โซเดียม เป็นต้น ซึ่งถ้ามีธาตุเหล่านี้อยู่มากหรือดินมีสภาพไม่เหมาะสม ธาตุเหล่านี้บางธาตุอาจจะละลายออกมาจนเป็นพิษต่อพืช หรือทำให้ดินมีสมบัติที่ไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ธาตุอะลูมินัม และโซเดียม



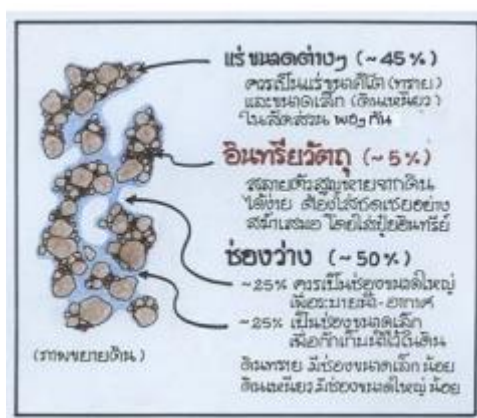
รูปภาพที่ ๗๕ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดินและพืช
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

ดินทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ตามรูปภาพที่ ๗๖ ดังนี้

(๑.) แร่ มีหลายชนิดและมีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่แร่ที่มีขนาดโตเป็นเม็ดทราย จนถึงแร่ดินเหนียวที่มีขนาดเล็กมาก ๆ (มองไม่เห็น) ถ้าดินมีแร่ขนาดเม็ดทรายมาก เรียกดินเนื้อหยาบหรือดินทราย แต่ถ้ามีแร่ขนาดเล็กมาก ๆ เป็นส่วนใหญ่ เรียกดินเนื้อละเอียดหรือดินเหนียว

(๒.) อินทรีย์วัตถุ มาจากเศษซากพืชสัตว์ที่สลายตัวแล้ว อินทรีย์วัตถุช่วยปรับสภาพดินให้เหมาะสมแก่การปลูกพืช เช่น ทำให้ดินเหนียวมีลักษณะร่วนซุยไม่อัดแน่น ช่วยให้ดินเก็บน้ำเก็บปุ๋ยดีขึ้น และเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุที่มักไม่มีในปุ๋ยเคมี

- | | |
|------------|---------------------------|
| (๓.) น้ำ | } แทรกอยู่ในช่องว่างในดิน |
| (๔.) อากาศ | |



รูปภาพที่ ๗๖ แสดงสัดส่วน(%โดยปริมาตร)ขององค์ประกอบของดิน ที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

นอกจากนี้ ในดินยังมีจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็ก โดยปกติมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จุลินทรีย์มีมากมายหลายชนิดส่วนใหญ่มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในดิน เช่น ย่อยสลายเศษซากพืชสัตว์เพิ่มธาตุอาหาร (ไนโตรเจน) แก่ดิน เป็นต้น แต่จุลินทรีย์บางชนิดก็มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความเสียหายในดินหรือก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้เช่นกัน

ดินในแต่ละบริเวณ หรือดินบริเวณหนึ่ง ๆ ส่วนที่เป็นหน้าดินและดินล่างลึก ๆ มักจะมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีองค์ประกอบของดินที่แตกต่างกัน

ดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืชควรมีลักษณะที่ดีดังนี้

๑. ดินร่วนซุย ไม่อัดแน่น (ยกเว้นดินนาข้าวซึ่งน้ำที่ต้องการดินที่เป็นดินเหนียว)
๒. ดินลึก โดยเฉพาะการปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น
๓. ดินไม่มีก้อนหิน ก้อนกรวดปะปนมาก
๔. ดินไม่ยึด-หดตัวมาก เมื่อเปียก-แห้ง (ไม่แตกกระแหวงมาก)
๕. ไม่เป็นกรด หรือ ด่าง มากเกินไป
๖. ไม่เค็ม
๗. มีธาตุอาหารพืชครบถ้วน และมีในสัดส่วนเหมาะสม
๘. เก็บธาตุอาหารได้ดี เมื่อใส่ปุ๋ย และพืชใช้ธาตุอาหารที่กักเก็บได้ง่าย
๙. กักเก็บน้ำได้ดี และน้ำที่กักเก็บไว้ พืชใช้ได้มาก
๑๐. ดินไม่ควรมีโรค-แมลงศัตรูพืช รวมทั้งสารพิษต่าง ๆ ต่อพืชและมนุษย์-สัตว์

๑.๑) ดินที่มีปัญหาในการปลูกพืช

ดินที่มีปัญหาก็หมายถึงดินที่ขาดลักษณะที่ดี ดังได้กล่าวมาแล้ว ดินแต่ละบริเวณอาจจะมีปัญหาไม่เหมือนกัน บางแห่งอาจมีปัญหาเดียว บางแห่งอาจมีหลาย ๆ ปัญหาร่วมกัน ซึ่งในการปลูกพืชให้ได้ผลดีควรจะต้องจัดการแก้ไขทุก ๆ ปัญหาที่มี อย่างไรก็ตามปัญหาบางอย่างของดินอาจจะแก้ไขได้ยาก หรือแก้ไขไม่ได้ หรือไม่คุ้มทุนที่จะแก้ไข ซึ่งในกรณีอย่างนี้อาจจะต้องพิจารณาเลือกชนิดพืชที่พอจะปลูกได้ หรือเลือกวิธีการจัดการที่เหมาะสม หรือไม่ใช้ปลูกพืช แต่ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นไปเลย

ลักษณะของดินที่มีปัญหาและแนวทางการจัดการแก้ไข โดยสังเขป มีดังนี้

(๑.) ดินเหนียวแน่นทึบ ดินเหนียวเป็นดินเนื้อละเอียดที่เมื่อขึ้นสามารถลึงด้วยนิ้วชี้และหัวแม่มือเป็นแท่งเล็ก ๆ ได้ยาว (ปกติยาวกว่า ๑ ซม.) ดินพวกนี้ส่วนใหญ่อุดมสมบูรณ์ดี ธาตุอาหารที่อาจจะขาดแคลนมักเป็นธาตุที่พืชต้องการมาก ๆ เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส แต่ดินนี้มักจะมีปัญหาเกี่ยวกับการอัดแน่น และการแตกกระแหวงทำให้พืชมีระบบรากไม่ดี รากลงลึกไม่ได้ รากน้อย พืชดูดน้ำไปใช้ได้ยาก พืชหัวลงหัวยาก เป็นต้น การแก้ไขปรับปรุงดินเหนียวเน้นการจัดการให้ดินมีลักษณะร่วนซุย ทำได้โดยการใช้วัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น แกลบ แกลบดำ ขุยมะพร้าว ปุ๋ยหมัก ชีววั ชีวควาย ฯลฯ ใส่ลงไป แต่อาจจะมีปัญหาว่าต้องใช้ค่อนข้างมาก และที่สำคัญต้องใส่อย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะพวกปุ๋ยหมัก ชีววั ทั้งนี้ เพราะพวกนี้จะสลายตัวสูญหายจากดินง่ายและที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การจัดการดินมักปรับปรุงให้ดินร่วนซุยได้เฉพาะดินบนเท่านั้น ซึ่งถ้าปลูกพืชล้มลุกหรือพืชรากตื้น เช่น พืชผัก ก็ไม่น่าจะมีปัญหา แต่ถ้าปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้นขนาดใหญ่อาจมีปัญหาเพราะรากลงลึกไม่ได้ พืชอาจจะโคนล้มได้ง่าย และพืชผักจะมีรากส่วนใหญ่อยู่บริเวณผิวดิน การใส่ปุ๋ยเคมีอาจสัมผัสรากโดยตรงซึ่งจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ โดยเฉพาะถ้าใส่ปุ๋ยครั้งละมาก ๆ ดินเหนียวส่วนใหญ่พบในบริเวณที่ราบลุ่มที่ใช้ทำนา ถือว่าเป็นดินที่เหมาะสมสำหรับนาข้าว แต่ถ้ามีการเปลี่ยนสภาพพื้นที่มาปลูกพืชสวนก็มักจะมีปัญหาดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

(๒.) ดินทราย ดินพวกนี้เป็นดินเนื้อหยาบเมื่อขึ้นจะปั้นหรือคลึงเป็นแท่งเล็ก ๆ ไม่ได้ ดินพวกนี้มีปัญหาที่สำคัญเกี่ยวกับมีธาตุอาหารน้อยแทบทุกธาตุ ไม่เก็บน้ำ ไม่เก็บปุ๋ยโดยเฉพาะเมื่อใส่ปุ๋ยเคมี การจัดการดินพวกนี้ควรจะต้องใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี วัสดุอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ชีววั ชลาฯ ใส่เพื่อเพิ่มความสามารถในการเก็บน้ำ เก็บปุ๋ย และเพิ่มธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุที่พืชต้องการน้อย ๆ (จุลธาตุ) ซึ่งธาตุเหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่มีในปุ๋ยเคมีทั่ว ๆ ไป สำหรับปุ๋ยเคมีใส่เพื่อให้ธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการมาก ๆ แต่การใส่ปุ๋ยเคมีก็ไม่ควรใส่ครั้งละมาก ๆ ต้องใส่ครั้งละน้อย ๆ แต่บ่อยครั้ง หรือใส่โดยให้พร้อมกับระบบการให้น้ำ

(๓.) ดินที่มีก้อนหินก้อนกรวดปะปนมาก การมีก้อนหินก้อนกรวดปะปนทำให้ไถพรวนดินได้ยากหรือไม่ได้ นอกจากนี้ยังทำให้ส่วนที่เป็นดินจริง ๆ (ส่วนที่เป็นที่อยู่ของราก ส่วนที่เก็บน้ำและธาตุอาหาร) มีน้อยลง โดยปกติการกำจัดก้อนหินก้อนกรวดออกจากดินทำได้ยาก ดังนั้นจึงควรปลูกพืชที่ไม่ต้องการการไถพรวนมาก มีการใช้ปุ๋ยร่วมกันทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีการใส่ปุ๋ยเคมี ควรใส่ครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้ง หรือใส่ร่วมในระบบการให้น้ำเช่น ระบบน้ำหยด

(๔.) ดินตื้น หรือดินที่รากพืชถูกจำกัดบริเวณ เช่น ดินที่ลุ่มที่มีน้ำใต้ดินตื้น ๆ ดินที่มีชั้นดานแข็ง หรือมีศิลาแลงเป็นแผ่นแข็งใต้ผิวดิน ดินพวกนี้มักจะต้องใช้ปลูกพืชรากตื้น เช่น พืชล้มลุก ส่วนการจัดการดินส่วนใหญ่จะจัดการเช่นเดียวกับพวกดินทราย

(๕.) ดินเป็นกรด-ด่างเกินไป ดินแต่ละบริเวณจะมีสภาพกรด-ด่างแตกต่างกันไป และ สภาพกรด-ด่างในดิน ตามรูปภาพที่ ๗๗ มักจะเปลี่ยนแปลงได้โดยธรรมชาติ รวมทั้งการใส่วัสดุต่างๆ ลงไป ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี หรือวัสดุปรับปรุงดินต่าง ๆ ดังนั้นควรมีการตรวจสอบสภาพกรด-ด่างเสมอ



รูปภาพที่ ๗๗ แสดงแหล่งที่มาของกรด-ด่างในดิน

ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

การตรวจสอบอาจทำง่าย ๆ โดยใช้น้ำยาตรวจสอบ ตามรูปภาพที่ ๗๘ ค่าที่ตรวจสอบจะบอกออกเป็นค่าตัวเลขที่เรียกว่า ค่า “พีเอช” ซึ่งมีค่าตั้งแต่ ๑ ถึง ๑๔ ค่าพีเอชที่ต่ำกว่า ๗ แสดงว่าดินเป็นกรด ถ้ามากกว่า ๗ แสดงว่าดินเป็นด่าง ตัวเลขยิ่งน้อยยิ่งเป็นกรดมาก ตัวเลขยิ่งมากก็จะเป็นด่างมากเช่นกัน ค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับพืชทั่ว ๆ ไป ควรอยู่ระหว่าง ๕.๕-๗.๐



รูปภาพที่ ๗๘ แสดงชุดตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของดินและน้ำ
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).



รูปภาพที่ ๗๙ แสดงลักษณะดินกรดที่เกิดจากการสลายตัวของแร่ในดิน
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

ถ้าดินเป็นกรดเกินไป (ค่าพีเอชต่ำกว่า ๕.๕ มีจุดประสีเหลืองอ่อน ๆ ในดิน) ตามรูปภาพที่ ๗๙ ควรปรับปรุงแก้ไขโดยการใช้พวกปูนต่าง ๆ เช่น ปูนขาว ปูนมาร์ล ปูนโดโลไมต์ และเปลือกหอยบด เป็นต้น ถ้าไม่แก้ไขมักจะมีปัญหาหลายประการที่สำคัญคือ ทำให้ธาตุอาหารในดินบางธาตุไม่ละลายน้ำ พืชดูดกินไม่ได้ ถึงแม้ใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมธาตุอาหารพืชก็ยังไม่ค่อยได้หรือไม่ได้ ในทางตรงข้ามธาตุบางธาตุในดินจะละลายออกมามาก จนอาจเป็นพิษต่อพืช หรือละลายออกมาตกตะกอนกับปุ๋ยที่ใส่ทำให้การใช้ปุ๋ยไม่ได้ผล โดยเฉพาะปุ๋ยที่เร่งราก และเร่งการออกดอก (ปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสมาก ๆ)



รูปภาพที่ ๘๐ แสดงดินที่พบบริเวณภูเขาหินปูนมีสภาพเป็นต่าง
(พบก้อนปูนสีขาวปะปนในดิน)
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

ถ้าดินเป็นต่าง ตามรูปภาพที่ ๘๐ ก็มักจะมีปัญหาเรื่องธาตุหลายตัวไม่ละลายน้ำ พืชดูดกินไม่ได้เช่นกัน การแก้ไขดินต่างบางครั้งทำได้ยาก เพราะดินพวกนี้มักมีหินปูนซึ่งเป็นต่างปะปนอยู่ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการให้ปุ๋ยทางใบ รวมทั้งการเลือกพืชที่ค่อนข้างขึ้นได้ดีในดินพวกนี้ก็เป็นแนวทางที่จะช่วยบรรเทาปัญหาดินต่างลงได้

(๖.) ดินเค็ม ตามรูปภาพที่ ๘๑ เป็นดินที่มีเกลือสะสมมากเกินไปจนเกิดอันตราย คือ ทำให้พืชดูดน้ำจากดินได้น้อย หรือไม่ได้ทำให้เกิดอาการปลายใบขอบใบเหี่ยวแห้งหรือใบเหลือง หรือถ้าเค็มมากก็เหี่ยวตายทันทีไปเลย ปกติดินเค็มจะเกิดมากในบริเวณที่เป็นแหล่งสะสมเกลือ หรือน้ำใต้ดินมีเกลือมากการมีน้ำจืดจะทำให้เกลือเจือจางหรือชะเกลือออกไปได้ แต่ถ้าดินเหนียวการชะเกลืออาจจะยาก เพราะน้ำซึมผ่านดินได้ยาก ดินเค็มบางชนิดใช้น้ำจืดชะเกลืออย่างเดียวไม่ได้ต้องใส่ยิปซัมลงไปด้วย ดินเค็มพวกนี้มักจะมีค่าพีเอชสูงมาก (ประมาณ ๘.๕) การที่จะดูว่าดินเค็มหรือไม่ ต้องใช้เครื่องมือวัดความเค็มซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก แต่เราอาจสังเกตง่าย ๆ ด้วยตา เช่น ขณะที่ดินแห้งถ้าหน้าดินมีคราบเกลือขาว ๆ แสดงว่าดินอาจจะเค็ม ยังมีคราบเกลือมากก็น่าจะเค็มมาก ปัญหาดินเค็มในบ้านเรามากแก้ไขยากเพราะน้ำจืดมีน้อย (แห้งแล้ง) การใช้อินทรีย์วัตถุพวกปุ๋ยหมัก ชีว หรือปุ๋ยพืชสด จะช่วยทำให้ดินขึ้นดี ช่วยลดความรุนแรงของความเค็มได้บ้างนอกจากนี้การเลือกพืชทนเค็มก็ช่วยทำให้สามารถปลูกพืชได้ การใช้ปุ๋ยเคมีในดินเค็มต้องระวังมาก ๆ เพราะปุ๋ยเคมีเค็มถ้าใส่ครั้งละมาก ๆ จะยิ่งไปเพิ่มความเค็มเป็นอันตรายต่อพืชได้ ทางที่ดีควรงดการใช้ปุ๋ยเคมีใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนแต่ถ้าต้องใช้ปุ๋ยเคมีควรใส่ปุ๋ย ครั้งละน้อย ๆ แต่บ่อยครั้ง



รูปภาพที่ ๘๑ สวนหน่อไม้ฝรั่ง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี
ดินมีสภาพเป็นด่างและเป็นดินเค็ม
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

(๗.) ดินขาดธาตุอาหาร หรือมีธาตุอาหารไม่เหมาะสมตามที่ต้องการ ดินพวกดินทรายและดินที่ใช้ปลูกพืชมาเป็นเวลานาน ดินเหล่านี้มักขาดธาตุอาหาร หรือมีธาตุอาหารในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม ดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มธาตุเอ็น พี เค ติดต่อกันเป็นเวลานาน ก็มักจะขาดพวกธาตุรองและจุลธาตุบางตัวได้เช่นกัน ซึ่งในการจัดการควรที่จะต้องรู้ว่าดินขาดธาตุอะไรบ้าง และพืชต้องการธาตุอะไรมานานแค่ไหน หรือในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต พืชต้องการหรือไม่ต้องการธาตุอะไรมาก

ดังนั้น เพื่อให้สามารถจัดการธาตุอาหารในดินได้อย่างถูกต้องเหมาะสมควร ที่จะต้องมาทำความรู้จักเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชและปุ๋ย เป็นวัสดุที่จะใช้เป็นตัวเพิ่มเติมธาตุอาหารให้แก่ดิน

๑.๒) ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชและหน้าที่ที่สำคัญ

ธาตุอาหารที่พืชต้องการมีอย่างน้อย ๑๗ ธาตุ คือ

(๑.) ธาตุที่พืชได้จากน้ำและอากาศ มี ๓ ธาตุ คือ คาร์บอน (C), ออกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) ธาตุทั้ง ๓ พืชต้องการมาก โดยเฉลี่ยประมาณ ๙๕-๙๙% ของน้ำหนักสด โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของน้ำ และองค์ประกอบต่าง ๆ ของพืช ธาตุพวกนี้ถือว่าไม่มีปัญหาการขาดแคลนเพราะใน การปลูกพืชต้องมีย้ำน้ำและอากาศ

(๒.) ธาตุที่พืชต้องการจากดิน มีอย่างน้อย ๑๔ ธาตุ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุที่พืชได้รับจากน้ำและอากาศ พืชต้องการธาตุจากดินในปริมาณที่น้อยมากโดยเฉพาะพวกพืชผัก พืชอวบน้ำ

อย่างไรก็ตามดินส่วนใหญ่ในปัจจุบันมักจะมีธาตุเหล่านี้ไม่พอเพียงโดยเฉพาะถ้าปลูกพืชที่ให้ดอกผล ให้เมล็ดให้หัว หรือให้ผลผลิตในปริมาณมาก ธาตุอาหารที่พืชมักได้รับไม่พอเพียงนั้น มักจะเป็นพวกธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการมาก ๆ คือไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม หรือ ที่เรียกสั้น ๆ ว่าธาตุ เอ็น พี และ เค ธาตุทั้ง ๓ นี้จะทำหน้าที่หลัก ๆ ดังนี้

ไนโตรเจน (เอ็น) เป็นธาตุที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต สร้างโปรตีน แต่ถ้าพืชได้รับมากเกินไป พืชจะอ่อนแอ อวบน้ำ โรคแมลงทำลายง่าย หักล้มง่าย พวกพืชผักกินใบต้องการมาก พืชพวกไม้ดอก ไม้ผล ถ้าได้รับมากเกินไปในช่วงสร้างตาดอก-สร้างผลผลิต จะทำให้พืชเหี่ยวใบมีดอกผลน้อย และคุณภาพผลผลิตไม่ดี ดังนั้นในช่วงก่อนออกดอก มักจะใส่ปุ๋ยที่ไม่มีหรือมีธาตุนี้น้อย ๆ แต่มีธาตุที่ส่งเสริมการออกดอก (ธาตุฟอสฟอรัส) มากกว่า ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนไม่พอเพียงตามรูปภาพที่ ๘๒ พืชจะแคระแกรน ใบแก่ ๆ จะเหลืองและร่วง

ฟอสฟอรัส (พี) ช่วยส่งเสริมการออกดอกผล การเจริญของราก การใส่ธาตุนี้นี้มากเกินไปในดิน จะทำให้ไปลดความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุบางตัวในดินเช่น สังกะสี เหล็ก ส่งผลให้พืชขาดจุลธาตุเหล่านี้ได้ ถ้าพืชได้รับฟอสฟอรัส ตามรูปภาพที่ ๘๒ ไม่พอเพียงจะทำให้การออกดอกออกผลลดน้อยลง พืชแคระแกรนและใบแก่ ๆ มักจะมีสีเหลืองหรือสีอื่นปน

โพแทสเซียม (เค) ช่วยในการสร้างและสะสมอาหาร (สร้างผล สร้างหัว) และทำให้พืชมีคุณภาพดี ถ้าพืชได้รับไม่พอเพียง การสร้างผล เมล็ด หรือการสร้างหัวของพืชจะลดน้อยลงและ ผลผลิตมีคุณภาพไม่ดี การขาดโพแทสเซียมตามรูปภาพที่ ๘๒ มักจะทำให้ใบแก่ ๆ ของพืชมีอาการปลายใบและขอบใบเหลืองและค่อย ๆ แห้งตาย



รูปภาพที่ ๘๒ แสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจนในข้าวโพด (ภาพซ้าย)
แสดงขาดธาตุฟอสฟอรัสในข้าวโพด (ภาพกลาง)
และการขาดธาตุโพแทสเซียมในข้าวโพด (ภาพขวา)
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

ธาตุอื่น ๆ ที่พืชต้องการจากดิน (ธาตุรองและจุลธาตุ) จะทำหน้าที่เสริมหน้าที่หลัก ๆ ของ เอ็น พี เค เป็นส่วนใหญ่จึงไม่ขอก้าวในรายละเอียด สำหรับการขาดธาตุรองและจุลธาตุตามรูปภาพที่ ๘๓ ส่วนใหญ่พืชจะแสดงอาการที่ยืดหรือใบอ่อน เช่น อาจมีอาการใบอ่อนเหลืองซีด ยอดตาย เป็นต้น มีบางธาตุแสดงอาการที่ใบแก่ หรือส่วนอื่น ๆ ของพืชได้เช่นกัน

ในการที่จะประเมินว่าดินมีธาตุอะไรมาน้อยแค่ไหน อาจจะทำการตรวจสอบได้โดยการ วิเคราะห์ดิน วิเคราะห์พืช หรือดูลักษณะอาการที่พืชแสดงออก แต่การดูลักษณะอาการผิดปกติที่พืชแสดงออกนี้ อาจจะต้องอาศัยความชำนาญในการสังเกต



รูปภาพที่ ๘๓ แสดงอาการขาดธาตุสังกะสีในส้มโอ (โรคใบแก้ว)
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

๒.) ปุ๋ย

ปุ๋ย คือวัสดุที่เราใช้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มเติมธาตุอาหารที่ขาดแคลนให้แก่ดินและพืช แต่เนื่องจากปุ๋ยมีมากมายหลายชนิด มีลักษณะ-คุณสมบัติ และมีธาตุอาหารต่าง ๆ ต่างกัน ปุ๋ยบางอย่างให้เฉพาะธาตุอาหาร แต่ปุ๋ยบางอย่างนอกจากให้ธาตุอาหารแล้วยังช่วยปรับสภาพดินด้วย ดังนั้นก่อนการใช้ปุ๋ยเราควรจะต้องรู้จักปุ๋ยเสียก่อน

ปุ๋ยแบ่งออกเป็น ๒ พวกใหญ่ ๆ คือ

(๑.) ปุ๋ยอินทรีย์ จะรวมปุ๋ยทุกอย่างที่มาจากพืช และสัตว์ เช่น ปุ๋ยหมัก (ปุ๋ยหมักธรรมชาติ และปุ๋ยหมักน้ำ) ปุ๋ยคอก (มูลสัตว์ต่าง ๆ) ปุ๋ยพืชสด รวมทั้งเศษวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ จากไร่ นา หรือจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้พืช - สัตว์ เป็นวัตถุดิบ ปุ๋ยเหล่านี้มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันไปมากมาย การใช้ที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม ก็ก่อให้เกิดอันตรายต่อดินและพืช และก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อมได้ ลักษณะทั่ว ๆ ไปของปุ๋ยอินทรีย์ คือมีธาตุอาหารครบทุกธาตุที่พืชต้องการ แต่มักจะมีในปริมาณน้อย และนอกจากนี้ยังช่วยปรับสภาพดิน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าดินต้องมีอินทรีย์วัตถุ ถ้าไม่มีการเพิ่มเติม อินทรีย์วัตถุจะค่อย ๆ สลายตัวเหลือน้อยลง และทำให้ดินสูญเสียสภาพที่ดีไป ดินในปัจจุบันส่วนใหญ่ มีอินทรีย์วัตถุเหลือน้อยอยู่มาก ทำให้ดินมีปัญหาปลูกพืชไม่ได้ผล พืชผักต่าง ๆ โดยเฉพาะผักกินใบ ซึ่งต้องการธาตุอาหารจากดินน้อยมาก ส่วนใหญ่ต้องการน้ำและสภาพดินที่ดี ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แต่เพียงอย่างเดียวก็มักจะเพียงพอกับพืชผักเหล่านี้ ดินที่มีปัญหาต่าง ๆ เช่น ดินทราย ดินเหนียวจัด ดินกรด ดินเค็ม ดินต่าง ดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ ฯลฯ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มักไม่ค่อยได้ผลต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยเสมอ

(๒.) ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยเคมีเป็นเกลือที่ประกอบด้วยธาตุอาหารพืชอย่างเข้มข้น

“ปุ๋ยเคมีไม่ใช่สารพิษ” แต่เป็นวัสดุให้ธาตุอาหารเหมือน ๆ กับปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ เพียงแต่ปุ๋ยเคมีส่วนใหญ่มีธาตุอาหารบางธาตุเท่านั้น โดยมีค่อนข้างเข้มข้น และเค็ม (ปุ๋ยอินทรีย์บางชนิดที่มีธาตุอาหารค่อนข้างมากก็เค็มมากเช่นกัน) ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีต้องใช้อย่างถูกต้อง เลือกปุ๋ยที่มีธาตุอาหารตามที่ดินขาดหรือพืชต้องการมาก และอย่าใส่ครั้งละมาก ๆ เพราะอาจทำให้พืชได้รับอันตรายจากความเค็ม รวมทั้งจะเกิดการสูญเสียของปุ๋ยได้มากกว่าที่พืชจะทันได้ดูดกิน

“ปุ๋ยเคมีไม่ช่วยปรับสภาพดิน” ซึ่งโดยปกติดินที่ใช้ปลูกพืชจะค่อย ๆ มีสภาพเสื่อมลง ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้ปุ๋ยเคมี ดังนั้นการปลูกพืชแล้วใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวดิน ย่อมมีสภาพเสื่อมลงเป็นปกติธรรมดา การเสื่อมของดิน เช่น ดินอัดแน่น ดินขาดธาตุรอง จุลธาตุ เกิดจากเกษตรกรไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ดินขาดอินทรีย์วัตถุที่จะปรับสภาพดิน สำหรับดินที่เป็นกรดส่วนใหญ่เกิดจากกรดจากธรรมชาติ เช่น จากฝน เป็นต้น กรดจากปุ๋ยถือว่ามีน้อยมาก

การที่ดินในปัจจุบันเสื่อมโทรมมาก น่าจะกล่าวได้ว่า เป็นเพราะเกษตรกรไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ดินขาดอินทรีย์วัตถุที่จะช่วยปรับสภาพดินให้ดีขึ้นเสมอ

ดังนั้นคงจะไม่เหมาะที่จะใช้แต่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว โดยเฉพาะถ้าดินมีอินทรีย์วัตถุน้อยนอกจากนี้จะต้องใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องด้วยจึงจะได้ผล

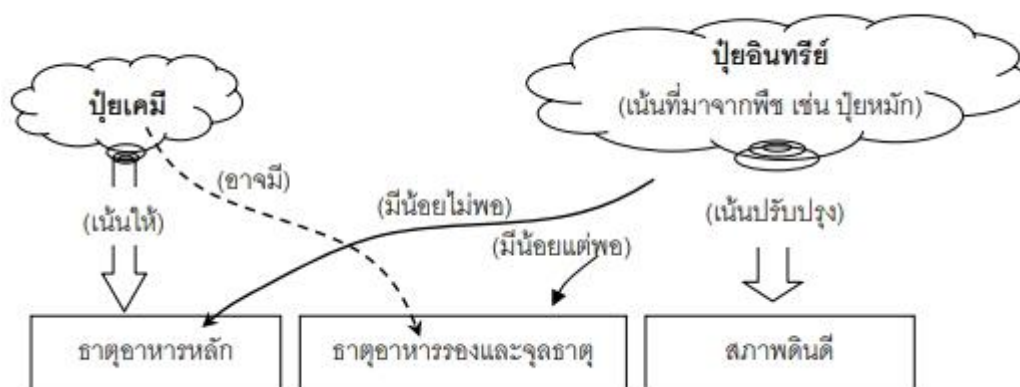
บนภาชนะบรรจุปุ๋ยเคมี จะมีตัวเลขบอกปริมาณธาตุอาหารหลัก เรียกว่า “สูตรปุ๋ย” เช่น สูตร ๑๖-๘-๑๐ หมายความว่าปุ๋ยนี้มีไนโตรเจน (เอ็น) ๑๖% มีฟอสฟอรัส (พี) ๘% และมีโพแทสเซียม (เค) ๑๐% หรือปุ๋ยสูตร ๔๖-๐-๐ แสดงว่ามีแต่ไนโตรเจนอย่างเดียว ๔๖% อย่างนี้เป็นต้น สำหรับปุ๋ยหินฟอสเฟตบด จะเห็นว่าส่วนใหญ่จะมีสูตร ๐-๓-๐ ซึ่งดูเหมือนว่ามีฟอสฟอรัสน้อยมาก แต่ความจริงจะมีฟอสฟอรัสอยู่มาก เพียงแต่อยู่ในสภาพที่พืชยังใช้ไม่ได้ (ยังไม่ละลายน้ำ แต่จะค่อย ๆ ละลายออกมา อย่างช้า) นั่นคือ ตัวเลขสูตรปุ๋ยที่บ่งบอกปริมาณธาตุอาหารนั้น จะบ่งบอกเฉพาะในรูปที่พืชสามารถดูดกินได้ทันทีเมื่อใส่ปุ๋ยลงไปในดินเท่านั้น

สูตรปุ๋ยเคมี ปัจจุบันมีมากมายหลายร้อยสูตร ทำให้เกิดความสับสนในการเลือกใช้ สูตรปุ๋ยที่มีสัดส่วน (เรโซ) เอ็น.พี.เค. เหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน ถือว่าใช้แทนกันได้ เช่น สูตร ๑๕-๑๕-๑๕, ๑๖-๑๖-๑๖, ๑๔-๑๔-๑๔ มีสัดส่วน เอ็น พี เค = ๑:๑:๑ เหมือนกัน หรือสูตร ๒๐-๑๐-๑๐, ๑๖-๘-๘ มีสัดส่วนเท่ากับ ๒:๑:๑ เหมือนกัน ใช้แทนกันได้เป็นต้น

ในปัจจุบันมีปุ๋ยเคมีหลายชนิดโดยเฉพาะปุ๋ยเกล็ด และปุ๋ยน้ำ มักจะมีการเติมพวกธาตุรอง และจุลธาตุลงไปด้วย และมักจะมีการเขียนบอกเอาไว้ว่ามีธาตุอะไรบ้างและมีอยู่เท่าใด อย่างไรก็ตามปุ๋ยบางชนิดอาจจะมีธาตุรอง และจุลธาตุบางชนิดอยู่ด้วย แต่อาจจะไม่มีการเขียนบอกไว้ก็ได้ เช่น ปุ๋ย ๒๑-๐-๐ นอกจากจะมีไนโตรเจนแล้วยังมีกำมะถันด้วย หรือปุ๋ยสูตร ๐-๐-๖๐ นอกจากจะมีโพแทสเซียมแล้วยังมีคลอไรด์อีกด้วย ปุ๋ยผสมสูตรต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายทั่ว ๆ ไป ถ้าใช้ปุ๋ยสูตร ๐-๐-๖๐ เป็นแม่ปุ๋ยรวมด้วย ก็จะมีคลอไรด์ติดมาด้วยเสมอ การมีคลอไรด์ปะปนมากในปุ๋ย อาจจะทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้กับพืชหลายชนิด เพราะปกติพืชต้องการคลอไรด์น้อยมาก แต่ถ้าได้รับมากเกินไปก็อาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อพืชบางชนิดได้ เช่น ยาสูบ มันฝรั่ง ถั่วบางชนิดกล้วยไม้ ส้ม และไม้ผลอื่นๆ บางชนิด แต่พืชบางชนิดก็ชอบคลอไรด์ เช่น ผักกาดหัว และมะเขือเทศ เป็นต้น

๒.๑) หลักการใช้ปุ๋ย

การปลูกพืชในดิน หลักการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยปุ๋ยเคมีเน้นการให้ธาตุอาหารหลักพวก เอ็น-พี-เค โดยเฉพาะเพื่อปรับสัดส่วนเอ็น-พี-เค ให้เหมาะสมตามที่พืชต้องการ ส่วนปุ๋ยอินทรีย์ใช้เพื่อเพิ่มพวงธาตุรอง จุลธาตุ และช่วยปรับสภาพดิน ตามรูปภาพที่ ๘๔



รูปภาพที่ ๘๔ หลักการใช้ปุ๋ย
ที่มา: สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑).

๒.๒) หลักการเลือกใช้ปุ๋ยเคมี

การใช้ปุ๋ยเคมีกับพืชทั่วไป เน้นการใส่เพื่อปรับสัดส่วนของเอ็น-พี-เค ในดินให้เหมาะสมกับชนิด พืช หรือ ช่วงการเจริญเติบโตของพืช สัดส่วนของเอ็น-พี-เค ที่พืชทั่ว ๆ ไปต้องการมีดังนี้

- | | | |
|------------------------|---|------------------------------|
| ๑) ผักกินใบ | → | ๓-๑-๑ เช่น ปุ๋ยสูตร ๑๘-๖-๖ |
| ๒) ถั่วต่าง ๆ | → | ๑-๓-๒ "....." ๑๐-๓๐-๒๐ |
| ๓) พืชหัว | → | ๒-๒-๓ เช่น สูตรปุ๋ย ๑๒-๑๒-๑๘ |
| ๔) ธัญพืช, หอม | → | ๓-๓-๒ "....." ๑๕-๑๕-๑๐ |
| กระเทียม, พริก, มะเขือ | | |
| ๕) ไม้ผล ไม้ดอก | → | ๑-๑-๑ "....." ๑๕-๑๕-๑๕ |

ในกรณีที่ดินมีธาตุบางธาตุอยู่บ้างแล้ว (รู้ได้จากการวิเคราะห์) เราก็อาจจะปรับสัดส่วนของ เอ็น-พี-เค ในปุ๋ยให้เหมาะสมยิ่งขึ้นได้ เช่น ถ้าดินมี พี และ เค พอเพียงพอแล้ว การใช้ปุ๋ยกับพืชผักกินใบ อาจใช้แค่ปุ๋ยที่ให้ เอ็น อย่างเดียว เช่น ปุ๋ยสูตร ๔๖-๐-๐ ก็ได้

อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยเรามักจะมีการแบ่งใส่ปุ๋ยหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้พืชใช้ปุ๋ยได้ดีขึ้น รวมทั้งช่วยให้พืชได้รับสัดส่วนของ เอ็น-พี-เค อย่างเหมาะสม ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตโดยเฉพาะพวกไม้ผล ซึ่งในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตต้องการสัดส่วน เอ็น-พี-เค ต่างกัน ดังนั้น เรามักมีการปรับเปลี่ยนการใช้ปุ๋ยสูตรต่าง ๆ ดังนี้

- ช่วงก่อนออกดอก ใช้สัปดาห์ ๑-๒-๑ เช่นสูตร ๑๒-๒๔-๑๒ เพื่อเร่งดอก
- ช่วงติดผลเล็ก ๆ ใช้สัปดาห์ ๑-๑-๒ เช่นสูตร ๑๓-๑๓-๒๑ เพื่อสร้างผล
แต่ถ้าช่วงสร้างผลยาวนานช่วงนี้อาจแบ่งย่อยอีก เช่น
ใช้สัปดาห์ ๓-๑-๔ เช่นสูตร ๑๕-๕-๒๐ ในช่วงแรกและ
ใช้สัปดาห์ ๑-๑-๒ เช่นสูตร ๑๓-๑๓-๒๑ ในช่วงใกล้ผลแก่
- หลังเก็บผล ใช้สัปดาห์ ๒-๑-๑ เช่นสูตร ๒๐-๑๐-๑๐ เพื่อบำรุงต้น

จะเห็นว่า เมื่อรวมในรอบปีก็จะได้ธาตุอาหาร เอ็น-พี-เค ในสัดส่วนพอ ๆ กัน ตามที่พืชนี้ต้องการ เป็นต้น

การใช้ปุ๋ยเคมีกับพืชต่างๆ ที่กล่าวมานี้ เป็นเพียงแนวทางในการปฏิบัติเท่านั้น เพราะจริงๆ แล้ว การใส่ปุ๋ยในแต่ละปี ในสภาพดินที่ต่างกัน มีการปฏิบัติดูแลรักษาและการให้น้ำหรือสภาพฝนที่ต่างกัน การใช้ปุ๋ยเคมีในสูตรและอัตราเหมือนๆ กัน ก็อาจจะให้ผลที่แตกต่างกันได้ผู้ใช้ปุ๋ยควรที่จะต้องพิจารณาการตอบสนองต่อปุ๋ยของพืชและปรับเปลี่ยนการเลือกใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมอยู่เสมอ

๓.) น้ำเพื่อการเกษตร

ลักษณะและสมบัติของน้ำเพื่อการเกษตรที่จะกล่าวต่อไปนี้จะขอจำกัดตัวเองอยู่ในเฉพาะเรื่องของน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือน้ำบาดาล ที่จะใช้เลี้ยงกุ้งปลา หรือรดน้ำต้นไม้เท่านั้น จะไม่กล่าวถึงน้ำจากแหล่งน้ำในเขตเมืองที่เน่าเสีย เนื่องจากมีสารอินทรีย์ต่าง ๆ ปะปนอยู่มาก ทำให้น้ำขาดอากาศ (ออกซิเจน) นอกจากนี้ยังมีสิ่งอื่น ๆ เจือปนอีกมากทั้งที่เป็นและไม่เป็นพิษ ต่อคน สัตว์ และพืช

สมบัติของน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ (ยกเว้นน้ำในแม่น้ำลำธาร) โดยปกติจะเกี่ยวข้องกับลักษณะของดินบริเวณนั้น ๆ เช่น บริเวณที่เป็นกรดจัดน้ำในบ่อบริเวณนั้นก็เป็นกรดจัด หรือบริเวณที่เป็นดินเค็ม น้ำในแหล่งน้ำบริเวณนั้น ๆ ก็เค็มด้วย ดังนั้นสมบัติของน้ำที่สำคัญที่ควรทราบมีดังนี้

๑. ความเป็นกรด-ด่าง
๒. ความเค็ม

(๓.๑) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

น้ำถ้าเป็นกรดหรือด่างมากเกินไปจะไม่เหมาะที่จะนำมาใช้รดต้นไม้ เพราะจะทำให้ดินเป็นกรดหรือด่างได้ อย่างไรก็ตามเกี่ยวกับความเป็นกรดด่างของน้ำมักจะนำมาพิจารณาในการใช้เลี้ยง กุ้ง-ปลา ดังนี้

- ถ้าน้ำมีค่าพีเอช ๔-๕ : กุ้งปลาอาจตาย และไม่ขยายพันธุ์
- ถ้าน้ำมีค่าพีเอช ๕-๗ : กุ้งปลาเจริญเติบโตช้า
- ถ้าน้ำมีค่าพีเอช ๗-๘ : เหมาะสม
- ถ้าน้ำมีค่าพีเอช มากกว่า ๘ : กุ้งปลาเจริญเติบโตช้าและอาจตายได้

การวัดความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ สามารถทำได้เช่นเดียวกับการวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยปกติน้ำมักมีปัญหาเกี่ยวกับเป็นกรดมากเกินไป ในการแก้ไขความเป็นกรดของน้ำก็สามารถใช้ปูนชนิดต่างๆ ได้เช่นเดียวกับการแก้กรดของดิน แต่การใส่ปูนลงน้ำโดยตรงต้องระวัง เพราะอาจทำให้น้ำเปลี่ยนค่าความเป็นกรด-ด่าง รวดเร็ว กุ้งปลาปรับตัวไม่ทันอาจจะตายได้ นอกจากนี้ เมื่อแก้กรดได้ระยะหนึ่งจะเกิดกรดขึ้นอีก จากที่ได้กล่าวแล้วว่ากรดจะมาจากดินเป็นสำคัญ ดังนั้นในกรณีที่บ่อกุ้งปลามีน้ำเป็นกรด มักจะแก้ไขสภาพดินบริเวณกันบ่อ และขอบบ่อ โดยการสูบน้ำออกใส่ปูนคลุกเคล้ากับดินแล้วอัดดินให้แน่น สำหรับปริมาณปูนที่จะใช้นั้น ได้จากการตรวจสอบความเป็นกรดของดินกันบ่อ แล้วใส่ปูนในปริมาณที่แสดงไว้ในตารางในชุดตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง ของดิน และน้ำ

(๓.๒) ความเค็มของน้ำ

การที่น้ำมีความเค็ม เนื่องจากมีเกลือที่ละลายน้ำได้ปะปนอยู่ เช่นเดียวกับดิน น้ำที่เค็มถ้าใช้รดต้นไม้ไปนาน ๆ ก็จะทำให้ดินกลายเป็นดินเค็มได้ การที่จะดูว่าน้ำเค็มหรือไม่นั้น เราใช้เครื่องมือวัดความเค็ม เช่นเดียวกันกับที่ใช้วัดความเค็มของดิน ค่าความเค็มที่วัดได้ ถ้ามากกว่า ๐.๗๕ มิลลิซีเมน/ซม. ก็ถือว่าไม่เหมาะสมแล้ว ไม่แนะนำให้ใช้รดต้นไม้ โดยเฉพาะถ้าดินเป็นดินเหนียวจะเกิดการสะสมเกลือเกิดดินเค็มได้ แต่ถ้าดินเป็นดินทราย ความเค็มน้ำระดับนี้ หรือมากกว่านี้เล็กน้อยยังพอใช้ได้ เพราะดินทรายเกลือจะไม่สะสมหรือถูกชะล้างออกได้ง่าย

การแก้ไขความเค็มของน้ำเพื่อการเกษตร โดยปกติจะไม่ทำกันเพราะไม่คุ้ม โดยทั่วไปถ้าเป็นน้ำเค็มมักจะหลีกเลี่ยงการนำมาใช้รดต้นไม้ หรือใช้กับพืชทนเค็ม

๓.๔.๓ ปัจจัยในการผลิตต่าง ๆ

โดยสรุปปัจจัยที่สำคัญสำหรับการปลูกพืช ได้แก่ ดิน ปุ๋ย และน้ำ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตของพืชที่ขาดไม่ได้ก็คือ น้ำ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบปริมาณการ ความต้องการใช้น้ำของพืชเพื่อใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการจัดหาแหล่งน้ำต้นทุนเพื่อการเกษตร สำหรับปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่/พืชสวน/พืชผัก แสดงในตารางที่ ๑๒

ตารางที่ ๑๒ ปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่ / พืชสวน / พืชผัก

ชนิดของพืช	ฤดูปลูก	ใช้เมล็ดพันธุ์ (ไร่)	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ม ³)	อายุจากวันปลูก ถึงวันเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กก./ไร่)	เกรตปุ๋ยที่ใช้ (N - P - K)	อัตราที่ใช้ (กก./ไร่)
1. กระเทียม	ฤดูหนาว	80-100 กก.	535	75-150	660-1,750	10-10-15	50-100
2. กะหล่ำดอก	ต้นฤดูหนาว	100 กรัม	450-630	100-110	2,500-4,000	13-13-21	100-150
3. กะหล่ำปี	ต้นฤดูหนาว	100 กรัม	350	45-55	950-2,000	13-13-21	100-150
4. ข้าวโพดหวาน	ตลอดปี	3 กก.	510	70-85	6,000-10,000 ผล	15-15-15	50-100
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ต้น , ปลายฤดูฝน	2-4 กก.	610	110	350-500	15-15-15	30-50
6. ข้าวฟ่าง	ต้น , ปลายฤดูฝน	3 กก.	400-600	100-120	350-500	20-10-10	75
7. ถั่วเขียว	ตลอดปี	500 กรัม	400	60-90	150	2-12-12	50
8. ถั่วขาว	ต้น , ปลายฤดูฝน	2 กก.	576-720	90	100	12-8-8	60
9. ถั่วดำ	ต้น , ปลายฤดูฝน	2 กก.	432-560	90	100	12-8-8	60
10. ถั่วเหลือง	ตลอดปี	360-540 กรัม	350	30-40	1,000-1,700	13-13-21	50
11. ถั่วลิสง	ตลอดปี	3-4 ลิตร	400	80-120	1,000-1,600	10-20-10	30
12. ถั่วฝักยาว	ตลอดปี	250-500 กรัม	470	75-120	2,000-3,000	13-13-21	100-150
13. ถั่วพู	ปลายฤดูฝน	3-4 กก.	300-450	60-70	150-200	12-24-12	25-30
14. ถั่วฝักยาว	ต้น , ปลายฤดูฝน	3 กก.	350	100-120	300	12-24-12	25-30
15. ถั่วทอง	ต้น , ปลายฤดูฝน	3 กก.	300	100-120	150	12-24-12	25-30
16. ถั่วลิสง	ต้น , ปลายฤดูฝน	12 กก.	400-600	100-110	200-300	12-24-12	25-30
17. ถั่วเหลือง	ต้น , ปลายฤดูฝน	5 กก.	300-600	95-110	200-300	6-24-24	25-30
18. ถั่วขาว	กลางฤดูฝน	3 กก.	400	60-90	150	2-12-12	50
19. ถั่วแขก	ต้น , ปลายฤดูฝน	4-7 กก.	300	55-60	2,400	5-10-5	50
20. ถั่วฝักยาว	ตลอดปี	3-4 กก.	400	50-75	400-950	12-24-12	50-100

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

ตารางที่ ๑๒ (ต่อ)

ชนิดของพืช	ฤดูปลูก	ใช้เมล็ดพันธุ์ (/ไร่)	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ม ³)	อายุจากวันปลูก ถึงวันเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กก./ไร่)	เกรดปุ๋ยที่ใช้ (N - P - K)	อัตราที่ได้ (กก./ไร่)
21.ถั่วพุ่ม	ปลายฤดูฝน	1.5-2 ลิตร	400	90-120	50-80	12-12-12	40
22.ถั่วลิ้นเตา	ปลายฤดูฝน	5-7 ลิตร	300	60-90	330-500	5-10-15	50-150
23.บวบต่างๆ	ตลอดปี	2-4 ลิตร	300-500	40-60	860-1,050	13-13-13	30-50
24.ปอกระเจา	ต้นฤดูฝน	2 กก.	1,140	120-150	250	15-15-15	100
25.ปอแก้ว	กรกฎาคม	2 กก.	870	120-150	250	15-15-15	25-50
26.ผักกาดขาว	ตลอดปี	400 กรัม	450	45-80	830-1,370	20-10-10	80-150
27.ผักกาดเขียว	ตลอดปี	400 กรัม	350	55-75	600-800	20-11-11	30-50
28.ผักกาดหอม	ต้นฤดูหนาว	100 กรัม	350	55-70	370-780	15-15-15	30-50
29.ผักกาดหัว	ตลอดปี	2-2.5 กก.	500	42-65	1,400-2,000	12-12-7	50-100
30.ผักชี	ปลายฤดูฝน - หนาว	3 ลิตร	350	45-60	200-300	12-4-4	100
31.ผักบุ้งจีน	ตลอดปี	20 ลิตร	200	30-35	730-1,000	46-0-0	15-20
32.ฟัก	กลางฤดูฝน	2-มี.ค. กก.	500-800	150-180	250-350	15-15-15	45
33.พริกต่างๆ	ตลอดปี	45 กรัม	500-850	70-90	230-3,500	15-15-15	50-100
34.พริกไทย	ต้น , ปลายฤดูฝน	400 กิโล	-	ตลอดปี	400-500	12-24-12	60
35.เพ็ดเขียว	ต้น , ปลายฤดูฝน	3 ลิตร	350	90-120	2,000-3,000	6-10-10	50
36.เพ็ดทอง	ต้น , ปลายฤดูฝน	1 ลิตร	333	120-180	1,800-2,500	14-14-21	100-150
37.มันสำปะหลัง	ต้น , ปลายฤดูฝน	1,600 ท่อน	450	100-120	1,000-1,300	13-13-21	50-100
38.มะเขือเทศต่างๆ	ตลอดปี	45-50 กรัม	430-760	60-90	500-1,000	13-13-21	50-100
39.มะเขือเทศ	ฤดูหนาว	54 กรัม	500-650	60-75	600-1,750	15-15-15	50-100
40.มันแกว	ต้นฤดูฝน	1 กก.	1,350	210-240	500	10-10-10	1,000

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

ตารางที่ ๑๒ (ต่อ)

ชนิดของพืช	ฤดูปลูก	ใช้เมล็ดพันธุ์ (/ไร่)	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ม ³)	อายุจากวันปลูก ถึงวันเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กก. / ไร่)	เกรดปุ๋ยที่ใช้ (N - P - K)	อัตราที่ได้ (กก. / ไร่)
41.มันเทศ	ต้น , ปลายฤดูฝน	500 ขอด	500-680	90-120	1,400-2,000	5-10-10	1,000
42.มันฝรั่ง	ต้น , ปลายฤดูฝน	200-250 กก.	500-650	100-120	1,500-3,000	13-13-21	80-100
43.ยาสูบ	ต้นฤดูหนาว	-	400-600	90-120	300-400	4-16-24-4 Mg	50
44.ตะหุ้ง	ต้นฤดูฝน	2 กก.	960-1,200	240-360	160	15-15-15	30
45.สับปะรด	ตลอดปี	4,000-6,200 หน่อ	1,400-2,000	360-540	1,500	12-12-15	100
46.สตรอเบอรี่	ต้น , ปลายฤดูฝน	10,000			ขึ้นกับการ	13-13-21	
		12,000 ต้น	-	80-100	บำรุงรักษา	16-16-16	40-50
47.หอมแบ่ง	ตลอดปี	60 กก.	650	40-50	800	20-10-10	50-100
48.หอมหัวใหญ่	ปลายฤดูฝน	320-400 กรั้ม	580-800	80-120	1,400-3,000	10-15-10	100-1580
49.องุ่น	พ.ศ. – เม.ย.	150-200 กก.	-	470-510	3,364	15-15-15	30
						16-20-0	
50.อ้อย	ต้นฤดูฝน	1,200-3,200 ท่อน	3,000	360-540	8,000-18,000	12-12-12	50-100

ที่มา: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑).

๔. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน

๔.๑ สาระสำคัญ สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (ส.ป.ก.) มีภารกิจหลักในการจัดที่ดินทำกินให้เกษตรกรที่ไม่มีที่ดินทำกิน ให้มีที่ดินสำหรับใช้ประกอบอาชีพทางเกษตรกรรม เกษตรกรสามารถสร้างรายได้ที่เพียงพอในการดำรงชีพ แต่สภาพภูมิประเทศในเขตปฏิรูปที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่รับมอมมาจากกรมป่าไม้ มีสภาพเป็นป่าเสื่อมโทรมขาดความอุดมสมบูรณ์ทั้งดินและน้ำ จำเป็นต้องมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน อาทิเช่น แหล่งน้ำ ถนนสำหรับการขนส่งผลผลิต เป็นต้น เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตของสินค้าการเกษตร

โดยสำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน (สพป.) ซึ่งมีภารกิจในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ในเขตปฏิรูปที่ดิน ดำเนินการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานพื้นที่ต่าง ๆ ในเขตปฏิรูปที่ดินตามแผนงานประจำปี ตามลำดับ ปัจจุบันพื้นที่สำหรับการจัดที่ดินให้เกษตรกรมีปริมาณที่จำกัด ส.ป.ก. จึงมีการจัดทำโครงการหรือจัดซื้อที่ดินเพื่อนำมาจัดที่ดินให้เกษตรกรในโครงการต่าง ๆ เช่น โครงการจัดที่ดินทำกินให้ชุมชนตามนโยบายรัฐบาล โครงการจัดซื้อที่ดินเอกชน โครงการจัดที่ดินแปลงว่าง เป็นต้น และให้ สพป. เข้ามาดำเนินการพัฒนาพื้นที่เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดที่ดินในขั้นตอนถัดไป ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่โครงการดังกล่าว จำเป็นต้องมีแนวทางการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพ การวางแผนแม่บทการพัฒนาจึงเป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนางานโครงสร้างพื้นฐานให้มีความสมบูรณ์ พร้อมสำหรับการจัดที่ดินให้เกษตรกร

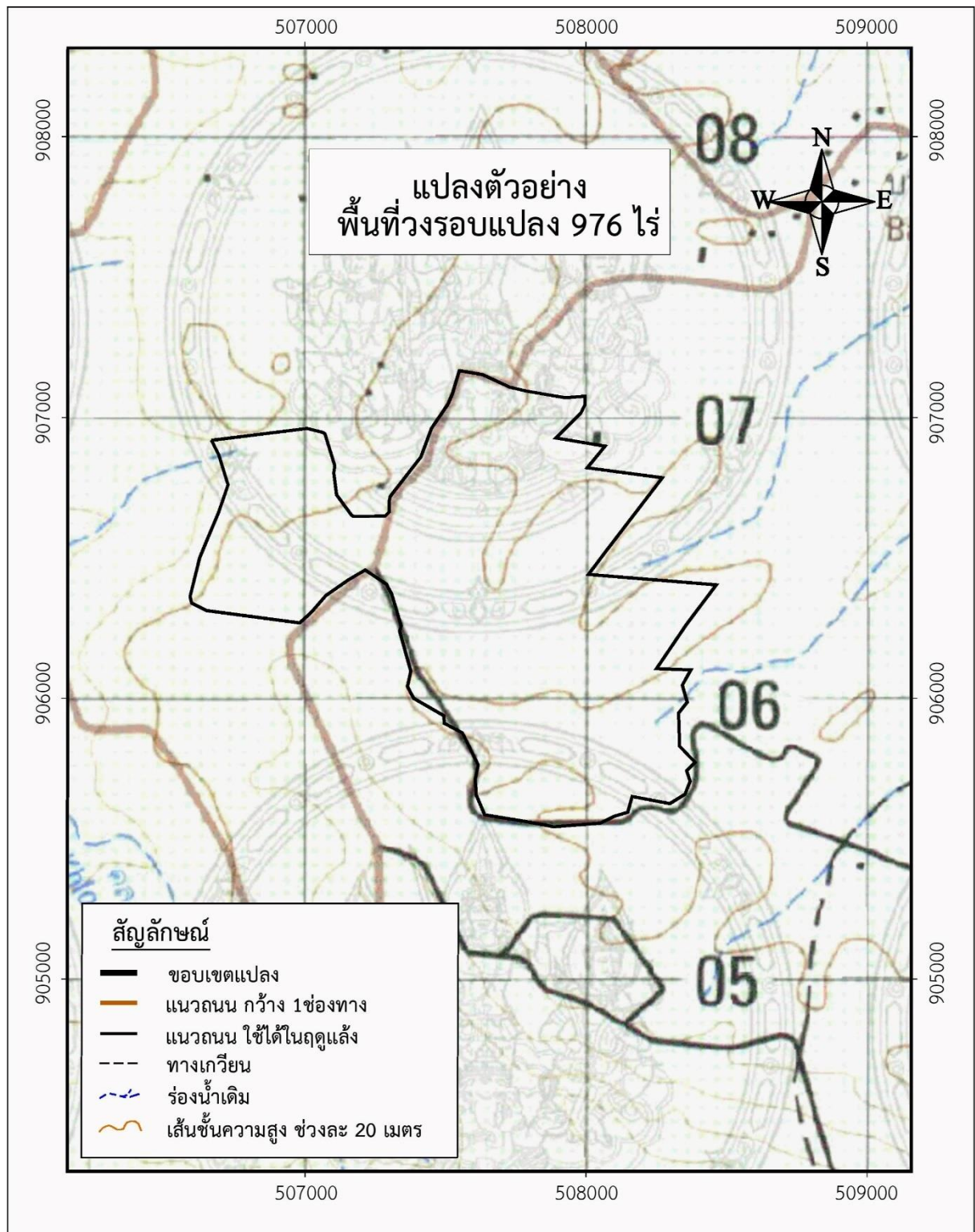
ทั้งนี้การวางแผนแม่บทการพัฒนาในเขตปฏิรูปที่ดิน เป็นแผนผังการกำหนดการใช้ประโยชน์พื้นที่ในโครงการให้มีความสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ และกำหนดพื้นที่พัฒนางานโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ เช่น ถนน แหล่งน้ำ เป็นต้น ในพื้นที่ที่เหมาะสมสามารถพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

๔.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการวางแผนแม่บทการพัฒนาจะกำหนดแปลงตัวอย่าง เพื่อแสดงแนวทางในการวางแผนแม่บทการพัฒนา ซึ่งมีขั้นตอนหลักในการดำเนินการดังต่อไปนี้

๔.๒.๑ การกำหนดขอบเขตพื้นที่โครงการ

การกำหนดขอบเขตพื้นที่โครงการเป็นการกำหนดขอบเขตเป้าหมายในการวางแผนทางด้านแผนที่ โดยปกติจะมีการสำรวจวงรอบแปลงที่มีค่าพิกัด X,Y ปักหมุดตำแหน่งวงรอบลงในพื้นที่เป้าหมาย เพื่อให้ทราบขอบเขตสำหรับการสำรวจภูมิประเทศในการสำรวจภาคสนาม และขนาดพื้นที่โครงการ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะนำวงรอบแปลงไปซ้อนทับกับแผนที่ทหาร ๑:๕๐,๐๐๐ ทำให้ทราบภูมิประเทศเบื้องต้นจากแผนที่ ๑:๕๐,๐๐๐ ที่มีข้อมูลเส้นทางถนนเดิม แนวร่องน้ำเดิม เส้นชั้นความสูงช่วงละ ๒๐ เมตร เป็นต้น สามารถนำข้อมูลมาศึกษาเบื้องต้นก่อนที่จะทำการสำรวจภาคสนาม ดังรูปภาพที่ ๘๕



รูปภาพที่ ๘๕ การกำหนดขอบเขตพื้นที่โครงการ

๔.๒.๒. การสำรวจภาคสนาม

การสำรวจภาคสนามเป็นการตรวจสอบสภาพภูมิประเทศในพื้นที่โครงการ ณ เวลาปัจจุบันว่ามีข้อมูลเปลี่ยนแปลงจากข้อมูลแผนที่ทหาร ๑:๕๐,๐๐๐ เพียงใด ซึ่งควรมีการเก็บรายละเอียดข้อมูลดังต่อไปนี้

- ด้านการคมนาคม
- ด้านแหล่งน้ำ
- ด้านระบบไฟฟ้า
- ด้านอาคาร
- ด้านภูมิประเทศ
- ด้านชนิดของดิน
- ด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่
- ด้านการตลาด

๑.) ด้านคมนาคม

การสำรวจภาคสนามด้านการคมนาคม จะสำรวจสภาพเส้นทางการคมนาคมเดิมภายในพื้นที่เป้าหมาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดเส้นทางถนนสายหลัก ดังต่อไปนี้

- ๑.๑) ประเภทเส้นทางเดิมเป็นผิวจราจรชนิดไหน เช่น ถนนลาลอง ถนนลูกรัง ถนนลาดยาง ถนนคอนกรีต เป็นต้น มีความกว้างผิวจราจรเท่าไร มีแนวเส้นทางเดิมไปทิศทางใด
- ๑.๒) ตำแหน่งการเดินทางเข้าถึงพื้นที่โครงการมีตำแหน่งเข้า – ออก เส้นทางใด
- ๑.๓) เส้นทางเดิมสามารถเชื่อมโยงกับทางหลวงแผ่นดินหรือทางหลวงชนบทหรือเส้นทางสายหลักประเภทใด และมีการเชื่อมโยงกับสถานที่สำคัญอะไร

๒.) ด้านแหล่งน้ำ

การสำรวจภาคสนามด้านแหล่งน้ำ จะสำรวจสภาพแหล่งน้ำเดิมและตำแหน่งที่สามารถพัฒนาเป็นแหล่งน้ำต้นทุนจากการตรวจสอบเบื้องต้นจากแผนที่ทหาร ๑:๕๐,๐๐๐ ภายในพื้นที่โครงการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาจัดหาแหล่งน้ำต้นทุนเพื่อการเกษตรและการอุปโภค-บริโภค ดังต่อไปนี้

- ๒.๑) ตรวจสอบภูมิประเทศตำแหน่งที่สามารถพัฒนาเป็นแหล่งน้ำบนผิวดินว่ามีการก่อสร้างแหล่งน้ำประเภทใดแล้วหรือไม่

กรณีมีการก่อสร้างแหล่งน้ำแล้ว ควรตรวจสอบว่าแหล่งน้ำเดิมอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานใด และมีการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำนี้เพียงใด สามารถนำมาใช้งานเป็นแหล่งน้ำต้นทุนภายในโครงการได้หรือไม่ ถ้าสามารถนำมาใช้งานเป็นแหล่งน้ำต้นทุนภายในโครงการต้องตรวจสอบสภาพโครงสร้างแหล่งน้ำเดิมเบื้องต้นว่า ต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือปรับปรุงเพียงใด เพื่อกำหนดรูปแบบในการปรับปรุงแหล่งน้ำ

กรณีไม่มีการก่อสร้างแหล่งน้ำ ตรวจสอบสภาพภูมิประเทศบริเวณที่จะพัฒนาเป็นแหล่งน้ำต้นทุนว่ามีความเหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำด้านวิศวกรรมเพียงใด ถ้ามีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม ควรกำหนดประเภทแหล่งน้ำว่าเป็นประเภทใด เช่น สระเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น และแหล่งน้ำมีความเหมาะสมสามารถกระจายน้ำไปยังพื้นที่แปลงเกษตรกรรมเพียงใด ถ้าตำแหน่งที่ตรวจสอบไม่มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม เช่น อยู่ในพื้นที่ลาดชัน หรืออยู่ในบริเวณที่ลำนํ้าคดเคี้ยว เป็นต้น ควรตรวจสอบตำแหน่งอื่นทางด้านเหนือหรือท้ายน้ำ ว่ามีตำแหน่งใดมีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมทดแทนตำแหน่งแรก

- ๒.๒) ตรวจสอบแหล่งน้ำใต้ดินเดิมว่ามีการก่อสร้างบ่อบาดาลตำแหน่งใดบ้างภายในพื้นที่เป้าหมาย อยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานใด มีการใช้ประโยชน์เพียงใด และตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ว่ามีการก่อสร้างบ่อบาดาลหรือไม่ ความลึกในการขุดเจาะบ่อบาดาลประมาณเท่าไร คุณภาพน้ำบาดาลเป็นอย่างไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลกำหนดโครงการบ่อบาดาลเพื่อการอุปโภค – บริโภคภายในพื้นที่เป้าหมาย

๓.) ด้านระบบไฟฟ้า

การสำรวจภาคสนามด้านระบบไฟฟ้าจะสำรวจระบบไฟฟ้าเดิมเบื้องต้นภายในพื้นที่โครงการว่ามีระบบไฟฟ้าใช้งานเพียงใด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการขยายเขตไฟฟ้าสำหรับแปลงที่อยู่อาศัย พื้นที่ส่วนกลาง หรือไฟฟ้าสำหรับระบบกระจายน้ำทางการเกษตร เป็นต้น

กรณีพื้นที่เป้าหมายมีระบบไฟฟ้าไม่เพียงพอ ดำเนินการประสานงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อทำการประเมินค่าใช้จ่ายในการขยายเขตไฟฟ้า และของบประมาณดำเนินการขยายเขตไฟฟ้าในขั้นตอนถัดไป

๔.) ด้านอาคาร

การสำรวจภาคสนามด้านอาคาร จะสำรวจอาคารเดิมภายในพื้นที่โครงการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการก่อสร้างอาคารสำหรับใช้ในพื้นที่โครงการ ซึ่งการสำรวจอาคารเดิมมีลักษณะการตรวจสอบเหมือนการตรวจสอบแหล่งน้ำผิวดิน

กรณีพื้นที่โครงการมีแผนงานก่อสร้างอาคารใหม่ หรืองานรื้อถอนอาคารเดิม ให้ประสานงานสำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน เพื่อดำเนินการสำรวจออกแบบและประมาณราคาก่อสร้าง เพื่อเป็นข้อมูลในการของบประมาณก่อสร้างขั้นตอนถัดไป

๕.) ด้านภูมิประเทศ

การสำรวจภาคสนามด้านภูมิประเทศจะสำรวจภูมิประเทศภายในพื้นที่โครงการว่ามีไม้ยืนต้นหรือวัชพืชที่มีลักษณะเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานหรือไม่ กรณีพื้นที่เป้าหมายมีไม้ยืนต้นหรือวัชพืชที่เป็นอุปสรรคการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้ดำเนินการสำรวจขอบเขตพื้นที่ เพื่อกำหนดปริมาณงานปรับพื้นที่เป็นกิจกรรมพัฒนาแปลงเริ่มต้นก่อนงานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานประเภทอื่น ๆ

๖.) ด้านชนิดของดิน

การสำรวจภาคสนามด้านชนิดของดินจะสำรวจชนิดของดินเบื้องต้นภายในพื้นที่โครงการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดการใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในแปลง และเป็นข้อมูลในการกำหนดรูปแบบการปลูกพืชหรือเป็นข้อมูลในการกำหนดแหล่งวัสดุในการก่อสร้างถนน เป็นต้น

๗.) ด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่

การสำรวจภาคสนามด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่ จะสำรวจการปลูกพืชและลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่เดิม พร้อมสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณภายนอกพื้นที่โครงการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดรูปแบบการปลูกพืช หรือเป็นข้อมูลประกอบการใช้ประโยชน์พื้นที่ เป็นต้น

๘.) ด้านการตลาด

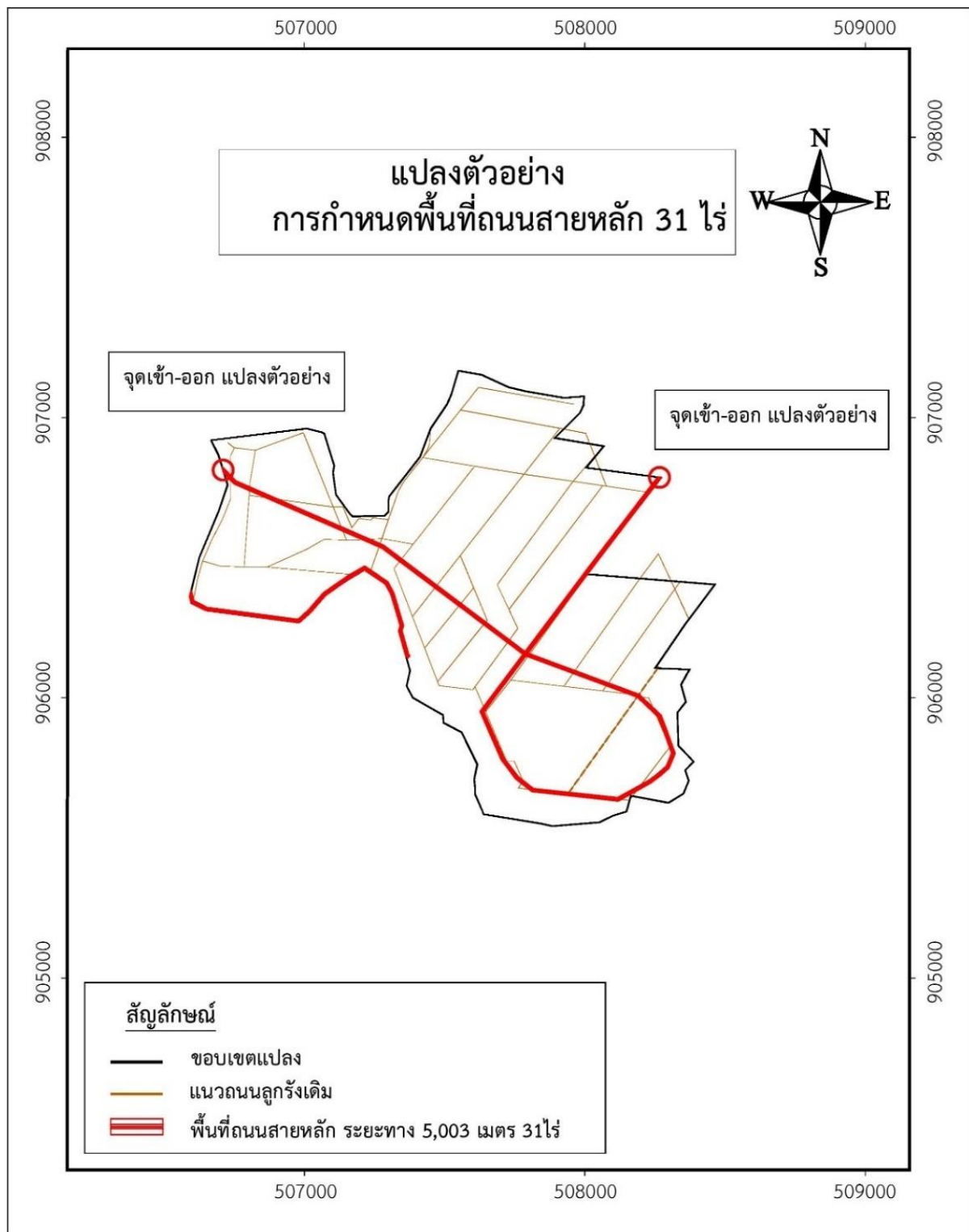
การสำรวจภาคสนามด้านการตลาด จะสำรวจแหล่งรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรพืชหลักบริเวณพื้นที่โครงการ ว่ามีระยะทางห่างจากพื้นที่โครงการเท่าไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดรูปแบบการปลูกพืช หรือเป็นข้อมูลประกอบการใช้ประโยชน์พื้นที่ เป็นต้น

๔.๒.๓ การกำหนดพื้นที่ถนนและแหล่งน้ำ

เมื่อได้ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดการใช้ประโยชน์พื้นที่ดังนี้

- พื้นที่ถนน

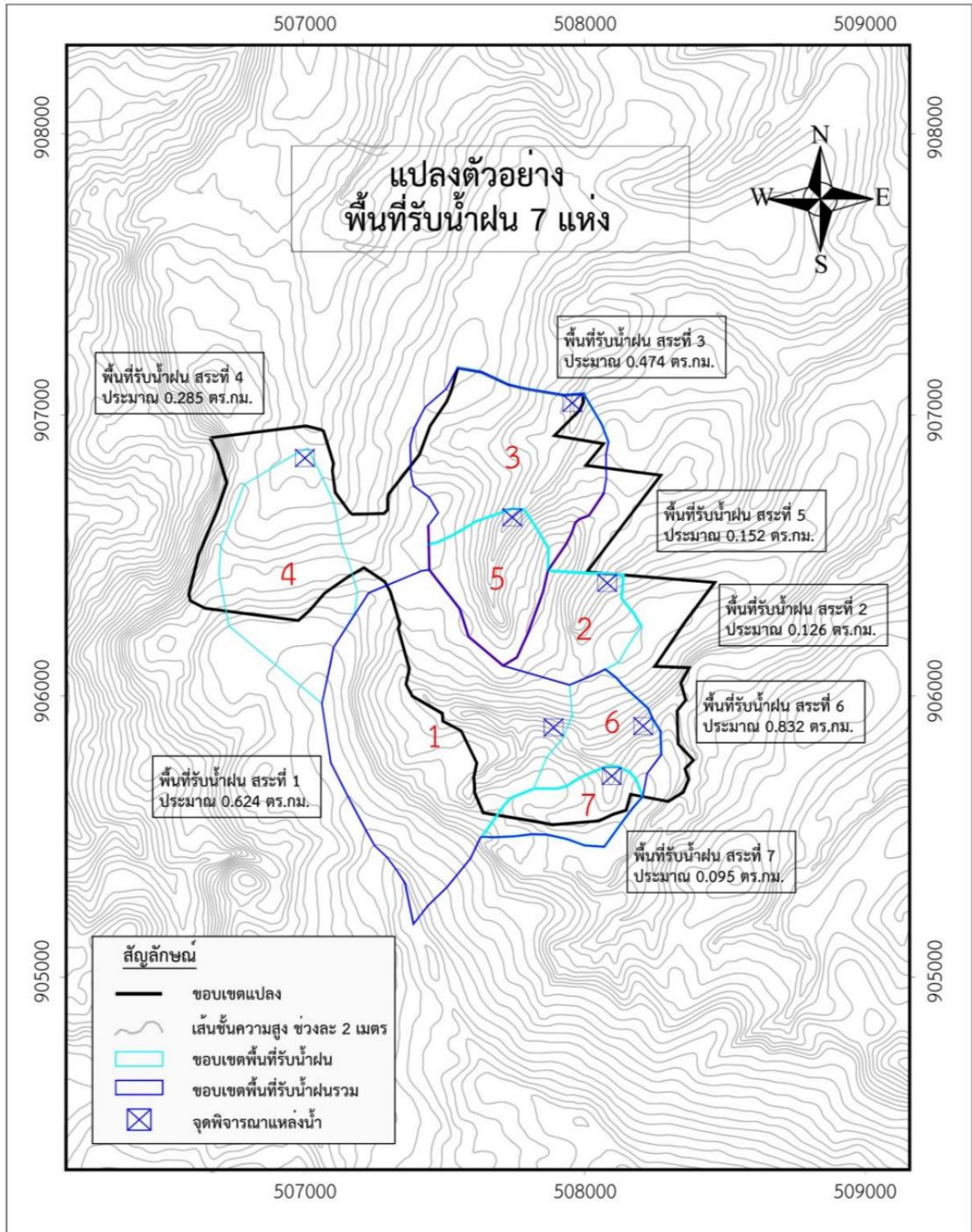
เลือกเส้นทางเดิมที่มีการใช้สัญจรเดิมและเป็นเส้นทางที่สามารถเชื่อมโยงกับโครงข่ายการคมนาคมภายนอกพื้นที่โครงการ พร้อมกำหนดจุดเข้า - ออก ของถนนสายหลัก ถ้าเส้นทางเดิมมีลักษณะคดไปมา พิจารณาปรับปรุงแนวเส้นทางให้มีความคดโค้งน้อยที่สุด และกำหนดเขตทางถนนสายหลัก (ผิวจราจรกว้าง ๖ เมตร) อย่างน้อย ๑๐ เมตร ดังรูปภาพที่ ๘๖



รูปภาพที่ ๘๖ การกำหนดพื้นที่ถนนสายหลัก

- แหล่งน้ำ

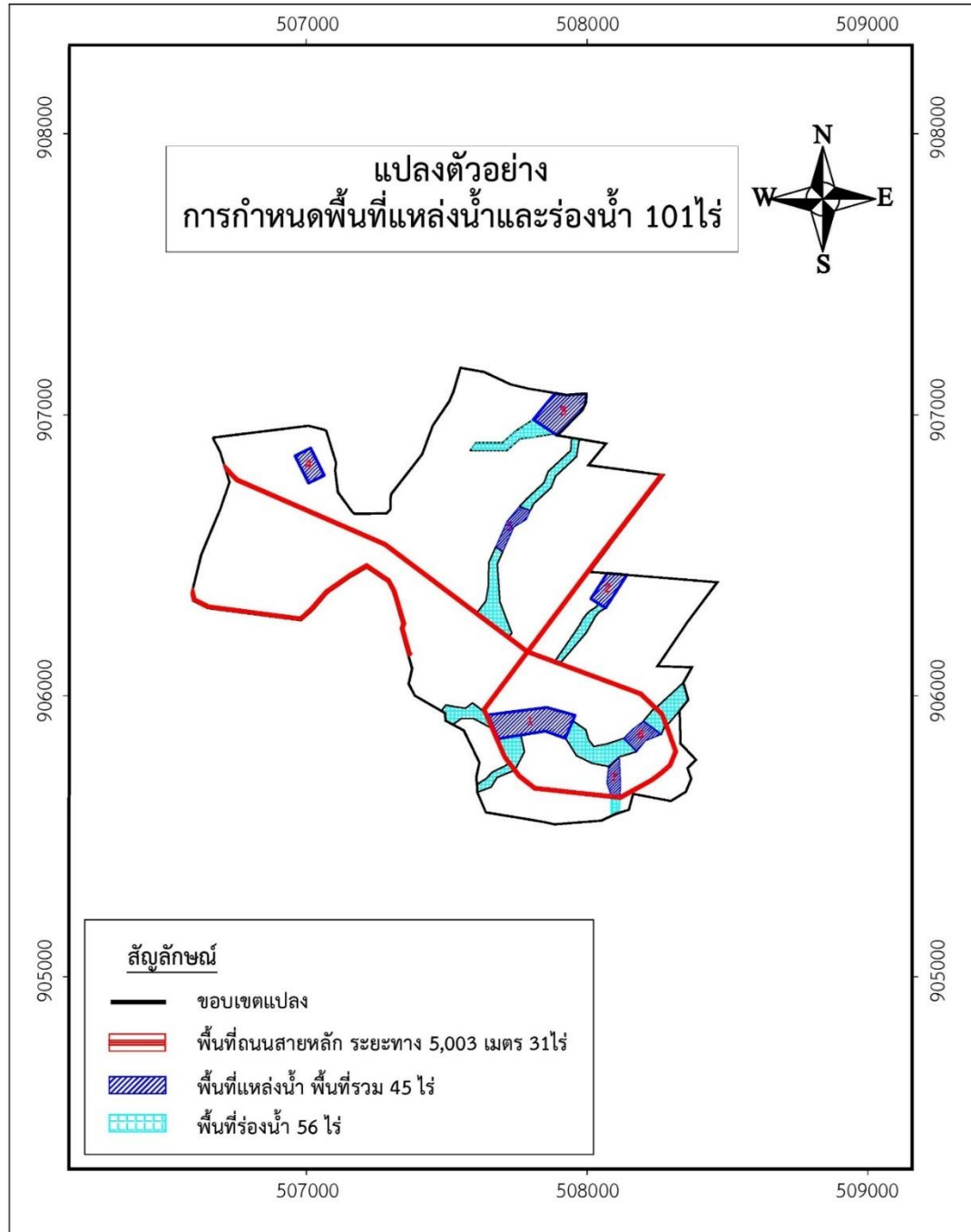
เลือกตำแหน่งที่สามารถพัฒนาเป็นแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่โครงการ โดยการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำฝนจากเส้นชั้นความสูงช่วงละ ๒ เมตร จะได้ตำแหน่งแหล่งน้ำจำนวน ๗ แห่ง ดังรูปภาพที่ ๘๗



รูปภาพที่ ๘๗ พื้นที่รับน้ำฝนแหล่งน้ำต้นทุน ๗ แห่ง

กำหนดขนาดสระเก็บน้ำทั้ง ๗ แห่ง และกำหนดพื้นที่ส่วนที่เป็นร่องน้ำ ทั้งส่วนที่น้ำไหลเข้า - ออก สระเก็บน้ำ ซึ่งเป็นส่วนร่องน้ำที่มีความลาดชัน ไม่เหมาะสมที่จะใช้ที่ดินเป็นพื้นที่แปลงเกษตรกรรม

สำหรับการกำหนดขนาดสระเก็บน้ำพิจารณาเบื้องต้นจากเส้นชั้นความสูงช่วงละ ๒ เมตร บริเวณภูมิประเทศ ที่มีลักษณะราบ เพื่อให้ได้ปริมาณเก็บกักน้ำที่คุ้มค่ากับการขุดดินทำสระเก็บน้ำ ดังรูปภาพที่ ๘๘

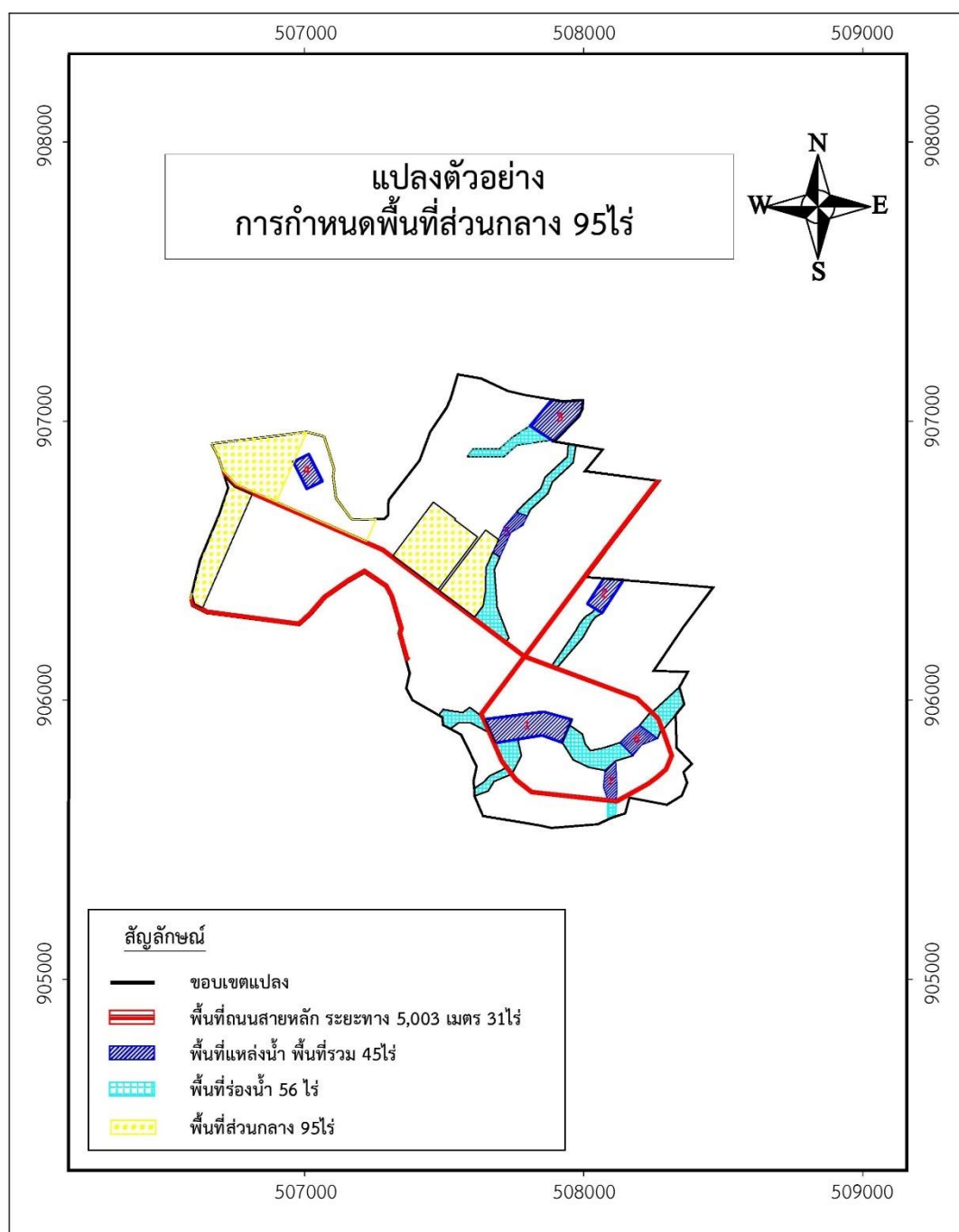


รูปภาพที่ ๘๘ การกำหนดพื้นที่แหล่งน้ำและร่องน้ำ

๔.๒.๔ การกำหนดพื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย และพื้นที่แปลงรวม

- พื้นที่ส่วนกลาง

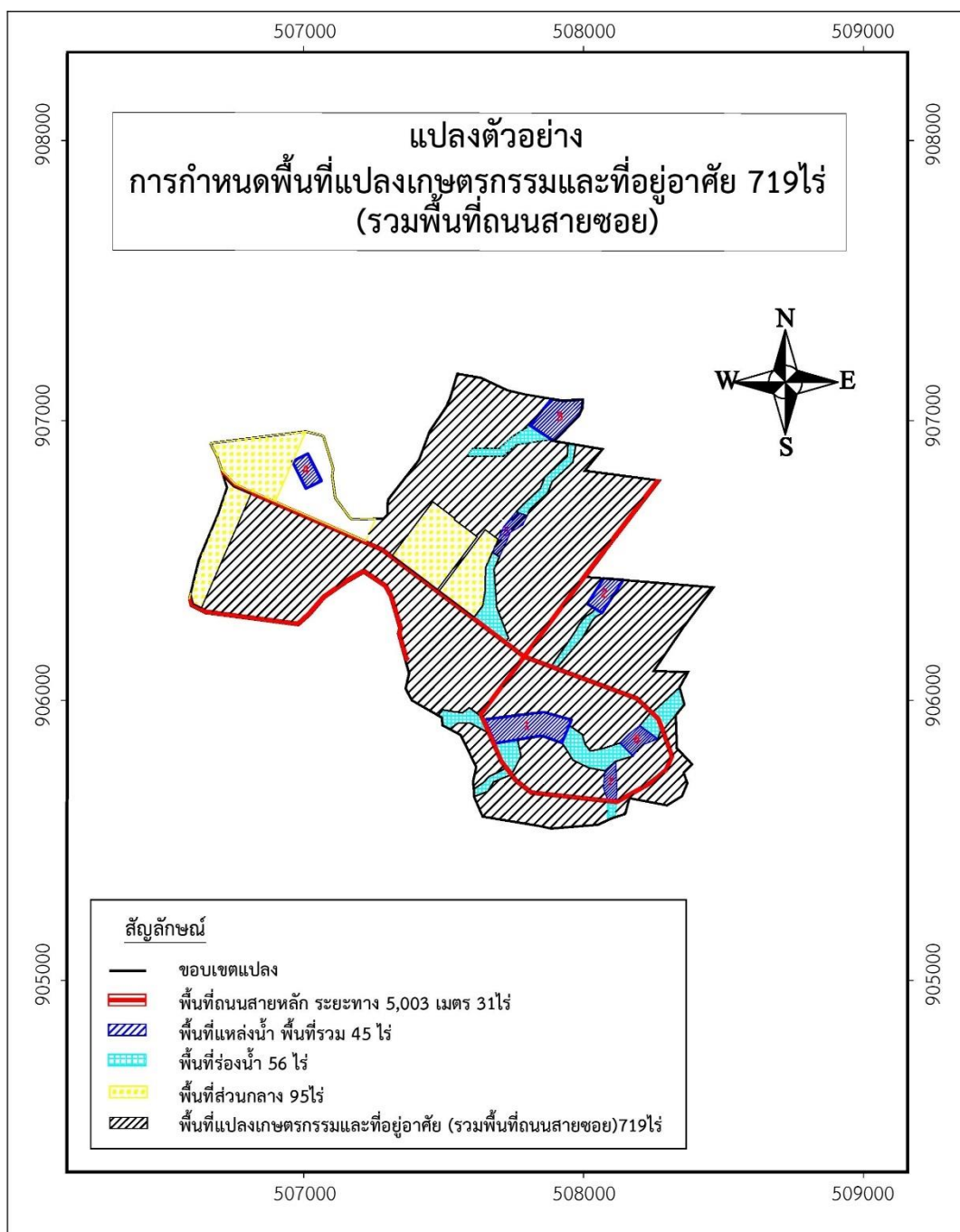
ในการกำหนดพื้นที่ส่วนกลางซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับใช้ประโยชน์ร่วมกันสำหรับการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ ควรเลือกในบริเวณพื้นที่ที่มีความมั่นคงแข็งแรงในการก่อสร้างอาคาร บริเวณที่สูงน้ำท่วมไม่ถึงเป็นบริเวณศูนย์กลางการใช้ประโยชน์ในแปลง และเพื่อพื้นที่สำหรับการสร้างตลาดร้านค้าในอนาคต ดังรูปภาพที่ ๘๙



รูปภาพที่ ๘๙ การกำหนดพื้นที่ส่วนกลาง

- พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย

กรณีการกำหนด “พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย” อยู่ภายในแปลงเดียวกัน จะเลือกพื้นที่ที่ลักษณะดินมีความเหมาะสมสำหรับการเกษตรกรรม มีชั้นหน้าดินสำหรับปลูกพืชซึ่งการใช้ประโยชน์พื้นที่ประเภทนี้ควรกำหนดสัดส่วนอย่างน้อย ๕๐ เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมดเพื่อให้มีพื้นที่สำหรับการจัดที่ดินให้เกษตรกรได้จำนวนรายมากที่สุด ดังรูปภาพที่ ๙๐

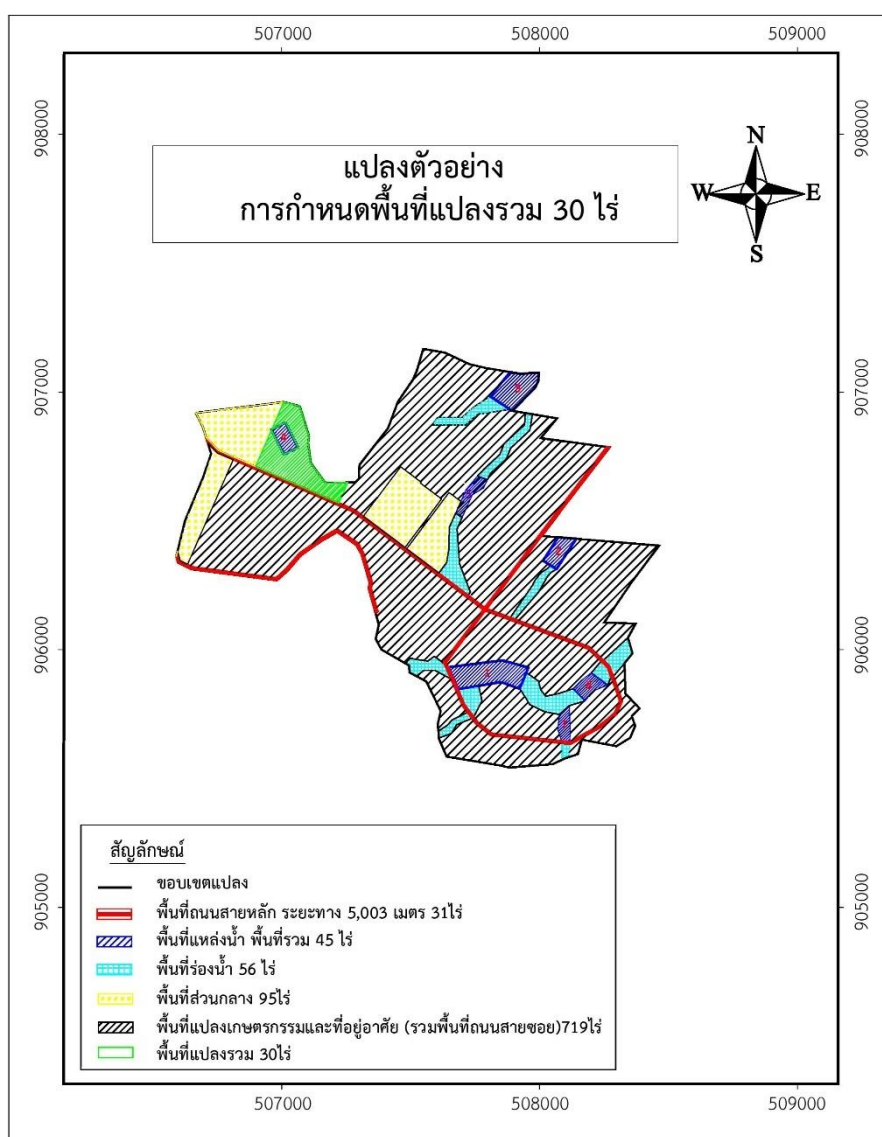


รูปภาพที่ ๙๐ การกำหนดพื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย

กรณีการกำหนดพื้นที่แปลงเกษตรกรรม และที่อยู่อาศัยแยกคนละแปลงจะทำการเลือกพื้นที่แปลงเกษตรกรรม เช่นเดียวกับกรณีการกำหนด “พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย” อยู่ภายในแปลงเดียวกัน ต่างกันเพียงพื้นที่แปลงที่อยู่อาศัยจะมีการกำหนดการใช้ประโยชน์พื้นที่ในลักษณะเดียวกับการกำหนดพื้นที่ส่วนกลาง ซึ่งควรกำหนดในบริเวณที่ใกล้เคียงพื้นที่ส่วนกลาง เพื่อความสะดวกในการเดินทางจากพื้นที่อยู่อาศัยไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ส่วนกลางได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

- พื้นที่แปลงรวม

ในการกำหนดพื้นที่แปลงรวมซึ่งเป็นพื้นที่กำหนดในกลุ่มเกษตรกรใช้ประโยชน์ร่วมกัน เพื่อทำการเกษตรกรรมแบบรวมกลุ่ม ซึ่งเป็นการกำหนดการใช้ที่ดินในลำดับสุดท้าย ขนาดพื้นที่แปลงรวมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบริหารพื้นที่แต่ละโครงการจำเป็นจะใช้พื้นที่แปลงรวมขนาดเท่าไร บางพื้นที่อาจไม่มีการกำหนดพื้นที่แปลงรวมในพื้นที่โครงการก็เป็นได้ การเลือกพื้นที่แปลงรวมมีลักษณะเช่นเดียวกับการเลือกพื้นที่แปลงเกษตรกรรม กล่าวคือเป็นพื้นที่ที่มีชั้นหน้าดินเหมาะสำหรับการปลูกพืช ดังรูปภาพที่ ๙๑



รูปภาพที่ ๙๑ การกำหนดพื้นที่แปลงรวม

๔.๒.๕ ประเมินการสมมูลน้ำ

เมื่อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินเต็มพื้นที่ จะดำเนินการตรวจสอบประมาณการสมมูลน้ำระหว่างความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกับปริมาณน้ำต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการก่อสร้างแหล่งน้ำด้วยข้อมูลเส้นชั้นความสูงช่วงละ ๒ เมตร ของสำนักจัดการแผนที่และสารบบที่ดิน ดังนี้

๑.) ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (R) จากสูตร $R = CIA \times 1,000$

จากรูปภาพที่ ๘๖ มีพื้นที่รับน้ำฝน จำนวน ๔ พื้นที่ ได้แก่

๑. สระเก็บน้ำ แห่งที่ ๑, ๗, ๖	พื้นที่รับน้ำฝน(A๑) = ๐.๘๓๒ ตารางกิโลเมตร
๒. สระเก็บน้ำ แห่งที่ ๒	พื้นที่รับน้ำฝน(A๒) = ๐.๑๒๖ ตารางกิโลเมตร
๓. สระเก็บน้ำ แห่งที่ ๕, ๓	พื้นที่รับน้ำฝน(A๓) = ๐.๔๗๔ ตารางกิโลเมตร
๔. สระเก็บน้ำ แห่งที่ ๔	พื้นที่รับน้ำฝน(A๔) = ๐.๒๘๕ ตารางกิโลเมตร

ค่า C สัมประสิทธิ์น้ำท่า ใช้ = ๐.๔๐๐ (พื้นที่รับน้ำฝนมีความลาดชันมาก)

สมมติพื้นที่โครงการมีค่า I ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี = ๒,๑๗๐.๖ มิลลิเมตร

$$R = CIA \times 1,000$$

$$= 0.400 \times 2,170.6 \times (0.832 + 0.126 + 0.474 + 0.285) \times 1,000$$

$$= 1,490,768 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

๒.) ปริมาณน้ำต้นทุน

คาดการณ์แหล่งน้ำต้นทุน ๗ แห่ง เป็นแหล่งน้ำประเภทย่อยสระเก็บน้ำคิดปริมาณความจุสระเก็บน้ำโดยใช้สูตร กว้าง x ยาว x สูง ปริมาณความสูงสระเฉลี่ยเท่ากับ ๓ เมตร ปริมาณน้ำต้นทุนแต่ละแห่งประมาณการดังนี้

สระแห่งที่ ๑ กว้าง ๙๐ เมตร x ยาว ๒๖๗ เมตร x สูง ๓ เมตร	= ๗๒,๐๙๐ ลูกบาศก์เมตร
สระแห่งที่ ๒ กว้าง ๖๕ เมตร x ยาว ๑๑๖ เมตร x สูง ๓ เมตร	= ๒๒,๖๒๐ ลูกบาศก์เมตร
สระแห่งที่ ๓ กว้าง ๑๐๑ เมตร x ยาว ๑๖๑ เมตร x สูง ๓ เมตร	= ๔๘,๗๘๓ ลูกบาศก์เมตร
สระแห่งที่ ๔ กว้าง ๖๒ เมตร x ยาว ๑๐๘ เมตร x สูง ๓ เมตร	= ๒๐,๐๘๘ ลูกบาศก์เมตร
สระแห่งที่ ๕ กว้าง ๓๕ เมตร x ยาว ๑๗๓ เมตร x สูง ๓ เมตร	= ๑๘,๑๖๕ ลูกบาศก์เมตร
สระแห่งที่ ๖ กว้าง ๗๒ เมตร x ยาว ๙๐ เมตร x สูง ๓ เมตร	= ๑๙,๔๔๐ ลูกบาศก์เมตร
สระแห่งที่ ๗ กว้าง ๔๑ เมตร x ยาว ๑๒๔ เมตร x สูง ๓ เมตร	= ๑๕,๒๕๒ ลูกบาศก์เมตร

$$\text{ปริมาณน้ำต้นทุนรวม} = 72,090 + 22,620 + 48,783 + 20,088 + 18,165 + 19,440 + 15,252$$

$$= 206,438 \text{ ลูกบาศก์เมตร} < \text{ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี } 1,490,768 \text{ ลูกบาศก์เมตร O.K.}$$

ปริมาณน้ำต้นทุนน้อยกว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี คาดการณ์ว่าปริมาณสระเก็บน้ำจะมีน้ำฝนไหลลงสระเก็บน้ำเต็มความจุ และล้นออกสระเก็บน้ำในช่วงฤดูฝน ควรมีการบริหารจัดการน้ำส่วนเกินนี้ในลำดับถัดไป

๓.) ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร

พื้นที่มีความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรตามพื้นที่แปลงตัวอย่าง ๙๗๖ ไร่ ได้แก่

๑. พื้นที่แปลงเกษตรและที่อยู่อาศัย (รวมถนนสายซอย) ๗๑๙ ไร่ จากรูปภาพที่ ๙๑

๒. พื้นที่แปลงรวม ๓๐ ไร่

พื้นที่เกษตรรวม = $๗๑๙ + ๓๐ = ๗๔๙$ ไร่

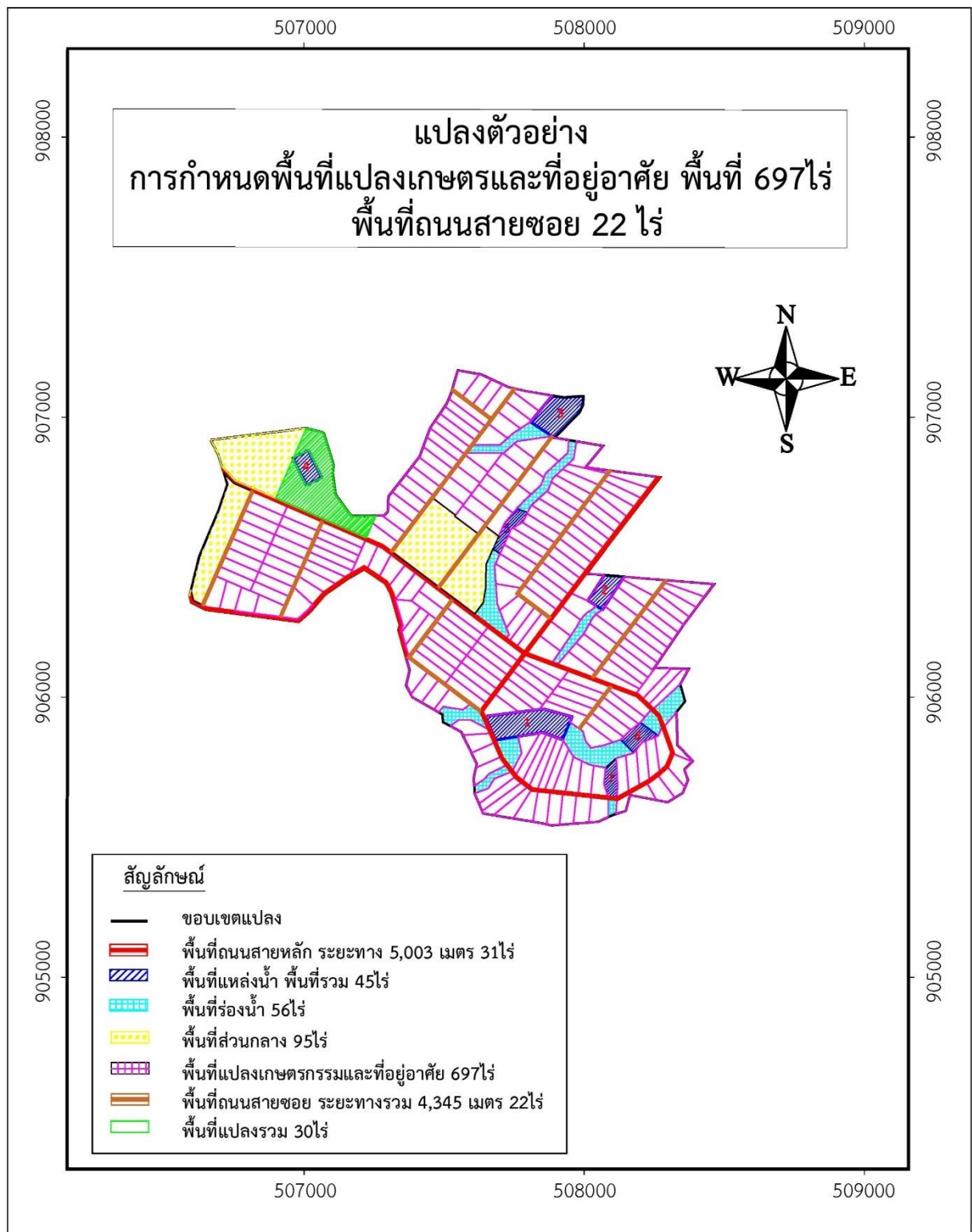
สมมุติพื้นที่ที่จะปลูกพืชผักบังจิ้น ซึ่งมีปริมาณความต้องการใช้น้ำ = ๒๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

ดังนั้น ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร = $๗๔๙ \times ๒๐๐ = ๑๔๙,๘๐๐$ ลูกบาศก์เมตร < ปริมาณน้ำ
ต้นทุนรวม ๒๑๖,๔๓๘ ลูกบาศก์เมตร O.K.

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรน้อยกว่าปริมาณน้ำต้นทุนรวม คาดการณ์ปริมาณน้ำต้นทุนจาก
สระเก็บน้ำ ๗ แห่ง สามารถรองรับการปลูกผักบังจิ้นในแปลงตัวอย่างได้เพียงพอ

๔.๒.๖ การกำหนดการใช้พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยต่อ ๑ ราย

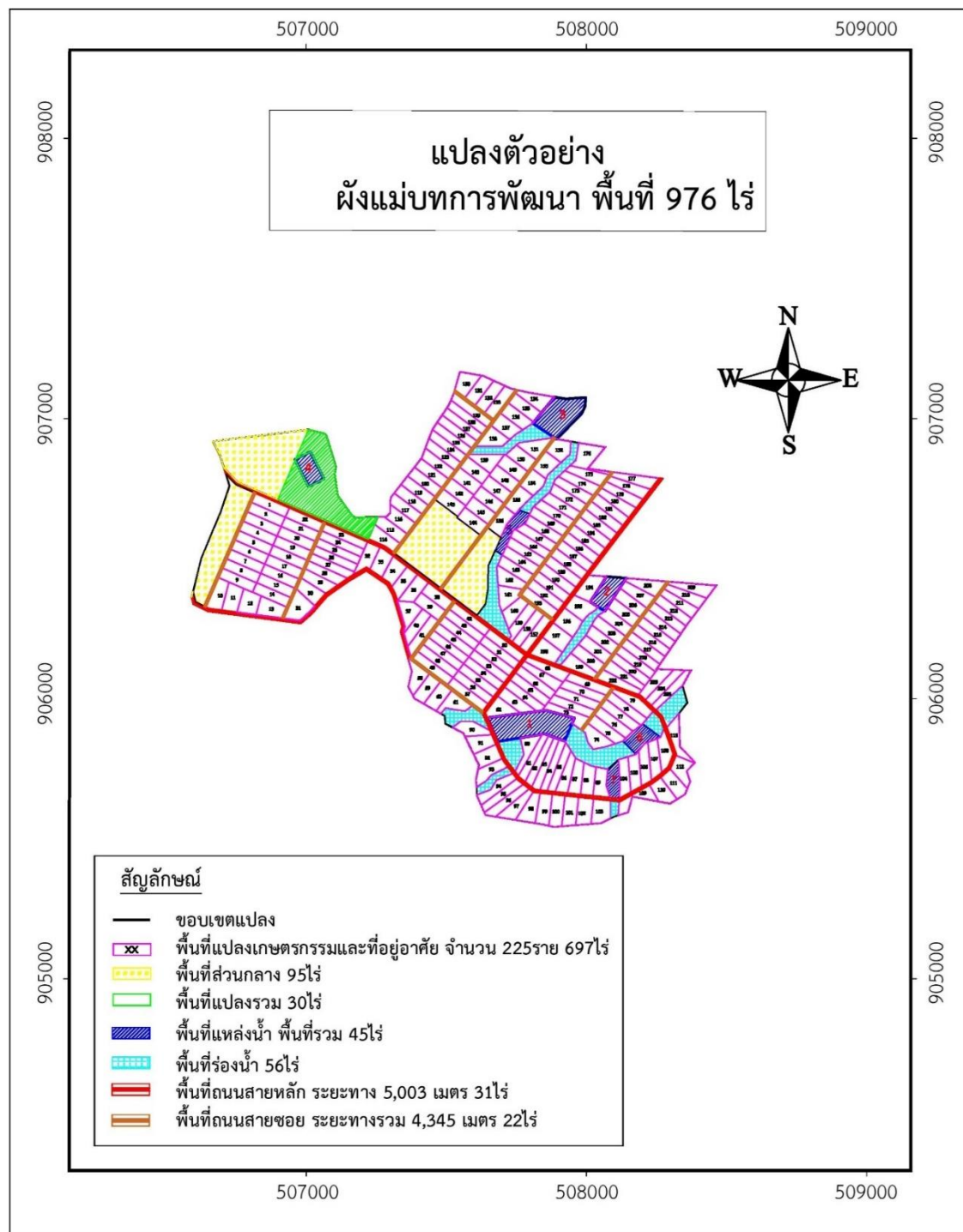
เมื่อได้รับข้อมูลต่าง ๆ ในการสำรวจภาคสนาม พร้อมรายละเอียดการจัดที่ดิน ดำเนินการ
ประสานงานผู้เกี่ยวข้อง อาทิ เช่น เจ้าหน้าที่ด้านการจัดที่ดิน เจ้าหน้าที่ด้านส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่
ด้านพัฒนาอาชีพ เป็นต้น ร่วมกันวิเคราะห์กำหนดการใช้พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยต่อ ๑ ราย
ว่าควรใช้ขนาดรายละเอียดการจัดที่ดินให้เกษตรกร ๑ ราย และจัดพื้นที่อยู่อาศัยรวมอยู่ในพื้นที่แปลง
เกษตรกรรมหรือจัดพื้นที่อยู่อาศัยแยกจากพื้นที่แปลงเกษตรกรรม สำหรับแปลงตัวอย่างนี้ สมมุติข้อสรุปในการ
จัดที่ดิน คือ จัดพื้นที่อยู่อาศัยรวมอยู่ในพื้นที่แปลงเกษตรกรรมรายละเอียดประมาณ ๓ ไร่ จากนั้นดำเนินการ
แบ่งพื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย (รวมพื้นที่ถนนสายซอย) ๗๑๙ ไร่ เป็นแปลงเกษตรกรรมและ
ที่อยู่อาศัยรายย่อย ๑ ราย พร้อมแบ่งพื้นที่ถนนสายซอย (ผิวจราจรกว้าง ๔ เมตร) สำหรับการใช้เป็นเส้นทาง
ขนส่งผลผลิตของเกษตรกรทุกรายกำหนดเขตทางถนนสายซอยอย่างน้อย ๘ เมตร ดังรูปภาพที่ ๙๒



รูปภาพที่ ๙๒ กำหนดการใช้พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยต่อ ๑ ราย

๔.๒.๗ ตรวจสอบพื้นที่รวม

หลังจากกำหนดการใช้ประโยชน์พื้นที่ตามข้อ ๔.๒.๓ ถึง ๔.๒.๖ ครบแล้ว ทำการตรวจสอบขนาดพื้นที่รวมสำหรับการใช้ที่ดินทุกประเภทต้องมีขนาดเท่ากับพื้นที่โครงการ ๙๗๖ ไร่ ดังรูปภาพที่ ๙๓ พร้อมตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้



รูปภาพที่ ๙๓ แปลงตัวอย่างผังแม่บทการพัฒนาพื้นที่ ๙๗๖ ไร่

๑.) พื้นที่โครงการรวม

- พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย	พื้นที่	๖๙๗	ไร่
- พื้นที่ส่วนกลาง	พื้นที่	๙๕	ไร่
- พื้นที่แปลงรวม	พื้นที่	๓๐	ไร่
- พื้นที่แหล่งน้ำ	พื้นที่	๔๕	ไร่
- พื้นที่ร่อนน้ำ	พื้นที่	๕๖	ไร่
- พื้นที่ถนนสายหลัก	พื้นที่	๓๑	ไร่
- พื้นที่ถนนสายซอย	พื้นที่	๒๒	ไร่

พื้นที่รวมทุกประเภท = $๖๙๗+๙๕+๓๐+๔๕+๕๖+๓๑+๒๒ = ๙๗๖$ ไร่

๒.) ปริมาณความต้องการใช้น้ำ

- ปริมาณความต้องการใช้น้ำอุปโภค - บริโภค

จากรูปภาพที่ ๙๓ จำนวนเกษตรกร ๒๒๕ ครัวเรือน กำหนด ๑ ครัวเรือน มีสมาชิก ๒ คน

ประมาณการความต้องการใช้น้ำของคน = $๒๒๕ \times ๒ = ๔๕๐$ คน

ระยะเวลาขาดแคลนน้ำ ธ.ค. - พ.ค. (๖ เดือน) $๓๐ \times ๖ = ๓๐ \times ๖ = ๑๘๐$ วัน

คนมีความต้องการใช้น้ำ ๔๕ ลิตร/คน/วัน

ดังนั้น ความต้องการใช้น้ำของคน = $๔๕ \times ๑๘๐ \times ๔๕ / ๑,๐๐๐ = ๓,๖๔๕$ ลบ.ม.

- ปริมาณความต้องการใช้น้ำปลูกพืช

จากรูปภาพที่ ๙๓ พื้นที่แปลงเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย ๖๙๗ ไร่ และพื้นที่แปลงรวม ๓๐ ไร่ รวมพื้นที่ใช้น้ำ

ปลูกพืช = $๖๙๗+๓๐ = ๗๒๗$ ไร่ ปลูกผักบึงจีนมีความต้องการใช้น้ำ = ๒๐๐ ลูกบาศก์เมตร/ไร่

ดังนั้น ความต้องการใช้น้ำปลูกพืช = $๗๒๗ \times ๒๐๐ = ๑๔๕,๔๐๐$ ลูกบาศก์เมตร

สรุปปริมาณความต้องการใช้น้ำอุปโภค - บริโภค และการปลูกพืช = $๓,๖๔๕ + ๑๔๕,๔๐๐$

= $๑๔๙,๐๔๕$ ลูกบาศก์เมตร < ปริมาณน้ำต้นทุนรวม ๒๑๖,๔๓๘ ลูกบาศก์เมตร O.K.

๓.) กำหนดงานพัฒนาโครงสร้าง

เมื่อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้วเสร็จ สามารถกำหนดแผนงานพัฒนาโครงสร้าง

พื้นฐานเบื้องต้น ได้แก่

๑. งานถนนสายหลัก ระยะทาง ๕,๐๐๓ เมตร

๒. งานถนนสายซอย ระยะทาง ๔,๓๔๕ เมตร

๓. งานแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร ๗ แห่ง

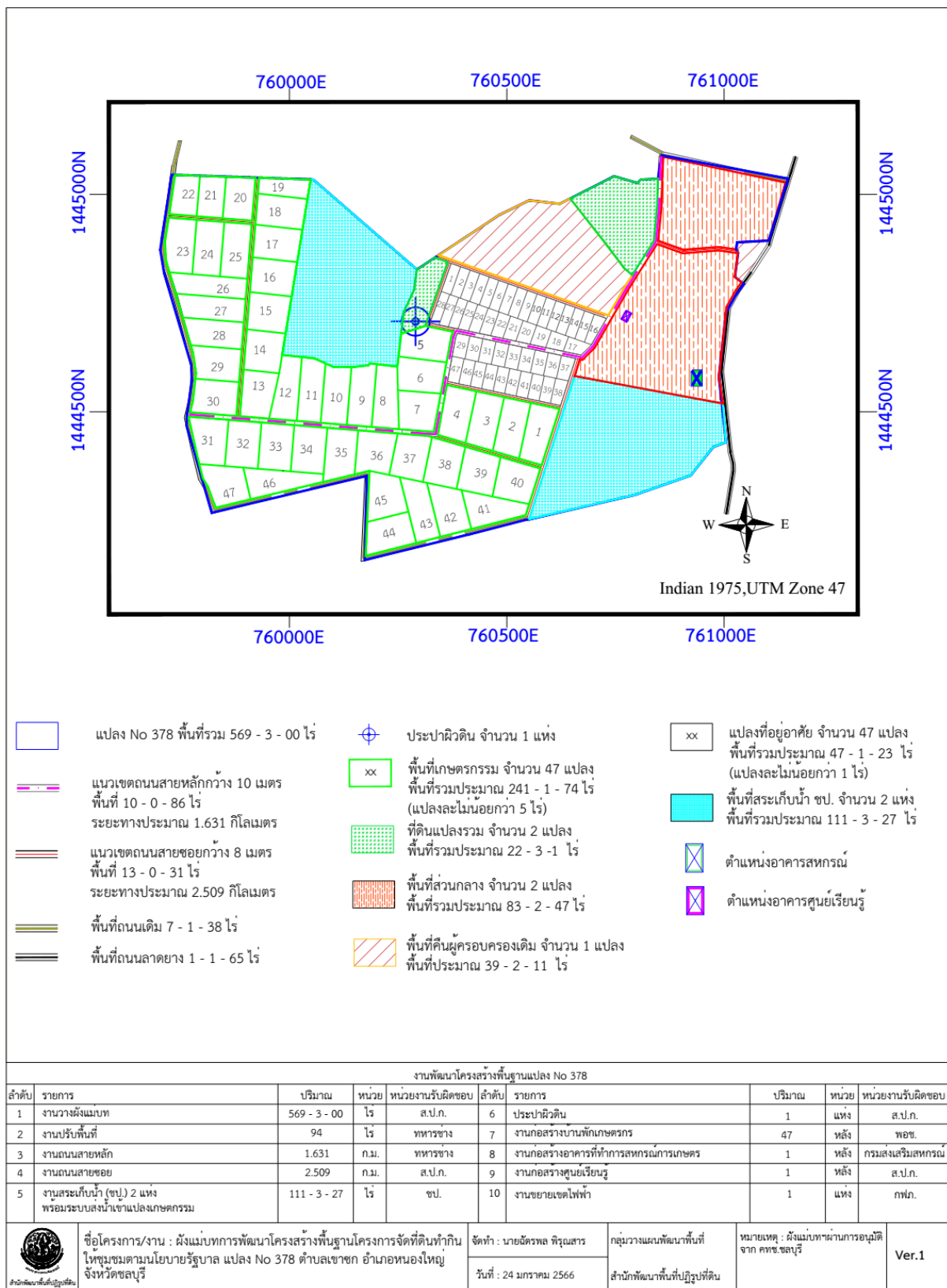
๔.๓ เป้าหมาย พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการวาง(ง)แบบการพัฒนาได้แก่ พื้นที่แปลงว่างในเขตปฏิรูปที่ดิน พื้นที่โครงการจัดซื้อที่ดินเอกชน หรือ พื้นที่โครงการอื่น ๆ ที่มีความต้องการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินใหม่ ให้สอดคล้องกับงานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

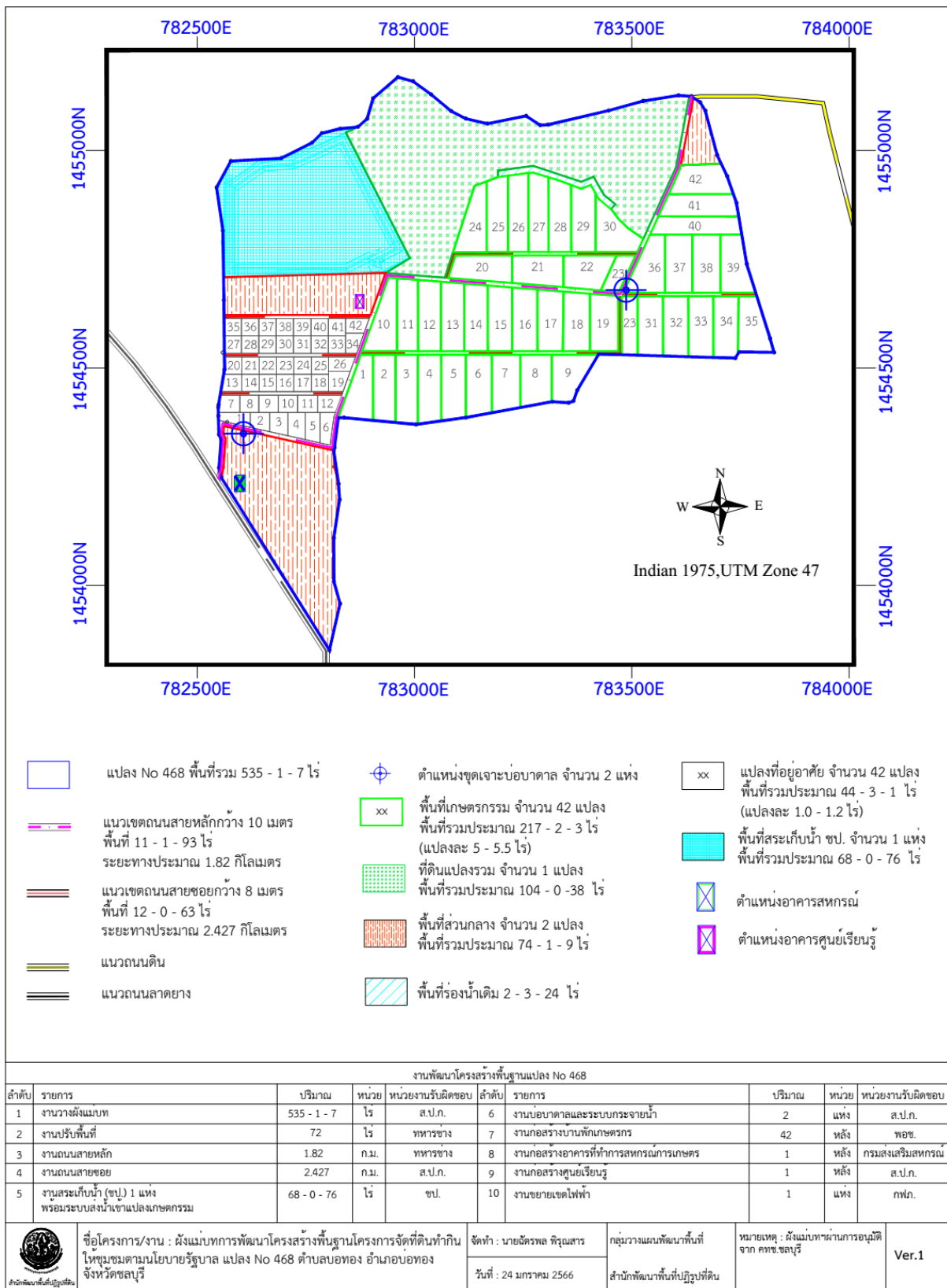
บรรณานุกรม

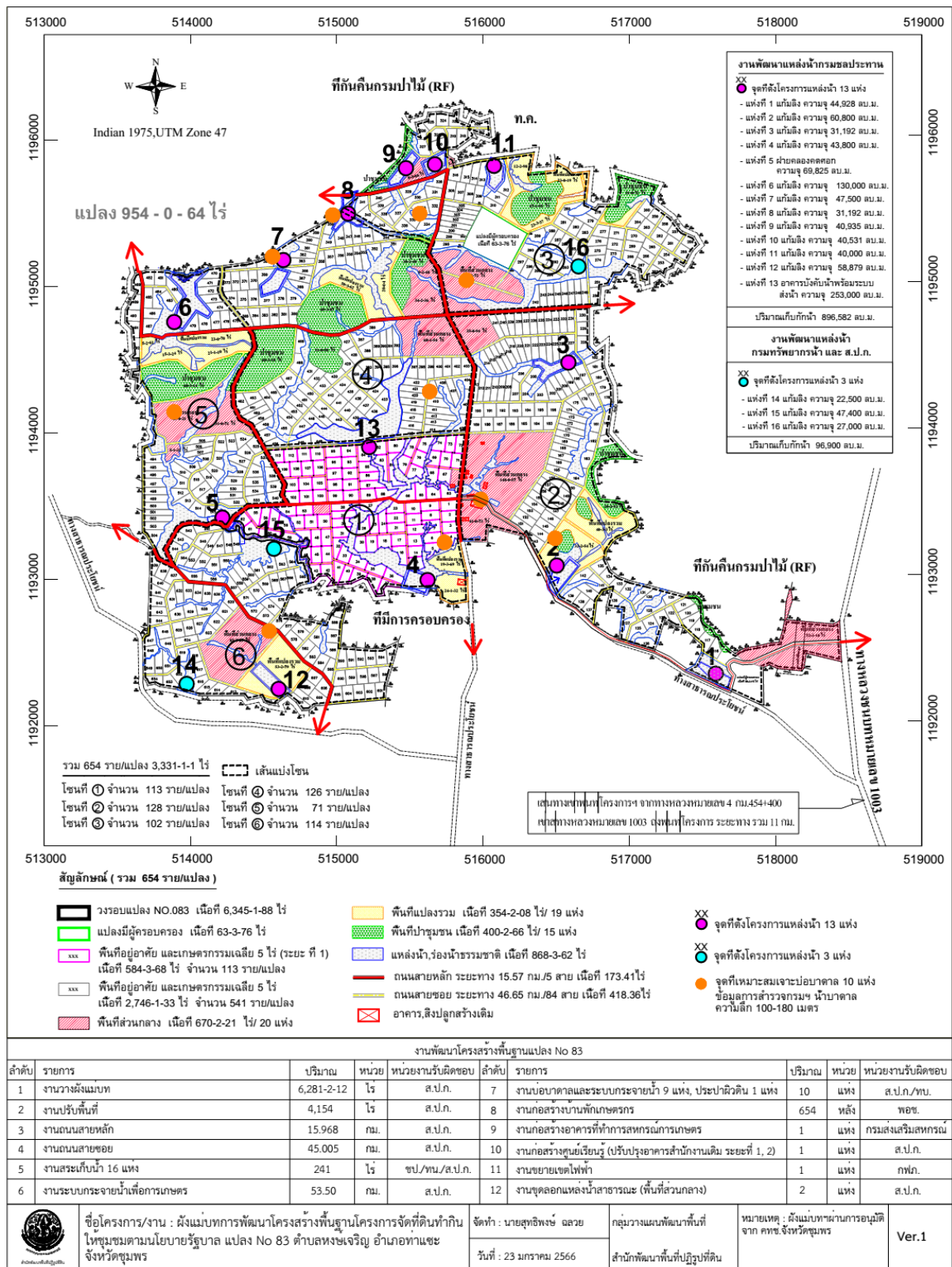
- กรกมล ชูช่วย. (๒๕๕๑). เอกสารประกอบการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์โลก การอุทุนิยมวิทยาเบื้องต้น.pdf. สืบค้นจาก [https://eledu.ssru.ac.th/kornkamol_ch/pluginfile.php/๑๔๒/mod_resource/content/](https://eledu.ssru.ac.th/kornkamol_ch/pluginfile.php/๑๔๒/mod_resource/content/๒๔), ๒๔ มิถุนายน ๒๕๖๗
- นายชาติชาย ฉัตรทอง. (๒๕๖๓). การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม. สืบค้นจาก <https://anyflip.com/lhkwp/lsex/basic>, ๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๗.
- มานัส ยอดทอง. (ม.ป.ป.). หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑๓ การทำระดับด้วยกล้องระดับ. สืบค้นจาก <https://ajmanut.com/attachments/article/๒๔/>, ๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๗
- จิรพัฒน์ โชติกไกร. (๒๕๓๑). วิศวกรรมการทาง Highway engineering. กรุงเทพมหานคร: หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์
- สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (๒๕๖๑). การวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำในเขตปฏิรูปที่ดิน กรมชลประทาน. (๒๕๖๑). คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual) การออกแบบสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า บทที่๓ ระบบพิกัด. (ม.ป.ป.). [ออนไลน์]. สืบค้นจาก https://old.elearning.yru.ac.th/pluginfile.php/๔๓๒๖๐/mod_resource/content/๒/, ๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๗
- Asst.Prof.Dr.Somsak Vongpradubchai. (ม.ป.ป.). AutoCAD ๒๐๐๗. สืบค้นจาก <http://somsak.me.engr.tu.ac.th/download/ME๑๐๐/week๙.pdf>, ๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๗
- สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.). ประเภทของดิน. สืบค้นจาก http://oss๑๐๑.ldd.go.th/web_soils_for_youth/s_type๒.htm, ๒๑ สิงหาคม ๒๕๖๗
- สุเทพ ทองแพ. (๒๕๕๑). ความรู้พื้นฐานเรื่องดิน-ปุ๋ย-น้ำสำหรับการปลูกพืช: เอกสารเผยแพร่ ปีที่ ๕๑ ฉบับที่ ๓. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่. สืบค้นจาก <https://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/fertilizer.pdf> ๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๗

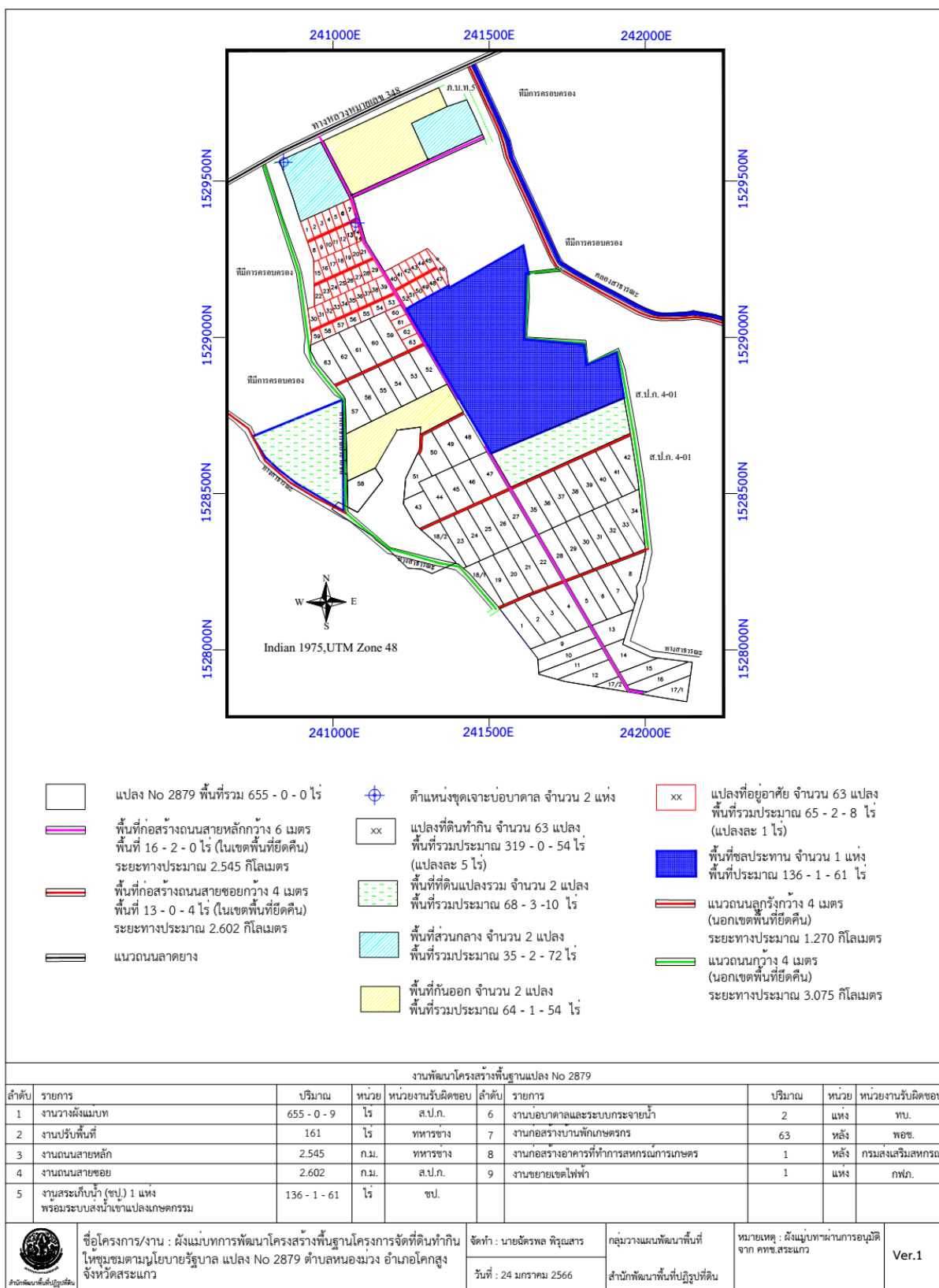
ภาคผนวก ก

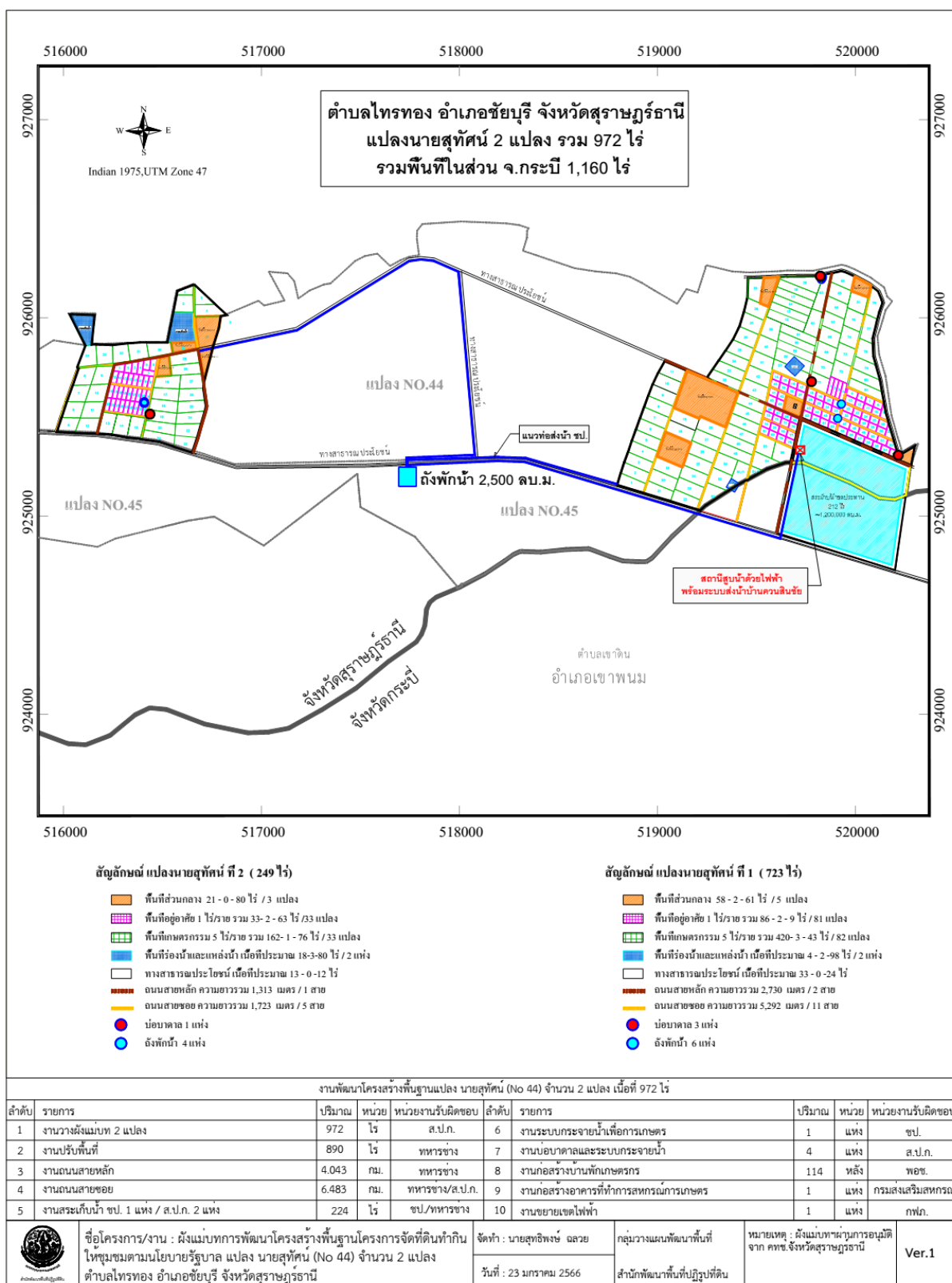
ตัวอย่างการวางผังแม่บทการพัฒนา
โครงการจัดที่ดินทำกินให้ชุมชนตามนโยบายรัฐบาล





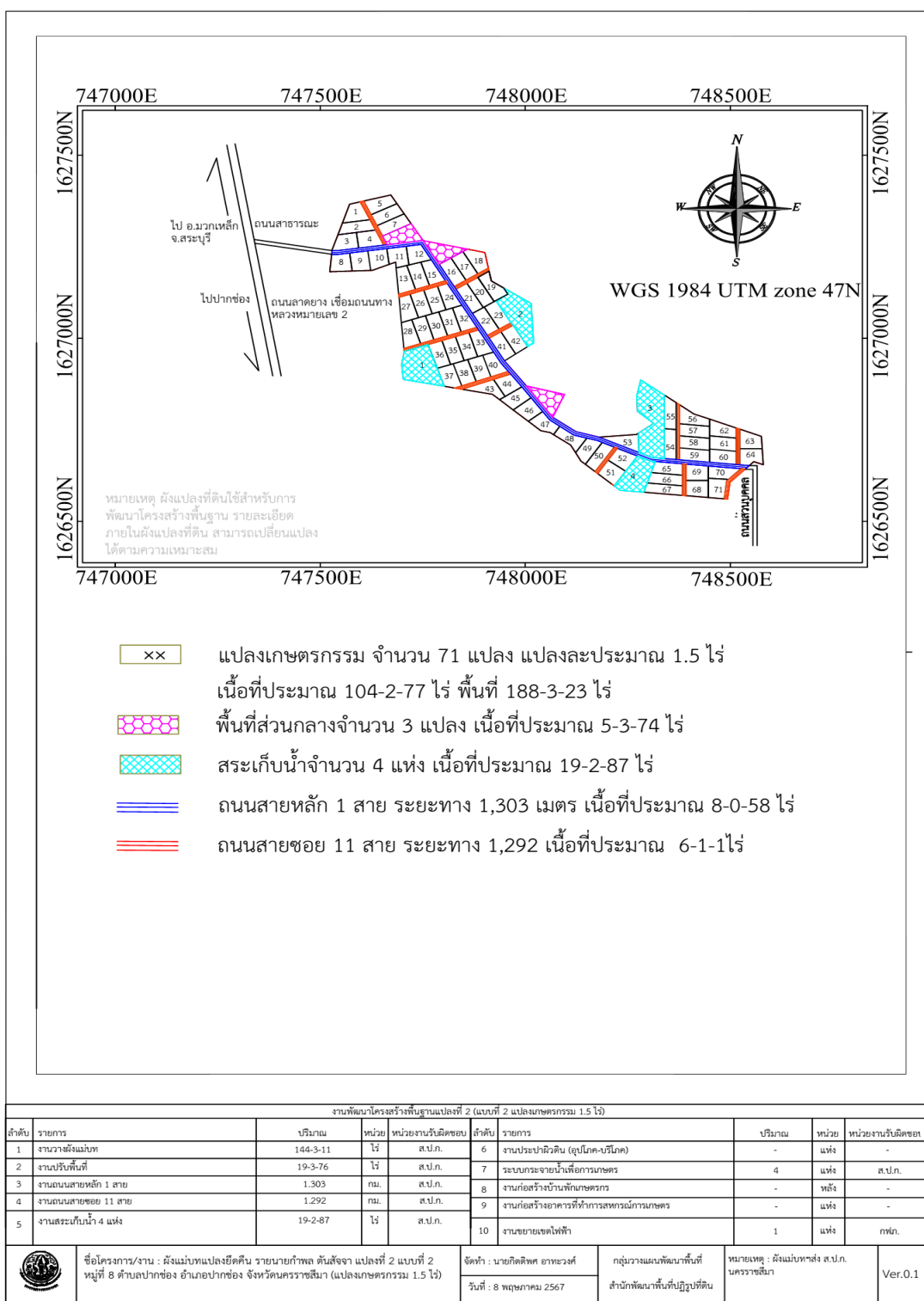


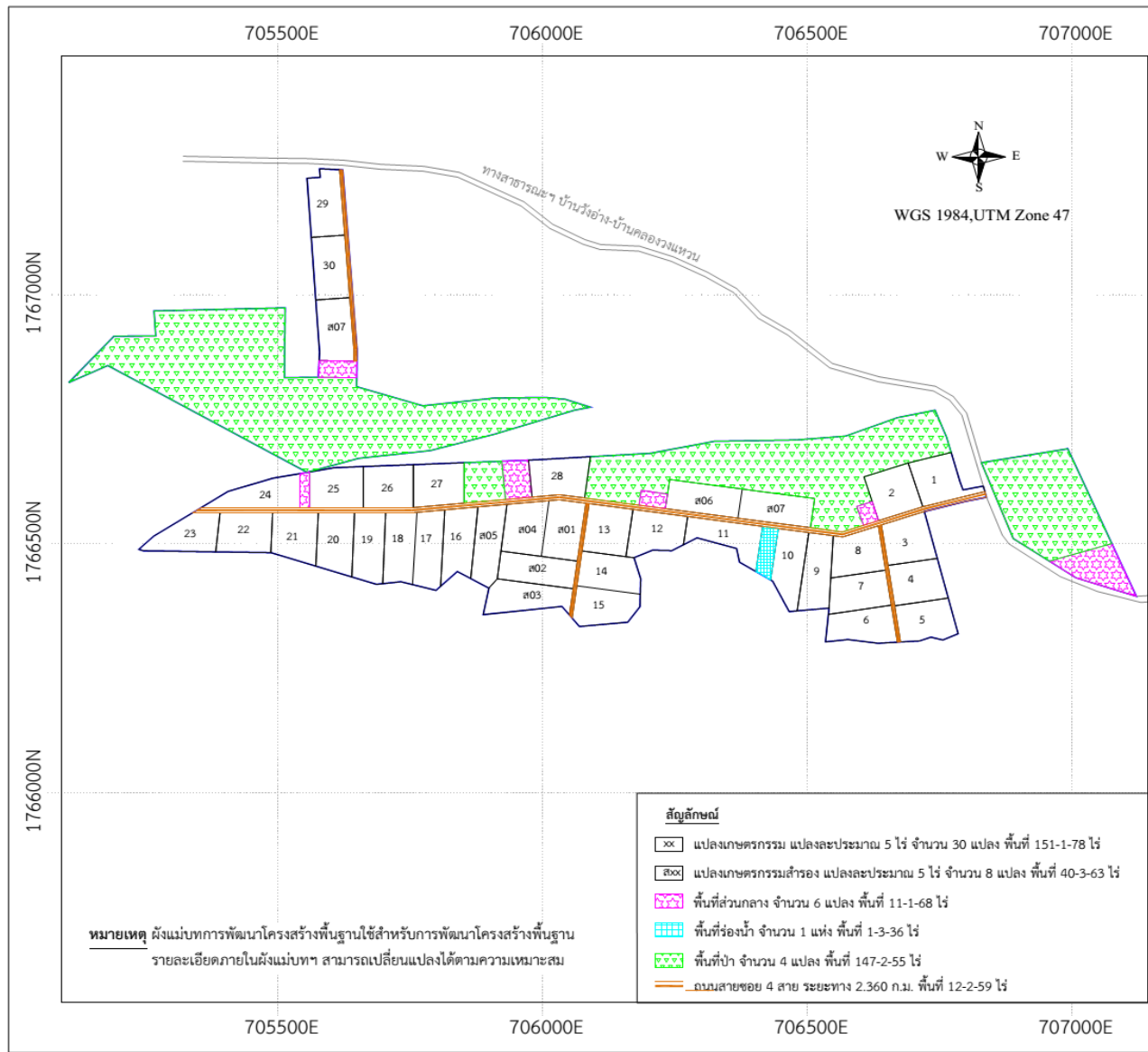




ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการวางผังแม่บทการพัฒนา
การจัดที่ดินพื้นที่แปลงว่างในเขตปฏิรูปที่ดิน





สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน

ชื่อโครงการ/งาน :
ผังแม่บทการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานแปลงว่างจากการสังคายนา/คืนที่ดินในเขตปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม ตำบลบัววัฒนา อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์

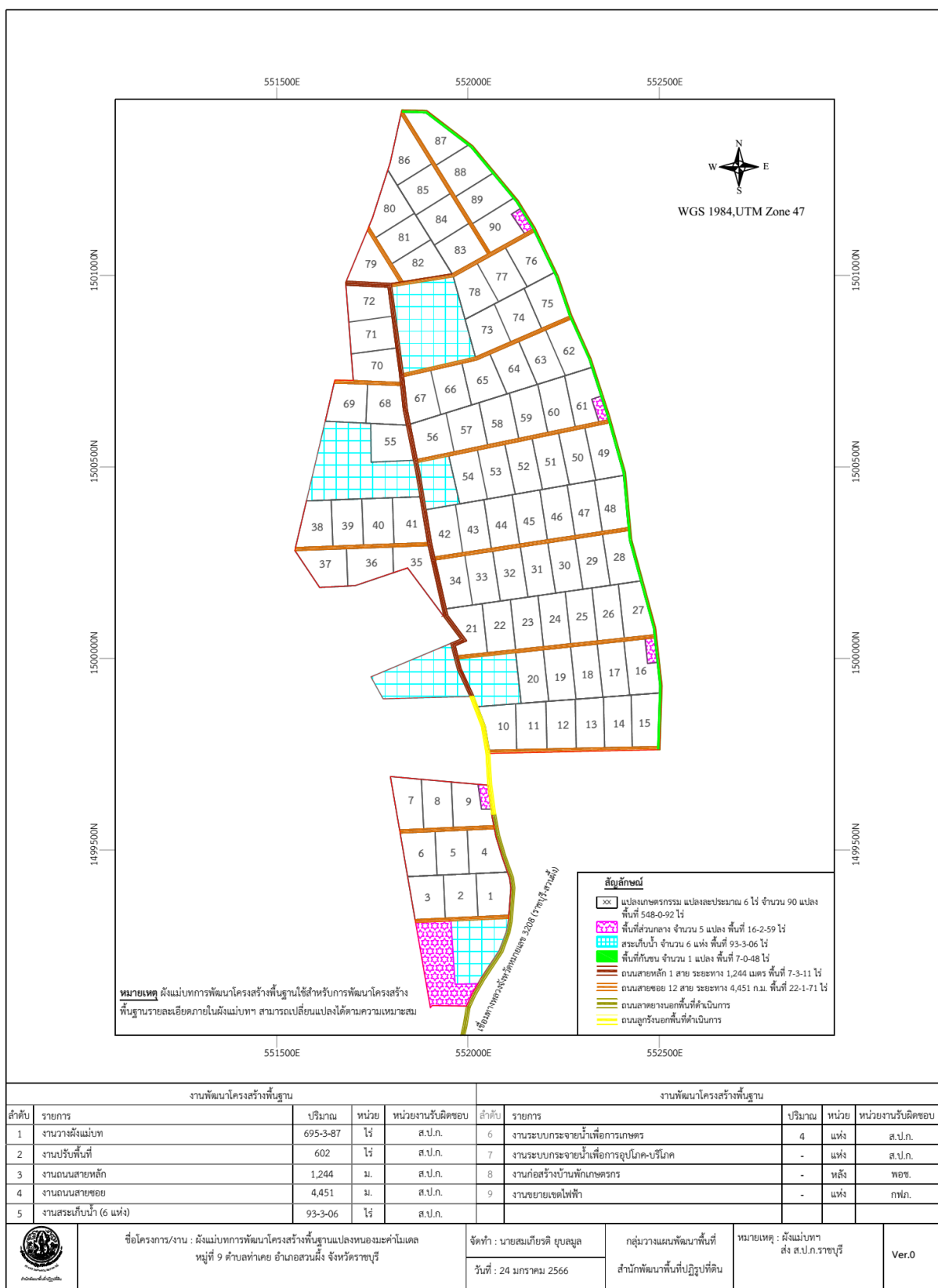
งานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

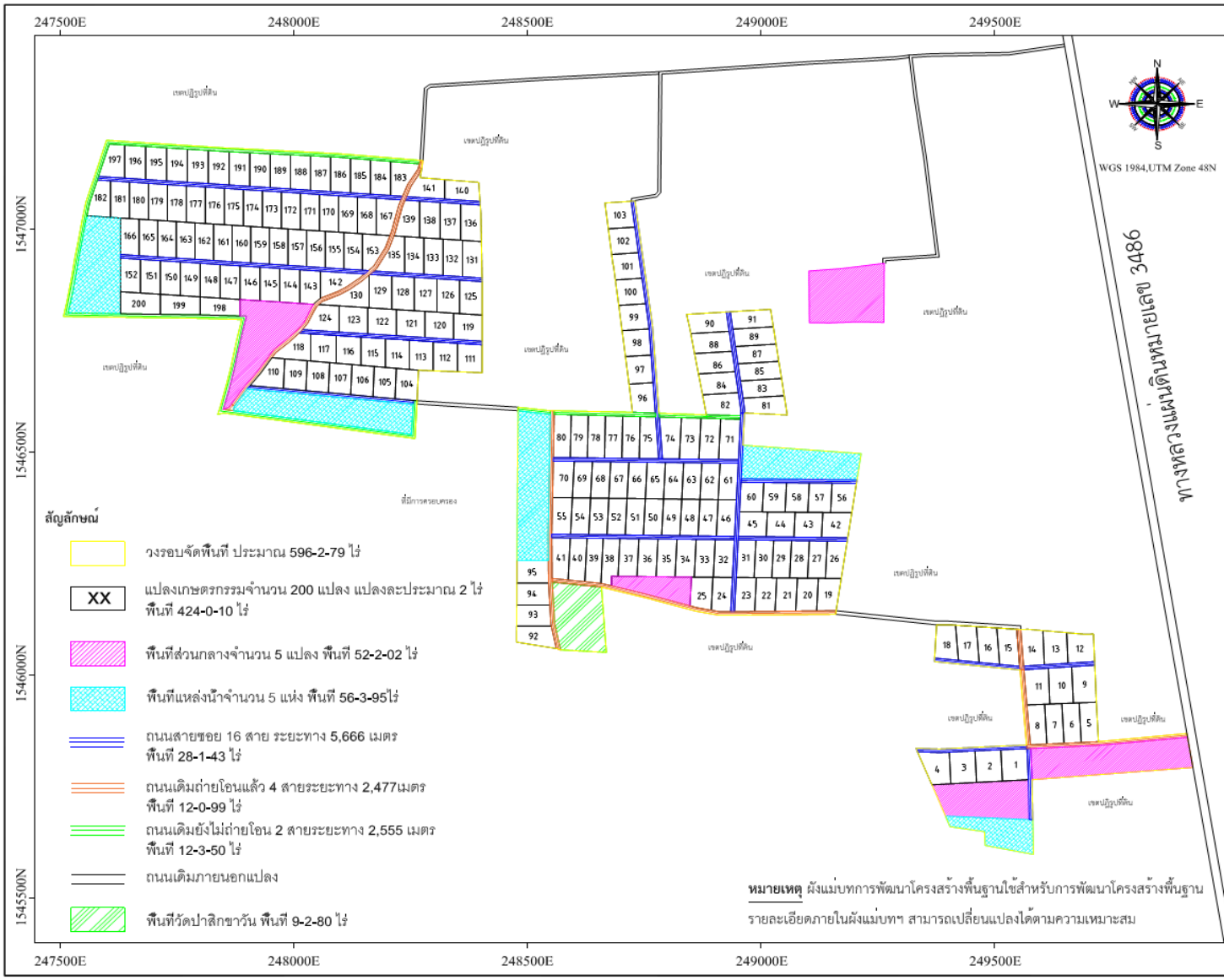
ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หน่วยงานรับผิดชอบ
1	งานวางผังแม่บท	365-3-59	ไร่	ส.ป.ก.
2	งานปรับพื้นที่	147	ไร่	ส.ป.ก.
3	งานถนนสายซอย (4สาย)	2,360	ม.	ส.ป.ก.
4	งานบ่อขนาดเล็ก พร้อมระบบกระจายน้ำเพื่อการเกษตร	3	แห่ง	ส.ป.ก.
5	งานบ่อขนาดใหญ่ พร้อมระบบกระจายน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค	1	แห่ง	ส.ป.ก.
6	งานก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์รวบรวมผลผลิต	1	แห่ง	ส.ป.ก.
7	งานขยายเขตไฟฟ้า	1	แห่ง	กฟผ.

จัดทำ : นายสมเกียรติ ชูบุญมูล วันที่ : 28 พฤษภาคม 2567

กลุ่มวางแผนพัฒนาพื้นที่
สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน

หมายเหตุ : ผังแม่บทฯ ส่ง ส.ป.ก.เพชรบูรณ์ Ver.0







สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กรมส่งเสริมการเกษตร

สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน

ชื่อโครงการ/งาน : โครงการนำร่องการจัดที่ดินแปลงว่าง จังหวัดสระแก้ว

ตำบลโคกกลาง อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

งานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน				
ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หน่วยงานรับผิดชอบ
1	งานวางผังแม่บท	596-2-79	ไร่	ส.ป.ก.
2	งานปรับพื้นที่	530-0-04	ไร่	ส.ป.ก.
3	งานถนนสายหลัก	-	ม.	ส.ป.ก.
4	งานถนนสายซอย (16 สาย)	5,666	ม.	ส.ป.ก.
5	งานสระเก็บน้ำ (5 แห่ง)	56-3-96	ไร่	ส.ป.ก.
6	ระบบส่งน้ำเพื่อการเกษตร	5	แห่ง	ส.ป.ก.
7	ระบบส่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค	-	แห่ง	ส.ป.ก.
8	ขยายเขตไฟฟ้า	1	แห่ง	กฟน.

กลุ่มวางแผนพัฒนาพื้นที่
สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน

หมายเหตุ : ผังแม่บทการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน
ส่ง ส.ป.ก.สระแก้ว

จัดทำ : นายศุภากร อังสินันท์

วันที่ : 12 ธันวาคม 2566

Ver.0