บทที่ ๒

ระบบข้อมูลที่ดิน

ในประเทศที่พัฒนาแล้ว ระบบข้อมูลที่ดิน (Land Information Systems) นับเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ดินถูกสร้างขึ้นและพัฒนาใช้กันอย่างมากมาย เช่น ระบบข้อมูลทางด้านงานทะเบียนที่ดิน งานภาษี งานสาธารณูปโภคต่าง ๆ ฯลฯ อันเนื่องด้วยวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่ได้ก้าวหน้าไปอย่างมาก จนเป็นที่ยอมรับและนำไปใช้ในกิจการงานต่าง ๆ โดยทั่วไป ซึ่งได้ทำให้ปัญหาต่าง ๆ ของระบบข้อมูลที่ดินที่เคยมีมา เช่น ปริมาณเอกสารการค้นหาการวิเคราะห์ข้อมูลหรือการนำเสนอ ลดปัญหาลงไปอย่างสิ้นเชิง ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพรวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายน้อยลง

ดังนั้นระบบข้อมูลที่ดินจึงเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ น่าศึกษาเพื่อนำมาพัฒนาใช้ต่อไป

๒.๑ นิยามของระบบข้อมูลที่ดิน

ในการประชุมสหพันธ์นานาชาติของนักสำรวจ (International Federation of Surveyors) ที่กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย ปี ๑๙๗๙ ผลการประชุมได้ให้คำนิยามของระบบข้อมูลที่ดิน (A Land Information System) ไว้ดังนี้ (Anderson, 1981)

A Land Information System (LIS) comprises the systematic compilation of all relevant data of a rigion with respect to soil and ground as basis for legal actions, administration and economy and as aids in planning and development for the maintenance and improvement of the standard of living.

ซึ่งสามารถถอดความเป็นภาษาไทย โดยสังเขปได้ดังนี้คือ

"ระบบข้อมูลที่ดินเกิดขึ้นจากการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่บริเวณหนึ่งอย่างเป็นระบบโดยข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันกับพื้นที่นั้น ในส่วนที่เกี่ยวกับดินและพื้นดินอันเป็นพื้นฐานสำหรับข้อบัญญัติในทางกฎหมาย การปกครองและเศรษฐกิจ ทั้งยังช่วยในการวางแผนพัฒนาเพื่อการบำรุงรักษา และการปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ให้มีมาตราฐานดีขึ้น"

จะเห็นได้ว่าคำจำกัดความนี้กินใจความกว้างขวางมาก เพราะระบบข้อมูลที่ดินนอกจากจะต้องประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ทุกชนิดในพื้นที่แล้ว ระบบข้อมูลที่ดินที่ดีจะต้องเป็นระบบที่มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และการเข้าถึงข้อมูลต้องกระทำได้ โดยวิธีที่สะดวกง่ายดายอีกด้วย เช่น การดึงเอาข้อมูลในส่วนที่ต้องการออกมาดู การตรวจสอบข้อมูล การแก้ไขข้อมูล วิธีการส่งผ่านข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลของข้อมูล หรือการนำข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ใหม่ ฯลฯ ซึ่งขบวนการต่าง ๆ เหล่านี้ จำต้องมีวิธีการอย่างเป็นระบบ โดยใช้สมองกลเป็นหลักในการทำงาน อันทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ง่ายต่อการใช้ ทั้งสะดวกในการบำรุงรักษาและแก้ไขเปลี่ยนแปลง

๒.๒ <u>วัตถุประสงค์ของระบบข้อมูลที่ดิน</u>

ระบบข้อมูลที่ดินถูกสร้างขึ้นมามากมายโดยมีวัตถุประสงค์แตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดหรือประเภทของงาน ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (ในต่างประเทศ) พอสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้คือ

- ระบบการคิดภาษี (fiscal systems) เนื่องจากมีองค์ประกอบมากมายที่ทำให้เกิดความยุ่งยากซับซ้อนในเรื่องของการคิดภาษีของบุคคลแต่ละคน จึงได้นำระบบข้อมูลที่ดินเข้ามาช่วยในการประเมินภาษีต่าง ๆ ที่บุคคลจะต้องเสียให้กับรัฐ

- ระบบข้อมูลที่ใช้กับที่ดินซึ่งเกี่ยวของทางกฎหมาย (juridical land data systems) วัตถุประสงค์ของข้อมูลนี้ ก็เพื่อป้องกันซึ่งสิทธิในความเป็นเจ้าของที่ดิน ระบบนี้ใช้กันมานานแล้ว โดยเฉพาะประเทศในแถบยุโรป

- ระบบการจดทะเบียนที่ดิน (land registration systems) วัตถุประสงค์หลักของระบบข้อมูลนี้ ก็เพื่อบ่งชี้ถึงแปลงที่ดินที่มีลักษณะกำกวมและเพื่อคำรงไว้อย่างถูกต้องในการจดทะเบียนของแปลงที่ดินที่มีอยู่ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับระบบข้อมูลสองระบบแรกที่ได้กล่าวมาแล้วด้วยก็ได้

- ระบบควบคุมการพัฒนา (development control systems)ใช้ในการควบคุมงานพัฒนาต่าง ๆ ของรัฐหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่กำลังดำเนินอยู่ อันมีการบันทึกเกี่ยวกับระยะเวลาต่าง ๆ เช่น เวลาเริ่มต้นการทำงาน ระยะเวลาทำงานและเวลาที่แล้วเสร็จของงาน ซึ่งช่วยในการตรวจสอบและควบคุมการทำงานแต่ละคน

- ระบบการจัดการเกี่ยวกับสาธารณูปโภคต่าง ๆ (facilities management systems) สาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล การขนส่ง สนามกีฬา โรงละคอน ฯลฯ โดยทั่วไปจะถูกสร้างและจัดการดูแลโดยหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐ ซึ่งในต่างประเทศ หน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบนี้ จะมี ๒ ระดับคือที่ศูนย์กลางและในท้องถิ่นต่าง ๆ ดังนั้น การติดต่อข้อมูลและการประสานงานต่าง ๆ ในระหว่างศูนย์กลางแห่งเดียวกับในระดับท้องถิ่นต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องนำระบบข้อมูลเข้ามาช่วย

- ระบบการจัดการเกี่ยวกับถนน (road management systems) เนื่องจากการวางแผน การก่อสร้าง และการบำรุงรักษาถนนเป็นหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบของรัฐในหน่วยงานระดับต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงงานบำรุงรักษา การใช้แหล่งวัสดุที่ดีหรือการลดการเกิดอุบัติเหตุงานต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นงานที่มีขอบเขตกว้างขวางมาก จึงได้นำระบบข้อมูลเข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน

- ระบบในการจัดการเกี่ยวกับโครงข่ายของระบบสาธารณูปการ (utility network systems) ระบบโครงข่ายสาธารณูปการต่าง ๆ เช่น การประปา การไฟฟ้า การโทรศัพท์ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ นับเป็นความเจริญอันเนื่องมาจากเทคโนโลยี่ ซึ่งเมื่อข่ายงานเพิ่มขึ้น ความสลับซับซ้อนต่าง ๆ ในการทำงานเช่น การวางแผนงาน การให้บริการ การคิดค่าบริการ การบำรุงรักษา ฯลฯ ก็จะเพิ่มขึ้นไปด้วย ดังนั้นจึงได้มีการนำระบบข้อมูลเข้ามาใช้ในการทำงานด้วย

- แหล่งข้อมูลสำหรับแผนที่แบบตัวเลข (digital map data bases) เนื่องจากแผนที่นับเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในงานวางแผนต่าง ๆ และระบบการผลิตแผนที่แบบตัวเลขได้ถูกนำมาใช้เมื่อประมาณ ๑๐ กว่าปีมานี้เอง เพราะมีความได้เปรียบกว่าแผนที่ลายเส้นบางประการ เช่น การเปลี่ยนแปลงในเรื่องมาตราส่วนหรือขอบเขตของแผนที่ ฯลฯ สามารถกระทำได้รวดเร็ว ซึ่งมีประโยชน์อย่างกว้างขวางในงานทางด้านการจัดการและการวางแผน ดังนั้นทุกวันนี้

นักแผนที่ จึงให้ความสนใจในการสร้างแหล่งข้อมูลเอนกประสงค์สำหรับแผนที่แบบตัวเลข เพื่อใช้ในการผลิตแผนที่

- แหล่งข้อมูลเฉพาะพื้นที่เพื่อการค้นคว้า (small area data banks) เนื่องจากยังมีผู้ที่ไม่มีแหล่งข้อมูลเป็นของตนเอง แต่ต้องการใช้ข้อมูลบางอย่างซึ่งหน่วยงานของรัฐได้มีไว้ให้แล้ว เช่น สำนักงานสถิติหรืองานทะเบียนต่าง ๆ เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้รัฐจึงได้จัดหน่วยบริการให้ โดยมีเจ้าหน้าที่ของรัฐเป็นผู้ให้บริการจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งได้มาและจัดทำเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์

- ระบบข้อมูลเพื่อการวางผังเมืองและหรือผังชนบท (urban/rural planning information systems) ตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการวางแผนเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ในการวางแผนและแสดงถึงจุดประสงค์ของการพัฒนา แต่การได้มาซึ่งแผนงานและเพื่อการดำเนินงานในการพัฒนาตามความมุ่งหมายต่อไปนั้น นักวางแผนมีความจำเป็นและต้องการข้อมูลหลายประเภทเป็นจำนวนมากอันทำให้สามารถอธิบายได้ถึงอดีตหรือปัจจุบันของสภาวะที่เป็นอยู่เพื่อแก้ปัญหาและคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่จะมีต่อไป ข้อมูลที่ต้องการในการใช้งานนี้ก็เกี่ยวข้องกับระบบข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วแต่แรก ดังนั้น ระบบข้อมูลที่ดินจึงถูกนำเข้ามาใช้เช่นกัน

ที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่า ระบบข้อมูลที่ดินแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันถูกสร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ตามลักษณะหรือธรรมชาติของงาน อย่างไรก็ดี ทุกระบบถูกสร้างขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักก็เพื่ออำนวยความสะดวกลดความสับสนยุ่งยาก ทำให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ถูกต้องและทันเวลา อันเป็นสิ่งที่อำนวยให้งานบรรลุตามความมุ่งหมาย

๒.๓ ทฤษฎีขบวนการและผลิตผลจากระบบข้อมูลที่ดิน

ระบบข้อมูลเป็นวิทยาการด้านหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับรายละเอียดหรือข้อเท็จจริงที่ถูกบันทึกจากการสังเกตหรือการรวบรวม จากบริเวณ สิ่งของ บุคคลหรือองค์การ ฯลฯ ซึ่งรายละเอียดหรือข้อเท็จจริงเหล่านั้นก็คือข้อมูล ซึ่งจะถูกนำไปเก็บรวบรวมไว้อย่างมีระบบและโดยขบวนการประมวลผลและแสดงผล ข้อมูลที่มีอยู่นั้นก็จะถูกแปรสภาพให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย ซึ่งสามารถพิจารณาหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ระบบข้อมูลที่ดินนับเป็นงานอย่างหนึ่งของระบบข้อมูล ซึ่งมีขอบเขตกว้างขวางมาก ซึ่งในทางทฤษฎีสามารถศึกษาให้ลึกซึ้งออกไปได้หลายด้าน เช่น ทางด้านทฤษฎีของข้อมูล (the data theory) การประมวลผลข้อมูล (data processing) การติดต่อสื่อสารข้อมูล (data communication) การให้ข่าวสาร (issue of information) เป็นต้น

เนื่องจากวิทยานิพนธ์นี้เป็นเพียงการนำหลักการ (fundamental) ที่มีอยู่มาทำการประยุกต์ (apply) ให้เห็นถึงประโยชน์บางประการที่จะได้รับ ดังนั้น จึงขอกล่าวถึงหลักการบางอย่างที่สำคัญของระบบอย่างกว้าง ๆ เท่านั้น ซึ่งหากได้มีการนำไปศึกษา (ในรายละเอียดแต่ละด้านออกไปอีก) และพัฒนา (development) ต่อไป กันอย่างจริงจังแล้ว ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง

๒.๓.๑ <u>การจำแนกข้อมูลตามลักษณะที่ปรากฏ</u>

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในงานประกอบแผนที่โดยทั่วไปสามารถแยกออกได้ เป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ (วิชา จิวาลัย. ๒๕๒๖) คือ

ประเภทที่หนึ่ง – ข้อมูลเชิงเรขา (graphic data) อันได้แก่ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติ สามารถมองเห็นได้ เช่น สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ถนน ทางน้ำ หรือแปลงที่ดิน เป็นต้น

ประเภทที่สอง – ข้อมูลที่มิใช่เชิงเรขา (nongraphic data) อันได้แก่ รายละเอียดต่าง ๆ ที่แสดงลักษณะสมบัติที่ปรากฏหรือแฝงอยู่ในสิ่งต่าง ๆ ที่มีในธรรมชาติ เป็นข้อมูลที่ตามธรรมดามักไม่สามารถเห็นได้ ต้องมีการตรวจสอบและแสดงรายละเอียดด้วยตัวเลขหรือตัวอักษร ตัวอย่างเช่น ที่อยู่ รายชื่อหรือประวัติต่าง ๆ เป็นต้น

ข้อมูลโดยทั่วไปที่สามารถเห็นได้ในแผนที่ สามารถจำแนกออกได้เป็น ๓ รูปแบบใหญ่ ๆ คือ

๑. ข้อมูลที่มีลักษณะรูปแบบเป็นพื้นที่ (area features) เช่นการใช้ที่ดิน ชนิดของดิน พื้นที่การปกครอง เป็นต้น

009818

๒. ข้อมูลที่มีลักษณะรูปแบบเป็นแนวเส้น (linear features) เช่น ถนน ทางน้ำ แนวเขตการปกครอง เป็นต้น

๓. ข้อมูลที่มีลักษณะรูปแบบเป็นจุด (point features) เช่น สาธารณูปโภคต่าง ๆ โบราณสถานต่าง ๆ เป็นต้น

การจำแนกข้อมูลออกเป็นรูปแบบใหญ่ ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น นับว่าเป็นหลักสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นตัวกำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเข้าสู่ระบบของข้อมูล ซึ่งในขณะเดียวกันการเตรียมงานในการเก็บข้อมูลก็จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบของสิ่งที่เราต้องการข้อมูล อย่างไรก็ดี วิธีการเก็บข้อมูลสำหรับรูปแบบข้อมูลที่เป็นแนวเส้น และเป็นจุด ก็ยังมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เพราะว่าแนวเส้นก็คือ ลักษณะการต่อกันของจุดอย่างมีลำดับนั่นเอง (kanakubo and Nonomura, 1981)

๒.๓.๒ <u>ขบวนการในการจัดการกับข้อมูล</u>

๒.๓.๒.๑ <u>เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้</u>

เนื่องจากในปัจจุบันความก้าวหน้าและเทคโนโลยีทางวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ได้รุดหน้าไปอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากราคา (cost) และขนาด (size) ลดต่ำลงเรื่อย ๆ แต่ความเร็ว (speed) ในการคิดและความเชื่อถือได้(reliability) กลับสูงขึ้น (Davis, 1978) ในขณะเดียวกันวิทยาการทางด้านการสื่อสารข้อมูล (data communications) ก็เจริญควบคู่กันมา ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้การใช้คอมพิวเตอร์ได้ขยายขอบเขตออกไปอย่างกว้างขวาง นับตั้งแต่การใช้คอมพิวเตอร์ในโครงการสำรวจอวกาศลงไปจนถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในบ้าน

เพราะสามารถในการปฏิบัติตามขั้นตอนของคำสั่งได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ทั้งการมีหน่วยความจำอันมีขอบเขตกว้างขวางและทรงคุณภาพ จึงทำให้คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือหลักที่สำคัญส่วนหนึ่งของการทำงานในระบบข้อมูล สำหรับเครื่องมืออื่น ๆ ก็จะถูกเชื่อมโยงการทำงานให้สัมพันธ์กันกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีวิธีการออกแบบระบบของการทำงาน (ทั้งบุคคลากรและเครื่องมืออื่น ๆ) โดยพิจารณาถึงระบบข้อมูลที่สร้างขึ้นเป็นหลัก (ชวัญชัย คณะรัตน์ และคณะ, ๒๕๒๑)

แบบของเครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็นในการจัดทำระบบข้อมูลที่ดีนั้นประกอบด้วยเครื่องมือ ๔ ประเภท คือ

๑. เครื่องบันทึกข้อมูล (input devices) เช่น บัตรคอมพิวเตอร์ (computer cards) เครื่องบันทึกพิกัดจุดภาพ (coordinate digitizer) เครื่องกวาดภาพเป็นแนวเส้น (line following scanner) เป็นต้น

๒. เครื่องรับข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำ (storage devices) ได้แก่ เครื่องอ่านบัตรคอมพิวเตอร์ (card reader) เทปแม่เหล็ก (magnetic tape) จานแม่เหล็ก (Magnetic disk) จานแม่เหล็กแบบ floppy ("floppy" disk) เป็นต้น

๓. เครื่องคอมพิวเตอร์ (computer) ซึ่งจะใช้เป็นตัวกลางในการรับคำสั่งและปฏิบัติตามคำสั่งหรือทำตามโปรแกรมที่ได้ให้ไว้เพื่อการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

๔. เครื่องแสดงผล (output devices) เช่น เครื่องแสดงผลทางตัวพิมพ์ (line printer output) จอโทรทัศน์ (CRT video display) หรือเครื่องแสดงผลทางเครื่องเขียนลายเส้น (line plotter output) เป็นต้น

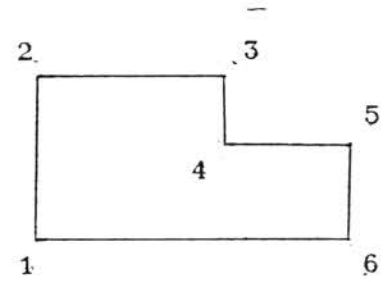
๒.๓.๒.๒ <u>การเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลที่มีอยู่ให้ไปอยู่ในลักษณะของข้อมูลทางตัวเลข</u>

ในทางวิทยาศาสตร์ การแสดงปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งสามารถกระทำได้ ๒ วิธี คือ

๑. โดยวิธีเชิงอุปมานหรือแสดงด้วยขนาดที่เห็นได้ (analog method) เช่น กราฟ ที่แสดงความถี่ของคลื่นแสงหรือคลื่นเสียง พื้นที่ของแผ่นกระดาษที่แสดงด้วยภาพมาตราส่วนต่าง ๆ เป็นต้น

๒. โดยวิธีทางตัวเลข (digital method) เช่น นาฬิกาที่แสดงเวลาเป็นตัวเลข เครื่องมือวัดทางกระแสไฟฟ้าที่แสดงการวัดเป็นตัวเลข เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงข้อมูลโดยวิธีเชิงอุปมาน และโดยวิธีทางตัวเลข สามารถให้เห็นได้ดังรูปที่ ๑ ดังนี้



รูปของพื้นที่ ๆ ซึ่งแสดงในลักษณะของขนาดที่เห็นได้ (เชิงอุปมาน)

X_1 Y_1
X_2 Y_2
.
.
.
X_6 Y_6

รูปของพื้นที่เดียวกันที่แสดงโดยวิธีการทางตัวเลข

รูปที่ ๒.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีเชิงอุปมานและวิธีทางตัวเลข (Bogaerts, 1981)

โดยปกติแล้ววัตถุที่มองเห็นสามารถแสดงขนาด รูปร่างหรือพฤติกรรม ด้วยฟังก์ชันหรือสมการทางคณิตศาสตร์ได้ทั้งสิ้น ดังนั้น ข้อมูลที่เป็นวัตถุต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในภูมิประเทศ (physical appearance) เช่น คัก ถนนหรือผังบริเวณ หากต้องการรายละเอียดที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่างของวัตถุเหล่านี้แล้ว จะเป็นการสะดวกกว่าหากจะทำการแปลงลักษณะสมบัติหรือรูปร่างต่าง ๆ ให้ไปอยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์หรือตัวเลขก่อนผ่านขั้นตอนการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ เพราะระบบการทำงานของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (digital computer) ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มีการนำข้อมูลเข้า (input) และการแสดงผล (output) ในลักษณะทางตัวเลข และตัวอักษรเท่านั้น

อย่างไรก็ดีด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางอิเลคตรอนนิคและจักรกล ในปัจจุบันจึงทำให้การแปลงกลับไปมาในระหว่างวิธีเชิงอุปมานและวิธีทางตัวเลขสามารถกระทำได้สะดวกรวดเร็วและมีความถูกต้องสูง อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในระบบข้อมูลที่ดิน

๒.๓.๒.๓ การแสดงตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภทใหญ่ คือ แบบเชิงเรขา และแบบที่มิใช่เชิงเรขา ดังที่กล่าวมาในหัวข้อ ๒.๓.๑ ทั้งนี้ ข้อมูลแต่ละชนิดจะต้องมีตัวบ่งชี้ (identifiers) เพื่อใช้ในการค้นหา การจัดข้อมูลหรือการรวบรวมข้อมูลในระบบ ในทางปฏิบัติตัวบ่งชี้เพื่อใช้แสดงตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลแบบเชิงเรขา เช่น ตำแหน่งวัตถุที่อยู่ในภูมิประเทศ (geographic unit) มีใช้กันอยู่ ๒ ชนิด (Bogaerts, 1981) คือ

๑. ตัวบ่งชี้ที่ตั้งขึ้นโดยมีหลักฐานอ้างอิง (nominal identifiers) ซึ่งอันนี้ไม่ได้รวมถึงการบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์โดยตรงที่มีอยู่แล้ว แต่มักใช้ไปพร้อมกับแผนที่ ตัวอย่างเช่น ที่อยู่ (address) บันทึกทะเบียนต่าง ๆ เป็นต้น

๒. จุดพิกัด (co-ordinates) ซึ่งมีทั้งจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ และจุดพิกัดสมมุติที่ตั้งขึ้นเอง เพื่อใช้แสดงตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลต่าง ๆ ทางกายภาพ

สำหรับ ข้อมูลประเภทที่มิใช่เชิงเราขาก็จะถูกจัดเก็บในลักษณะของแฟ้มข้อมูล (data file) ซึ่งในแต่ละแฟ้มข้อมูลก็จะมีดัชนี (index) ที่ใช้ช่วยในการค้นหาตำแหน่งของข้อมูลและแสดงความสัมพันธ์กับแฟ้มข้อมูลประเภทหรือลักษณะอื่น ๆ ในระบบได้เช่นกัน

แนวทางในการจัดแฟ้มข้อมูลเหล่านั้น (เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล) จำต้องใช้ความรู้ทางด้านการจัดข้อมูล (data management) และการจัดฐานข้อมูล (data bases) เข้ามาร่วมในงานจัดระบบข้อมูลด้วย

๒.๓.๒.๔ <u>การเก็บรวมรวมและการบันทึกข้อมูล</u>

ขบวนการในการจัดการเก็บข้อมูลมีขั้นตอนหลัก ๓ ขั้นตอน (Kanakubo and Nonomura, 1981) คือ

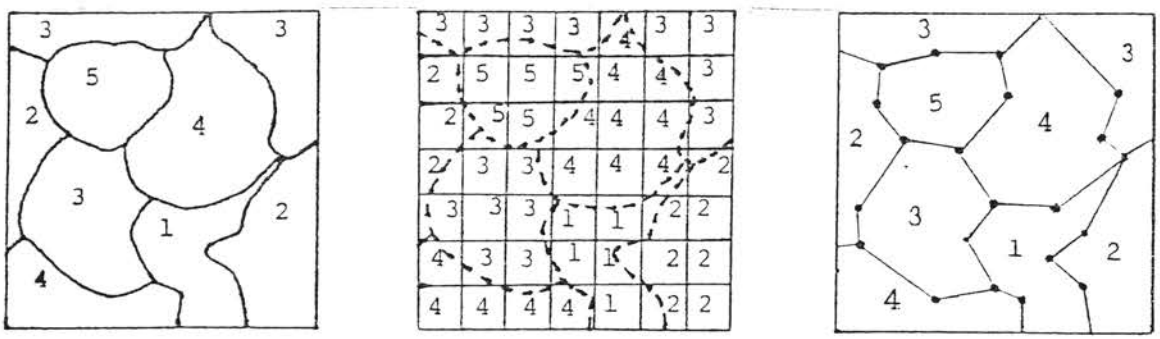
๑. การเก็บรวมรวมและการจัดเรียงลำดับข้อมูล (collection and sorting data)

๒. การบันทึกข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำ (digitization)

๓. การวิเคราะห์และการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ (compilation)

ในขั้นของการเก็บรวบรวมและการจัดเรียงลำดับข้อมูล ข้อมูลดิบต่าง ๆ จะถูกทำการสำรวจและทำเป็นข้อมูลทุติยภูมิหรือข้อมูลตติยภูมิ แล้วจึงจัดเก็บไว้อยู่ในรูปต่าง ๆ กัน เช่น แผนที่ภูมิศาสตร์ แผนที่แสดงรายละเอียดเฉพาะงานหรือรายละเอียดเกี่ยวกับสถิติหรือทะเบียนต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นข้อมูลเฉพาะที่ต้องการซึ่งมีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลทุติยภูมิหรือตติยภูมิทั้งหมด จะถูกเลือกเข้าไปแสดงไว้บนแผนที่มูลฐานต่าง ๆ (base maps) เพื่อนำไปเก็บบันทึกต่อไป

ในขั้นตอนของการบันทึกข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำ แผนที่หลักต่าง ๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้วนั้น จะถูกนำมาบันทึกข้อมูลโดยวิธีที่แตกต่างกันไป แล้วแต่รูปแบบของข้อมูลที่เป็นอยู่ โดยข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้แล้วนั้นจะเรียกว่า ข้อมูลภูมิรหัส (geo-coded data) โดยการจัดเรียงลำดับชนิดของข้อมูลแต่ละชนิดที่อยู่ในประเภทเดียวกันไว้อย่างเหมาะสม ข้อมูลชุดดังกล่าวนี้จะเรียกว่า แฟ้มฐานข้อมูลทางภูมิประเทศ (geo-bases file) ในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะเป็นจุดก็กระทำโดยการหาตำแหน่งพิกัดที่ข้อมูลนั้นตั้งอยู่ หรือหากเป็นการบันทึกข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวเส้นก็ทำได้โดยการบันทึกไว้ซึ่งลำดับที่ต่อเนื่องกันของส่วนที่เป็นเส้นตรงซึ่งเรียกว่า links ลำดับของค่าพิกัดจะถูกบันทึกไว้ด้วยเครื่องมือบันทึกค่า (digitizer) เอาไปเก็บไว้ในสื่อกลางทางคอมพิวเตอร์ (computer medias) เช่น เทปแม่เหล็กหรือจานแม่เหล็ก เป็นต้น และถ้าหากข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบพื้นที่ รูปแบบของการบันทึกจะมีหลายแบบด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้จะมีอยู่ ๒ รูปแบบ คือ รูปแบบตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสย่อย (grid cell format) และรูปแบบรูปหลายเหลี่ยม (polygon format) ดูรูปที่ ๒.๒ ประกอบ



(ก) แผนที่ลายเส้นต้นฉบับ (ข) รูปแบบตารางจัตุรัสย่อย (ค) รูปแบบรูปหลายเหลี่ยม

รูปที่ ๒.๒ แสดงแบบของการบันทึกข้อมูลโดยวิธีรูปแบบตารางสี่เหลี่ยมย่อย และรูปแบบรูปหลายเหลี่ยม (Lellesand and Kiefer, 1979)

ในรูป๒.๒(ข) เซลล์ (cell) แต่ละเซลล์ จะเป็นตัวแทนข้อมูล แต่ละลำดับที่ปรากฏอยู่ในเซลล์ แต่ถ้าเซลล์ใดมีข้อมูลต่างลำดับกันอยู่ เซลล์ ๆ นั้นจะเป็นตัวแทนข้อมูลอันที่เห็นเด่นชัดหรือมีมากที่สุดในเซลล์นั้น โดยการกำหนดรายละเอียดหรือคุณสมบัติของข้อมูลชนิดต่าง ๆ เป็นรหัส

ตัวเลข (codes) ดังนั้น ข้อมูลในแต่ละเซลนั้นก็สามารถแสดงลักษณะสมบัติของข้อมูลได้ในรูปของรหัสตัวเลข ซึ่งข้อมูลในทุก ๆ เซล จะถูกบันทึกไว้ด้วยเครื่องมือบันทึกข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำ โดยมีทั้งค่าลักษณะสมบัติและพิกัดของข้อมูล

ในรูป ๒.๒ (ค) เป็นการใช้รูปแบบรูปหลายเหลี่ยม ในการบันทึกข้อมูลลงสู่หน่วยความจำ จากรูป จะเห็นว่า ขอบเขตของลำดับข้อมูลจะถูกกำหนดด้วยเส้นตรงซึ่งประกอบกันเป็นรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งเป็นการกำหนดค่าโดยประมาณของพื้นที่ดิน รูปหลายเหลี่ยมเหล่านั้นจะถูกบันทึกไว้ด้วยค่าพิกัดของจุดแต่ละมุมของรูป ซึ่งเรียกว่า nodes รูปแบบการบันทึกข้อมูลในลักษณะนี้จะให้ค่าความถูกต้องสูงในเรื่องของขอบเขตของข้อมูล และมีความต้องการเนื้อที่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลน้อยกว่ารูปแบบตารางสี่เหลี่ยมย่อย อย่างไรก็ดีแม้ว่าการบันทึกลำดับข้อมูลลงสู่หน่วยความจำเพื่อไปวิเคราะห์จะมีขั้นตอนการทำงานน้อยก็จริง แต่ก็ต้องการระบบอื่น ๆ อีกมากในการเปลี่ยนลำดับข้อมูลที่บันทึกเข้าไปแล้วให้กลับไปอยู่ในลักษณะเดียวกับของลำดับข้อมูลที่ถูกบันทึกในรูปแบบตารางสี่เหลี่ยมย่อย เพื่อให้สามารถใช้วิเคราะห์ในเชิงระวางได้ (Lillesand and Kiefer, 1979)

การใช้เครื่องมือบันทึกข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำ ขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลที่จะทำการบันทึก เช่น ถ้าเป็นการบันทึกข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นจุดหรือเป็นแนวเส้น ส่วนมากจะใช้เครื่องบันทึกพิกัดจุดภาพ (coordinate digitizer) ซึ่งเป็นวิธีกึ่งอัตโนมัติ (semiautomated digitization) ที่มีประสิทธิภาพ เพราะใช้เครื่องมืออิเลคตรอนนิค ทำให้มีความรวดเร็วและมีความถูกต้องสูงในการทำงาน ถ้าหากเป็นการบันทึกข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นพื้นที่แล้ว ก็มักจะใช้วิธีที่ง่ายที่สุด คือ วิธีการบันทึกข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำอย่างธรรมดาด้วยมือ เช่น การเจาะลงบัตรข้อมูล เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีระบบซึ่งใช้หลักการบันทึกข้อมูลด้วยการใช้ความแตกต่างของข้อมูลที่แสดงออกด้วยสี โดยบันทึกจากแผนที่ที่มีข้อมูลแสดงไว้ในลักษณะของสีต่าง ๆ กัน ในการเก็บข้อมูลดังกล่าวแผนที่จะถูกติดอยู่บนแกนหมุน (drum) ของเครื่องกวาด (scanner) เมื่อแกนหมุนหมุนไป จะมีเครื่องรับ (sensor) อ่านสีและตำแหน่งของจุดภาพ (pixel) แต่ละจุด แล้วแปลงข้อมูลเหล่านั้นเข้าไปเก็บไว้ในเทปหรือจานแม่เหล็กต่อไป (Kanakubo and Nonomura, 1981)

๒.๓.๒.๕ การวิเคราะห์และการประมวลผล

ในการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกเก็บรวบรวมและบันทึกไว้ในธนาคารข้อมูลมาใช้งานจะมีโปรแกรมสำเร็จหลายชนิดที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการรวมข้อมูล ตรวจสอบข้อมูล ค้นคว้าเพื่อการนำไปใช้งาน ค้นหาเพื่อแก้ไขหรือปรับปรุงเพิ่มเติม วิเคราะห์และประมวลผลในทางสถิติเพื่อประเมินผลข้อมูลในส่วนที่ต้องการทราบ ตลอดจนการแสดงผลของข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่เข้าใจง่ายและนำไปใช้งานได้สะดวก โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษบางอย่างประกอบเช่น เครื่องพิมพ์ความเร็วสูง จอภาพสี หรือเครื่องเขียนอัตโนมัติต่าง ๆ ช่วยในการแสดงผล จึงทำให้ขั้นตอนของการวิเคราะห์และประมวลผลนี้ เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่ทำให้ระบบข้อมูลมีประสิทธิภาพ

๒.๓.๓ ผลิตผลจากระบบข้อมูลที่ดิน

ผลิตผลที่ได้จากระบบข้อมูลที่ดิน สามารถนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางอันได้แก่งานวางแผน เช่น การวางแผนการใช้ที่ดิน การวางแผนผังเมือง การวางแผนระบบถนน การวางแผนทางแหล่งน้ำ ประมาณการความต้องการและการจัดหาที่อยู่อาศัย การสุขาภิบาล การประเมินผลมลภาวะต่าง ๆ และนิเวชวิทยา เช่น ความสกปรกของน้ำ เสียงดังจากโรงงานหรือการจราจร ควันดำจากท่อไอเสียรถยนต์หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ นอกจากนี้ยังใช้ในงานค้นคว้า วิเคราะห์ วิจัยต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ทางอุตุนิยมวิทยา การหาค่าปรับแก้ (correction factors)ในเรื่องแรงดึงดูดของโลก การวิเคราะห์เพื่อการวางแผนลดภัยพิบัติจากแผ่นดินไหว การวิเคราะห์ลักษณะของการแผ่คลื่นต่าง ๆ เป็นต้น

ระบบข้อมูลที่ดิน (ในปัจจุบัน) สามารถให้ผลิตผลที่เป็นสิ่งที่นำไปใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นได้ ในลักษณะที่สำคัญ ๆ ดังนี้ คือ

๑. ผลิตผลซึ่งมีลักษณะเป็นแผนที่และแผนผังอื่น ๆ

๒. ผลของการประเมินจากข้อมูลต่าง ๆ ในรูปทางสถิติ

๓. ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์และประเมินเป็นตัวเลขของพื้นที่แต่ละจุด

อย่างไรก็ดี ผลิตผลเหล่านี้ก็เป็นผลจากโปรแกรมสำเร็จรูป (solfware package) และเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษ ซึ่งสร้างขึ้นมาใช้ในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ประมวลผลและแสดงข้อมูล ดังนั้นในการสร้างระบบจึงต้องคำนึงถึงผลิตผลเพื่อต้องการนำไปใช้งานด้วย เพราะราคาของโปรแกรมสำเร็จรูปและเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษแต่ละชนิดมีราคาสูง

๒.๓.๓.๑ ผลิตผลซึ่งมีลักษณะเป็นแผนที่และแผนผังอื่น ๆ

หากนำข้อมูลที่ได้จากพื้นที่ใด ๆ ซึ่งมีอยู่ในระบบข้อมูลมาแปลงให้อยู่บนพื้นราบโดยยังคงความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ของวัตถุต่าง ๆ แล้ว ผลิตผลที่ได้คือ แผนที่ชนิดหนึ่งนั่นเองซึ่งเรียกว่า แผนที่ตัวเลข และก็เป็นได้อีกเช่นกันในการผลิตแผนผังอื่น ๆ เช่น รูปทิวทัศน์ (Bird's-eye view) ของพื้นที่ จากข้อมูลทางความสูงต่ำของพื้นที่นั้น หรือภาคตัดขวางของลำน้ำ จากข้อมูลสำรวจเส้นทาง เป็นต้น และถึงแม้จะเป็นไปได้ในการเขียนแผนที่หรือแผนผังอื่น ๆ ด้วย การใช้มือ แต่ในปัจจุบันก็ได้มีการนำเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษที่ได้เปรียบกว่าในการทำงานเข้ามาช่วยเช่น เครื่องพิมพ์หรือเครื่องเขียนอัตโนมัติต่าง ๆ เป็นต้น ทำให้การแสดงผลเป็นระบบที่รวดเร็วและเรียบร้อยกว่า

๒.๓.๓.๒ ผลของการประเมินจากข้อมูลต่าง ๆ ในรูปสถิติ

เนื่องจากระบบข้อมูลที่ดินใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลักสำคัญในการทำงานของระบบ จึงให้ความรวดเร็วในการรวบรวมและประมวลผลของข้อมูลในงานทางด้านสถิติต่าง ๆ สำหรับพื้นที่รูปแบบใดก็ได้ เพราะส่วนใหญ่ข้อมูลในแต่ละพื้นที่จะถูกกำหนดและเก็บในลักษณะของหน่วยย่อยตารางสี่เหลี่ยม ตัวอย่างเช่น พื้นที่ของการระบายน้ำ สวนสาธารณะหรือพื้นที่ซึ่งอยู่ในระยะแน่นอนจากศูนย์กลางการรับผิดชอบ ซึ่งพื้นที่เหล่านั้นต่างเป็นอิสระกันในเรื่องขอบเขตของการดูแลจากหน่วยงานต่าง ๆ แต่ก็เป็นการง่ายในการจำแนกและคำนวณค่าทางสถิติต่าง ๆ ด้วยความรวดเร็ว เช่น การคำนวณพื้นที่ของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละลำดับพื้นที่ของแต่ละหน่วยงาน เป็นต้น

๒.๓.๓.๓ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์และประเมินเป็นตัวเลขของพื้นที่แต่ละจุด

ผลิตผลอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญที่ได้จากระบบข้อมูลที่ดินเพื่อใช้ในการประเมินที่ดิน (land evaluation) คือ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์และประเมินเป็นตัวเลขของ-

พื้นที่แต่ละจุด วิธีการในการประเมินที่ดินนี้ มีหลักการพอกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ คือ แรกสุดข้อมูลแต่ละชนิดในพื้นที่แต่ละส่วนจะถูกจำแนกตามรายละเอียดของข้อมูลที่มีอยู่ โดยให้หน่วยย่อยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นตัวกระจายพื้นที่ต่าง ๆ ลงเป็นส่วนย่อย จากการกำหนดค่าความสำคัญและการใช้น้ำหนักแก่ข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละหน่วยย่อยได้ จึงถูกกำหนดลงไปในแต่ละหน่วยย่อยนั้นในลักษณะของคะแนน ซึ่งผลจากการรวมคะแนนทั้งหมดในแต่ละหน่วยย่อยก็จะเป็นตัวเลขที่จะแสดงถึงค่าของการวิเคราะห์หรือประเมินสำหรับพื้นที่ย่อยนั้น ๆ ซึ่งเทคนิคของการประเมินที่ดินแบบนี้ ได้ใช้เป็นประโยชน์ทั้งในประเทศญี่ปุ่นและส่วนอื่น ๆ ของโลก โดยมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป เช่น การวางแผนการใช้ที่ดินการพัฒนาที่อยู่อาศัย การประเมินสภาวะแวดล้อม ฯลฯ

(Kanakubo and Nonomura, 1981)

๒.๔ ระบบข้อมูลที่ดินกับการพัฒนาทางแหล่งน้ำ

เนื่องจากการพัฒนาแหล่งน้ำก็เป็นงานส่วนหนึ่งของงานจัดรูปที่ดิน ดังนั้น งานพัฒนาแหล่งน้ำจึงเป็นงานอย่างหนึ่งที่ได้รับประโยชน์โดยตรงจากระบบข้อมูลที่ดิน

หัวข้อนี้เป็นเพียงการค้นคว้า เพื่อเป็นแนวทางในการจัดระบบข้อมูลของการพัฒนาทางด้านแหล่งน้ำในระบบข้อมูลที่ดิน โดยแสดงให้เห็นถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นหรือมีส่วนเกี่ยวข้องอันควรนำมาพิจารณาใช้ในงานวิชาการทางด้านการพัฒนาทางแหล่งน้ำ ซึ่งจะกล่าวโดยทั่ว ๆ ไปอย่างกว้าง ๆ และไม่เฉพาะเจาะจงว่าจะเป็นการพัฒนาสำหรับในชนบทหรือในเมือง สำหรับผู้ที่มีความสนใจในรายละเอียดของการวางแผนและประมาณราคาสามารถดูได้จาก Bulletin No.26 และ Reports No. 41 ของ United Nations Water Resources Series

๒.๔.๑ ขอบเขตของการวางแผนและการพัฒนาทางแหล่งน้ำ

น้ำนับเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญต่อชีวิตมนุษย์ มีคุณอนันต์แต่ก็มีโทษมหันต์ ดังนั้นการวางแผนและพัฒนาใช้แหล่งน้ำที่มีอยู่ให้ได้ประโยชน์อย่างสูงสุดจึงมีความสำคัญ อันนำมาซึ่งประโยชน์และความเป็นอยู่ที่ดีของสังคม

การวางแผนและพัฒนาแหล่งน้ำต่าง ๆ ก็เพื่อให้ประสพความสำเร็จตามวัตถุประสงค์หรือการนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้

๑. การประปาเพื่อใช้ในบ้านและการอุตสาหกรรม (domestic and industrial water supply) โดยมีงานที่เกี่ยวข้องคือ

๑) การใช้ประโยชน์จากน้ำผิวดิน (surface water)

๒) การพัฒนาน้ำใต้ดิน (groundwater development)

๓) การสกัดเกลือแร่ออกจากน้ำทะเล (water desalination)

๔) การป้องกันการแทรกตัวของน้ำทะเล (salt water intrusion)

๒. ลดความเสียหายจากน้ำหลาก (flood damage reduction) โดยมีงานที่เกี่ยวข้อง คือ

๑) การควบคุมน้ำหลาก (flood control)

๒) การอนุรักษ์ดิน (soil conservation)

๓) งานจัดการพื้นที่รับน้ำฝน (watershed management)

๓. การชลประทานและการระบายน้ำ (irrigation and drainage) โดยมีงานที่เกี่ยวข้อง คือ

๑) การผลิตอาหาร (food production)

๒) การปรับปรุงพื้นที่ดิน (land reclamation)

๓) การควบคุมความเค็มของดิน (salinity control)

๔. การขนส่งทางน้ำภายในประเทศ (inland water transport) โดยมีงานที่เกี่ยวข้อง คือ

๑) การเดินเรือ (navigation)

๒) การขุดคลอง (canalization)

๓) งานท่าเรือและท่าเรือน้ำลึก (port and harbour)

๕. การผลิตพลังงาน (power generation) โดยมีงานที่เกี่ยวข้อง คือ

๑) ไฟฟ้าพลังน้ำ (hydro electtic power)

๒) การเก็บกักน้ำโดยการสูบน้ำ (pumped storage)

๓) การใช้พลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง (tidal power)

๖. การพัฒนาแหล่งความงามตามธรรมชาติ (scenic resource development) โดยมีงานที่เกี่ยวข้อง คือ

๑) การศึกษาทางด้านนิเวศวิทยา (ecology)

๒) ส่งเสริมสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ (recreation)

๓) ควบคุมสภาวะแวดล้อม (environmental control)

ซึ่งการวางแผนและออกแบบในส่วนต่าง ๆ ของงานที่กล่าวมานั้น จำต้องใช้ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งพอจำแนกได้ดังนี้ คือ

- ข้อมูลทั่วไป (general information)
- ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยา (hydrology)
- ข้อมูลทางด้านวิศวกรรม (engineering)
- ข้อมูลทางด้านการควบคุมอุทกภัย (flood control)
- ข้อมูลทางด้านเกษตรกรรม (agriculture)
- ข้อมูลทางด้านการคมนาคมทางน้ำ (navigation)
- ข้อมูลทางด้านการผลิตไฟฟ้า (power)

๒.๔.๒ ลักษณะข้อมูลแบบต่าง ๆ ที่ควรพิจารณาเป็นระบบข้อมูลที่ดีสำหรับงานพัฒนาแหล่งน้ำ

๒.๔.๒.๑ ข้อมูลทั่วไป (general information)

การวางแผนและพัฒนาแหล่งน้ำ จำเป็นต้องรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์ทั้งทางด้านสังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ กฎหมาย และรูปแบบทางเกษตรของพื้นที่ที่จะดำเนินงาน ในประเทศที่กำลังพัฒนา การได้มาซึ่งข้อมูล ประวัติและความน่าเชื่อทางสถิติตัวเลข มักมีปัญหา เพราะส่วนใหญ่ไม่ได้มีการจดบันทึกไว้ ดังนั้น ความน่าเชื่อถือในการวางแผนจึงขึ้นอยู่กับข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในงาน รวมทั้งขบวนการและเทคนิคในการวางแผนนั้นด้วย โดยข้อมูลทั่วไปที่นำมาใช้ในงาน ได้แก่

๑. ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรมและสังคม (historical cultural and social information)

โดยเหตุที่สภาวะเศรษฐกิจและสังคมมีผลมาจากรากเง่าของความเชื่อถือและประเพณีนิยม ซึ่งมีผลต่อสภาพสังคมที่เป็นอยู่ ดังนั้น การขาดซึ่งความเข้าใจในเรื่องของประวัติ

วัฒนธรรมพื้นฐานทางสังคมและประชาชนในพื้นที่ที่จะทำงาน ก็จะทำให้แผนพัฒนาที่วางไว้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ขั้นพื้นฐานที่ต้องการ

๒. เศรษฐกิจระดับภูมิภาค (regional economy)

ข้อมูลทางด้านนี้ จำเป็นต้องเก็บรวบรวมและวิเคราะห์เพื่อแสดงให้เห็นถึงการใช้ทรัพยากร การพัฒนาของรัฐ อัตราความเจริญในอดีต และแนวโน้มในปัจจุบัน ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะเป็นตัวเลขกำหนดความเป็นจริงของความเจริญของโครงการในอนาคต ข้อมูลเหล่านั้นเช่น จำนวนและการกระจายตัวของประชากร พื้นที่เกษตรกรรม ชนิดและปริมาณผลผลิต การส่งขาย รายได้และภาษีของบุคคล การลงทุนของรัฐหรือเอกชน เป็นต้น

๓. สาธารณูปโภคและสาธารณูปการต่าง ๆ (infrastructure)

ศึกษาระบบที่มีอยู่เพื่อการพัฒนาต่อไป เช่น การขนส่ง การไฟฟ้า การประปา การสื่อสาร ศูนย์บริการต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องและมีผลกระทบกับงานของการพัฒนาแหล่งน้ำ

๔. สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ (recreation)

การพักผ่อนหย่อนใจเป็นความจำเป็นอย่างหนึ่งสำหรับชีวิตมนุษย์ การนำแหล่งน้ำมาใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ จำต้องมีข้อมูลประกอบอื่น ๆ อีกเช่น สถานที่พักผ่อนที่มีอยู่ ความต้องการของประชาชน เส้นทางเดินทาง สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ฯลฯ เพื่อการพัฒนาและประเมินผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการพัฒนา

๕. มลภาวะจากน้ำเสีย (water pollution)

เนื่องจากอุตสาหกรรมและความเป็นอยู่ในตัวเมืองเป็นเหตุให้เกิดมลภาวะต่าง ๆ ขึ้นโดยเฉพาะน้ำเสีย ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม อันมีผลถึงผลผลิตทางการเกษตร ดังนั้น ข้อมูลทางด้านความมากน้อยและลักษณะสมบัติของน้ำที่มีอยู่ ตลอดจนความเสื่อมลงไปของสภาวะแวดล้อม จึงจำต้องเก็บรวบรวมนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตรวจสอบ เพื่อการจัดการและควบคุมต่อไป

๖. ข้อมูลทั่วไปทางอุทกอุทกวิทยา (hydrometeorological records)

โดยปกติความน่าเชื่อถือของข้อมูลประเภทนี้ จะขึ้นอยู่กับจำนวนระยะเวลาที่ได้บันทึกข้อมูลนั้นมา แต่ก็ยังมีวิธีการอื่น ๆ อีก ซึ่งเป็นวิธีลัดเพื่อให้ได้รับซึ่งข้อมูลอย่างรวดเร็ว ในการนำไปใช้ คือ

– ความรู้ทั่วไปทางด้านปรากฏการณ์และสภาพอากาศที่มีอยู่ทั่วไปในส่วนต่าง ๆ ของโลก

– ใช้เทคนิคก้าวหน้าในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถดึงเอาข้อมูลที่ต้องการออกมาจากข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อเป็นค่าทางสถิติในการนำไปใช้

– การใช้การคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์คำตอบของข้อมูลเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยาของน้ำ

– การใช้เครื่องมืออิเลคโทรนิคและอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าแทนที่วิธีการและเครื่องมือเก่า ๆ ซึ่งระบบอัตโนมัติที่นำเข้าไปใช้นั้น จะสามารถทำงานได้รวดเร็วและขจัดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้จากมนุษย์เป็นผู้กระทำ

– การใช้ข่าวสารเกี่ยวกับสภาพอากาศในปัจจุบัน เพราะข้อมูลเหล่านั้นเป็นข้อมูลที่ใหม่และทันสมัย จากการส่งข่าวสารประเภทนี้อย่างรวดเร็วและมีขอบเขตกว้างขวางทำให้สามารถรับรู้และนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ดีการใช้ข้อมูลจากวิธีการใด ๆ ก็ตาม ที่กล่าวมานี้ จะนำไปใช้เมื่อมีการขาดแคลนข้อมูลหรือช่วงการบันทึกข้อมูลทางอุทกวิทยานั้นมีระยะเวลาสั้นเกินไปและการใช้ต้องใช้ความระมัดระวังอย่างสูง

๒.๔.๒.๒ ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยา (hydrology)

การวางแผนเกี่ยวกับเรื่องแหล่งน้ำก็เพื่อนำน้ำมาใช้เป็นประโยชน์ตามความต้องการและแก้ไขปัญหาบางอย่างที่มี เช่น อุทกภัย การกัดเซาะ และการตกตะกอน เป็นต้น แหล่งน้ำที่มีอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับวัฏจักรของน้ำตามธรรมชาติและอาจมีอิทธิพลของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องด้วย วัฏจักรของน้ำตามธรรมชาติขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้คือ

- สภาวะภูมิอากาศ
- สภาวะภูมิประเทศ
- สภาวะทางธรณีสัณฐาน

– ที่ตั้งของพื้นที่ซึ่งเกี่ยวข้องหรืออยู่ในส่วนของบริเวณที่รับน้ำไหลมาจากฝนตก อิทธิพลของมนุษย์ก็อาจมีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การกักเก็บน้ำ การผันน้ำ (ทั้งที่มีอยู่ที่ผิวดินและในชั้นใต้ดิน) การขนส่ง เป็นต้น

ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านอุทกวิทยา ได้แก่

๑. ความสมดุลย์ของน้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ (water balance and re-use)

ในบริเวณพื้นที่แต่ละแห่งพฤติการณ์ของน้ำที่มีอยู่จะมีตัวประกอบที่สำคัญดังนี้ คือ

– การตกของฝน
– การระเหยของน้ำ
– การไหลเข้ามาของน้ำจากบริเวณอื่น
– การไหลออกไปของน้ำจากพื้นที่นั้น
– การเพิ่มขึ้นมาของระดับน้ำใต้ดิน
– การลดลงไปของระดับน้ำใต้ดิน
– การสูบน้ำใต้ดินเอาไปใช้ (อาจใช้ในพื้นที่หรือนอกพื้นที่ก็ได้)
– การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของการกักเก็บน้ำบริเวณผิวดิน ความชื้นในดินและน้ำใต้ดิน

ปริมาณน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ สามารถแสดงให้เห็นได้ด้วยความสัมพันธ์ของตัวประกอบเหล่านั้นในรูปทางสมการ โดยมีวัตถุประสงค์ ๓ ประการ คือ

(๑) เพื่อหาค่าตัวประกอบตัวใดตัวหนึ่งที่ไม่รู้ค่าได้ เมื่อตัวประกอบตัวอื่นได้ทราบค่าแน่ชัดแล้ว

(๒) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและกระจายความคลาดเคลื่อนในแต่ละกรณี โดยการหาค่าตัวประกอบแต่ละตัวแยกจากกัน

(๓) เพื่อใช้ในการวางแผนการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

ความสัมพันธ์ทางด้านความสมดุลย์ของน้ำ ไม่ได้แสดงถึงการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ แต่กำหนดเพียงว่า น้ำที่ถูกนำไปใช้แล้ว หากมีความสกปรกมาก ก็จะต้องมีมาตรการในการทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

๒. ข้อมูลทางอุทกวิทยา (hydrologic data)

๑) ข้อมูลประจำปี (annual data) ข้อมูลนี้ถูกนำมาใช้ในการกำหนดความสมดุลย์ของน้ำในช่วงระยะเวลาหนึ่งปี ข้อมูลที่ต้องการ คือ

(๑) ปริมาณฝนตก

(๒) การระเหยและการใช้น้ำของพืช

(๓) การไหลของน้ำบนผิวดินที่เหลือจากการซึมลงไปในดินแล้ว

(๔) การไหลของน้ำใต้ดิน

(๕) การกักตัวของน้ำบริเวณผิวดิน น้ำใต้ดินและความชื้นในดิน

งานแรกสุดของการวางแผนด้านแหล่งน้ำ คือ การหาความสมดุลย์ของน้ำเฉลี่ยตลอดปี ต้องมีทั้งในปีที่แห้งแล้งและในปีที่ฝนมาก ซึ่งหมายถึงว่า ข้อมูลทางอุทกวิทยา จะต้องเก็บรวบรวมมาหลาย ๆ ปี โดยอย่างน้อยต้องเป็น ๕ หรือ ๑๐ ปี และถ้าข้อมูลเหล่านี้ยังไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ก็จำต้องมีการเริ่มต้นทำการเก็บรวบรวมโดยทันที

๒) ข้อมูลประจำฤดูหรือประจำเดือน (seasonal or monthly data) เมื่อมีการเปรียบเทียบการใช้น้ำกับแหล่งน้ำที่มีอยู่ในช่วง ๑ ปี จะต้องมีการทำรายละเอียดความสมดุลย์ของน้ำในช่วงระยะ ๑ ฤดู หรืออาจเป็นในช่วง ๑ เดือน โดยช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูลเหล่านี้เพื่อมาใช้พิจารณาก็ประมาณ ๕ ถึง ๑๐ ปี เป็นอย่างต่ำเช่นกัน

๓) ข้อมูลประจำวันหรือประจำชั่วโมง (daily or hourly data) เนื่องจากข้อมูลในช่วงสั้น ๆ ของการตกของฝน และการไหลของน้ำตามผิวดินมีความสำคัญในการทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วม ซึ่งยังเกี่ยวโยงไปถึงปัญหาการกัดเซาะและการตกตะกอนอีกด้วย ดังนั้น ข้อมูลชนิดนี้จึงมีความสำคัญเช่นกัน เพราะเป็นข้อมูลเบื้องแรกในการศึกษาการไหลที่น้อยที่สุดที่มีของน้ำ

๔) ข้อมูลที่แสดงถึงความถี่บ่อย (frequency) ความถี่บ่อยของการเกิดน้ำบ่า (occurence of discharge) จะเป็นตัวกำหนดความแห้งแล้งและความเปียกชื้น

การศึกษาความถี่บ่อยสามารถทำการเก็บบันทึกเพื่อนำมาศึกษาได้จากข้อมูลต่อไปนี้

- ปริมาณน้ำฝนประจำปี
- ปริมาณน้ำฝนประจำเดือน

- ปริมาณน้ำฝนใน ๑ วัน ๒ วัน ๓ วัน ฯลฯ
- ปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เช่น ๕ นาที จนถึงหลาย ๆ ชั่วโมง เป็นต้น
- ช่วงระยะเวลาของความแห้งแล้ง
- ปริมาณของน้ำบ่าประจำปี
- ปริมาณของน้ำบ่าประจำเดือน
- ค่าของน้ำบ่าสูงสุด
- ค่าของน้ำบ่าน้อยที่สุด
- การขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดิน

๕) ข้อมูลอื่น ๆ ที่น่าสนใจทางอุทกวิทยา (other data of hydrologic interest) ไม่เพียงแต่ข้อมูลทางด้านปริมาณของน้ำในวัฏจักรที่เกิดขึ้นเท่านั้นที่น่าสนใจแต่ข้อมูลด้านลักษณะสมบัติอื่น ๆ ของลำน้ำ ของอ่างเก็บน้ำหรือของน้ำในระหว่างชั้นหิน ที่จะถูกนำมาและ/หรือถูกเก็บไว้ก็มีความสำคัญเช่นกัน เพราะความเป็นไปได้ในการสร้างเขื่อนหรืออ่างกักเก็บน้ำ ข้อมูลต่าง ๆ ทางอุทกวิทยาที่ปรากฏเหล่านี้ มีความสำคัญในการพิจารณาเช่นกัน

๖) ข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานะการณ์ในอนาคตและปัจจุบัน (future and present situation) แม้ข้อมูลต่าง ๆ จะได้ถูกเก็บรวบรวมมา แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นได้ จากงานด้านอื่น ๆ ในอนาคต นักอุทกวิทยาจึงจำเป็นต้องคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นที่อาจจะเกิดขึ้นโดยดูจากข้อมูลพื้นฐาน ความรู้และประสบการณ์ ตัวอย่างเช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำขึ้นมาใหม่ ก็จะทำให้สูญเสียน้ำทางด้านการระเหยเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม ยิ่งกว่านั้นในสภาวะของธรณีสัณฐานที่เกี่ยวกับอุทกวิทยา อ่างเก็บน้ำนั้นก็สามารถที่จะสูญเสียน้ำลงสู่พื้นใต้ดินอีก

๓. ข้อมูลทางด้านคุณภาพของน้ำ (water quality)

เนื่องจากตัวกำหนดคุณภาพของน้ำทุกชนิด จะแปรเปลี่ยนไปตามระยะเวลาและสถานที่ ดังนั้น การเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจสอบหรือวิเคราะห์คุณภาพ จึงต้องคำนึงถึงช่วงเวลาและสถานที่อย่างรอบคอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องสูงสุดโดยใช้การปฏิบัติงานน้อยที่สุด โดยการเลือกวิธีการเก็บและการตรวจสอบ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานด้วย เช่น สำหรับน้ำที่จะนำไปใช้ในการเกษตรกรรม คุณสมบัติของน้ำส่วนหนึ่ง ที่ควรคำนึงถึงและต้องตรวจสอบ คือ ความเค็มของน้ำ เป็นต้น

๔. ข้อมูลของการกัดเซาะและการตกตะกอน (soil erosion and sedimentation)

ผลที่เกิดตามมาจากการกัดเซาะของน้ำย่อมทำให้

- เกิดการสูญเสียหน้าดินและลดความสมบูรณ์ของดิน
- ทำลายพื้นที่ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้
- เป็นอันตรายต่อสภาพภูมิประเทศและสัตว์ป่า

นอกจากนี้ผลกระทบของการตกตะกอนทำให้เกิดปัญหา

- สำหรับน้ำในแม่น้ำ ระดับน้ำในลำน้ำสูงกว่าที่ควรเป็นและเกิดน้ำท่วมบ่อย เนื่องจากร่องน้ำตื้นเขิน
- สำหรับน้ำในคลอง การตื้นเขินเนื่องจากการทับถมของตะกอน ทำให้การส่งน้ำชลประทานหรือการคมนาคมทางน้ำลดประสิทธิภาพลง
- สำหรับน้ำในอ่างเก็บน้ำ การตกตะกอนย่อมทำให้ปริมาณของการกักเก็บลดลง
- สำหรับอาคารชลประทาน การตกตะกอนบริเวณตัวอาคารทำให้การปฏิบัติงานกระทำได้ลำบากไม่สะดวก
- สำหรับบริเวณพื้นที่สองฝากฝั่งลำน้ำ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำในลำน้ำ เนื่องจากตะกอนทับถม ทำให้บริเวณซึ่งเคยสามารถใช้ในการระบายน้ำได้ไม่สามารถใช้ได้อีกต่อไป

เนื่องจากปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมา จึงจำเป็นต้องมีมาตรการเพื่อป้องกันหรือลดการกัดเซาะ และการตกทับถมของตะกอนในน้ำโดยอาศัยข้อมูลต่อไปนี้ในการศึกษาหามาตรการ คือ

๑) ภาพถ่ายทางอากาศ
๒) แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ
๓) แผนที่การใช้ที่ดิน
๔) แผนที่ลักษณะดิน
๕) แผนที่ทางธรณีสัณฐาน
๖) ข้อมูลของปริมาณฝน และน้ำบนผิวดิน
๗) ข้อมูลการวัดการตกตะกอนในลำน้ำ ทั้งที่ตกจมในท้องน้ำ และที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ที่อัตราการไหลของน้ำที่ต่างกัน

๘) ข้อมูลจากการตรวจสอบวัดหาความลึกของอ่างเก็บน้ำ และท้องน้ำในช่วงเวลาสม่ำเสมอ

๙) ข้อมูลที่แสดงความแตกต่างของการกัดเซาะของดิน จากพืชปกคลุมดินต่าง ๆ

๕. พฤติกรรมของคลื่นและการขึ้นลงของน้ำ (wave and tide action)

ข้อมูลประเภทนี้มักนำมาใช้เสมอในการวางแผนเกี่ยวกับการป้องกันอุทกภัย การระบายน้ำและการเดินเรือ โดยข้อมูลทั้งสองอย่างนี้ ส่วนใหญ่จะใช้ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล และดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ แต่สำหรับพื้นที่แหล่งน้ำที่อยู่ลึกเข้ามาในแผ่นดิน เช่น ทะเลสาบ จะใช้ข้อมูลเฉพาะคลื่นเท่านั้น

การระบายน้ำอาจกระทำได้ ๒ วิธี คือ โดยวิธีการให้น้ำไหลไปเองโดยธรรมชาติด้วยแรงดึงดูดของโลก (gravity) และโดยวิธีการสูบน้ำทิ้ง (pumping) ซึ่งทั้ง ๒ วิธีนี้จะต้องมีคันกั้นน้ำ กั้นอยู่ระหว่างพื้นที่ที่จะระบายน้ำกับพื้นที่ทิ้งน้ำ ซึ่งการจะใช้วิธีใดนั้น ขึ้นอยู่กับระดับน้ำขึ้นลง และระดับความต้องการของการระบายน้ำ

การระบายน้ำโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลกต้องใช้ประตูเปิดปิดสำหรับระบายน้ำ ในขณะที่การระบายน้ำโดยวิธีการสูบน้ำ ต้องการสถานีสูบน้ำและแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า (หรือพลังงานอย่างอื่นที่ทำให้เครื่องสูบสามารถทำงานได้) นักวางแผนจะต้องรู้ถึงข้อมูลเกี่ยวกับการขึ้นลงของน้ำ จำนวนสถานีของการระบายน้ำ และระดับของการระบายน้ำที่ต้องการทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะทำให้ผู้วางแผนสามารถเลือกตำแหน่งพื้นที่ที่ดีที่สุดในการวางอาคารระบายน้ำและช่วยในการตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการระบายน้ำในรูปแบบใด สำหรับข้อมูลที่เกี่ยวกับคลื่น โดยเฉพาะทิศทางของคลื่นเป็นสิ่งสำคัญในการเลือกที่ตั้งซึ่งจะเป็นที่กำบังให้กับอาคารระบายน้ำ และเมื่อมีการวางแผนเกี่ยวกับเรื่องการเดินเรือ ข้อมูลที่มีความจำเป็น คือ ระดับการขึ้นลงของน้ำและกระแสน้ำ เพราะระดับการขึ้นลงของน้ำกับสภาพความลึกของท้องลำน้ำจะเป็นตัวกำหนดว่าเรือขนาดใหญ่จะแล่นไปได้หรือไม่ โดยที่กระแสน้ำอาจทำให้เกิดอันตรายได้ และขณะเดียวกันก็อาจให้ประโยชน์ได้เช่นกันในการล่องเรือ

๖. การแทรกตัวของน้ำเค็ม

การเกิดการแทรกตัวของน้ำเค็มสามารถมีได้ ๒ ทาง คือ

๑) ทางน้ำที่อยู่ตามผิวดิน (surface water)ได้แก่ ลำน้ำ บริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งติดต่อกับทะเลหรือมหาสมุทร ประตูน้ำหรือประตูเรือ ซึ่งปิดกั้นน้ำเค็มเข้าสู่แม่น้ำ และการไหลของเกลือที่มีอยู่ตามธรรมชาติหรือที่มนุษย์เป็นผู้กระทำขึ้น ลงสู่ลำน้ำ

๒) ทางน้ำใต้ดิน (ground water)ชั้นน้ำใต้ดินบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำและชายฝั่ง มักเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม เนื่องจากผลของการกระทำของมนุษย์ เช่น การชะล้างหน้าดิน การระบายน้ำ การนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ ซึ่งสาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้มีผลกระทบต่อสภาวะตามธรรมชาติของน้ำใต้ดิน ทำให้เกิดการไหลย้อนเข้าของน้ำเค็มหรือน้ำกร่อย

ในการหามาตรการในการป้องกันและลดความเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นจากการแทรกตัวของน้ำเค็ม (เช่น ไม่สามารถใช้น้ำที่มีอยู่มาอุปโภค บริโภคหรือทำการเกษตรได้ เป็นต้น) ข้อมูลที่ควรนำมาพิจารณาใช้ คือ

- ปริมาณน้ำกักเก็บ และการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้
- การไหลเข้ามาของน้ำ (สู่เขตโครงการ) ซึ่งเกิดขึ้นจากการไหลเพิ่มขึ้นของน้ำในแม่น้ำ การระบายน้ำ การรั่วซึมของน้ำบนผิวดิน การตกของฝน ฯลฯ
- การไหลออกไปของน้ำ (จากเขตโครงการ) โดยการสูบไปใช้หรือการสูญเสียไปทางด้านอื่น ๆ
- ระดับความเค็มของน้ำในขณะที่เริ่มการดำเนินงานป้องกัน
- ระดับความเค็มของน้ำที่เพิ่มเข้าทีหลัง
- การกระจายตัวของเกลือ ซึ่งเกิดจากน้ำใต้ดิน ซึ่งอยู่ลึกใต้ลงไปจากน้ำผิวดิน
- การแทรกตัวของน้ำเค็ม ซึ่งเกิดขึ้นบริเวณประตูกั้นน้ำ หรือประตูเรือ ซึ่งกั้นระหว่างทางน้ำกับน้ำทะเล
- ความเค็มของน้ำที่ไหลออกมา
- ระบบต่าง ๆ ของความลึก ความหนา และขอบเขตของน้ำในระหว่างชั้นดิน ฯลฯ
- การไหลของน้ำใต้ดินที่เป็นอยู่ในบริเวณที่ศึกษา รวมทั้งการไหลเพิ่มเข้าไปตามธรรมชาติ หรือการทำให้เกิดขึ้นโดยมนุษย์
- การกระจายตัวของเกลือในน้ำที่มีอยู่ในระบบ

๒.๔.๒.๓ ข้อมูลทางด้านวิศวกรรม (engineering)

๑. การสำรวจและงานแผนที่ (surveying and mapping)

การวางแผนโครงการมีความจำเป็นที่จะต้องใช้แผนที่ต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลทางการสำรวจต่าง ๆ ของรายละเอียดและลักษณะภูมิประเทศ โดยข้อมูลเหล่านั้นจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมต่อไปอีก สำหรับมาตราส่วนและช่วงเส้นชั้นระดับของแผนที่ที่แนะนำให้ใช้ในงานตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ มีดังตารางที่ ๒.๑ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ๒.๑

แสดงแผนที่ขนาดต่าง ๆ ที่ควรนำไปใช้งานแต่ละประเภท

ทางด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ (United Nations, 1972)

ประเภทของงานที่นำไปใช้	มาตราส่วน	ช่วงเส้นชั้นระดับ (เมตร)
อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่	1:25,000	5
อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก	1:10,000	2
ตัวเขื่อน	1: 5,000	1
โครงสร้างอาคารหลัก	1: 2,000	½ ถึง 1
พื้นที่การชลประทาน	1:25,000	½ ถึง 2

ในกรณีที่ขาดแผนที่ภูมิประเทศที่เหมาะสม แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศสามารถนำมาใช้ได้และให้ผลดีในการตรวจสอบเบื้องต้นสำหรับพื้นที่ของโครงการ และยังมีประโยชน์ในการจำแนกที่ดิน การสำรวจผลิตผลทางการเกษตร ตรวจสอบทางธรณีสัณฐาน อีกทั้งยังช่วยในการตรวจสอบสิ่งอื่น ๆ ที่มองเห็นด้วยตาได้อีกด้วย

แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วนเล็กมักใช้ประโยชน์สำหรับแสดงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องในโครงการ ซึ่งแผนที่เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นผลิตผลจากภาพถ่ายทางอากาศ และกรรมวิธีทางการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ สำหรับประเทศไทยมักมีมาตราส่วน ๑ : ๕๐,๐๐๐ โดยมีช่วงเส้นชั้น-

i 17956516

ระดับอยู่ระหว่าง ๑๐ ถึง ๒๐ เมตร สำหรับพื้นที่ที่เป็นภูเขา และ ๕ ถึง ๑๐ เมตร สำหรับพื้นที่ราบ ข้อมูลที่แสดงในแผนที่นี้ก็เพียงพอที่จะลากขอบเขตรองพื้นที่รับน้ำ กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของตัวเขื่อน เส้นทางหรือระบบการส่งน้ำ และประมาณขนาดของพื้นที่ที่จะให้บริการได้

แผนที่ภูมิประเทศซึ่งเป็นผลิตผลทางภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อใช้ในงานวางแผนเฉพาะโครงการ สามารถที่จะกำหนดมาตราส่วนและช่วงเส้นชั้นระดับตามวัตถุประสงค์ได้ก่อนทำการบินถ่ายภาพ ซึ่งราคาก็อาจต้องนำเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย เพราะมาตราส่วนของแผนที่ใหญ่ ก็ทำให้ได้รายละเอียดมากและช่วงเส้นชั้นระดับใกล้กันยิ่งขึ้น แต่ราคาก็จะแพงขึ้นด้วยเพราะต้องทำการบินถ่ายภาพในระดับต่ำ ทำให้จำนวนเที่ยวบินและภาพถ่ายเพิ่มจำนวนมากขึ้น เพื่อการครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดที่ต้องการ อีกทั้งมีความจำเป็นในการสำรวจจุดบังคับที่ภาคพื้นดินถี่ขึ้นด้วย เพื่อให้ได้แผนที่ที่มีความถูกต้องตามเกณฑ์ อย่างไรก็ดีแผนที่ชนิดนี้ในบางครั้งก็มีความจำเป็น และค่าใช้จ่ายถูกกว่าการสำรวจรังวัดทางภาคพื้นดิน ยกเว้นในกรณีพื้นที่ที่ลาดมาก ๆ หรือมีพืชพรรณอื่น ๆ ขึ้นปกคลุมพื้นที่ในส่วนที่ต้องการรายละเอียดเสียหมด จนทำให้ไม่สามารถมองเห็นพื้นดินได้จากภาพถ่ายทางอากาศ จึงจำเป็นต้องใช้การสำรวจภาคพื้นดินเข้าแทน

ระดับของความถูกต้องและช่วงเส้นชั้นระดับ มีความจำเป็นในงานแผนที่ภูมิประเทศโดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในอันที่จะนำแผนที่นั้นไปใช้งาน ในการหาปริมาตรของอ่างเก็บน้ำ สำหรับงานสำรวจเพื่อกำหนดแผนมักนิยมให้มีเส้นชั้นความสูงอย่างน้อย ๔ หรือ ๕ เส้น อยู่ในพื้นที่ที่จมน้ำ (หรือความลึก) ของอ่างเก็บน้ำ ตัวอย่างเช่น ถ้าอ่างเก็บน้ำมีความลึกสูงสุด ๕๐ เมตร จากระดับหน้าเขื่อนในการสำรวจเบื้องต้นก็ควรที่จะใช้ช่วงเส้นชั้นระดับเพียง ๑๐ เมตร สำหรับแผนที่ภูมิประเทศก็พอ เพื่อที่จะวัดพื้นที่ได้ ๔ หรือ ๕ ค่าจากเส้นชั้นความสูงที่มี ในโครงการที่เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ความถูกต้องก็ต้องการมากขึ้น ดังนั้น เส้นชั้นความสูงที่จะหาปริมาตรของน้ำในอ่าง ก็จะต้องละเอียดเพิ่มขึ้น โดยให้มี ๑๐ เส้น หรือมากกว่า เพื่อว่าการคำนวณจะให้ความถูกต้องดียิ่งขึ้น สำหรับในการคำนวณปริมาตรและราคาของตัวเขื่อน แผนที่ภูมิประเทศ จะต้องมีความถูกต้องมากขึ้น และมีมาตราส่วนใหญ่ขึ้นกว่าแผนที่ภูมิประเทศของอ่าง โดยขึ้นอยู่กับความสูงของตัวเขื่อน แต่อย่างไรก็ดีช่วงเส้นชั้นระดับจะอยู่ประมาณ ๑ ถึง ๒ เมตร แต่สำหรับการประมาณราคาครั้งแรกของตัวเขื่อนในการสำรวจเบื้องต้น การใช้ช่วงเส้นชั้นระดับ ๕ เมตรก็เป็นการเพียงพอแล้ว

งานสำรวจเพื่อการจัดทำรายละเอียดของสภาพภูมิประเทศ เพื่อใช้ในการออกแบบอาคารชลประทานหรืออาคารควบคุมพิเศษอื่น ๆ จะมีราคาแพงมากทีเดียวและสำหรับประเทศไทยจะใช้เฉพาะงานสำรวจภาคพื้นดินเท่านั้น โครงการเหล่านี้ระบบหมุดระดับต่าง ๆ ที่สมบูรณ์จะถูกกำหนดขึ้นมาใช้ตลอดโครงการ ซึ่งค่าของระดับของหมุดระดับเหล่านี้ จะต้องมีความถูกต้องสูงโดยหามาจากระดับอ้างอิงเดียวกัน ในการตรวจสอบโครงการที่มีการจัดระบบงานที่ดี การกำหนดลำดับของหมุดระดับต่าง ๆ จะเป็นการสร้างรูปแบบพื้นฐานเบื้องต้นเพื่อการสำรวจและจัดทำแผนที่ซึ่งจะต้อง (หรืออาจ) มีอีกต่อไป

๒. ข้อมูลเกี่ยวกับธรณีวิทยา (geological data)

ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยามีความจำเป็นสำหรับผู้ออกแบบโครงสร้างของอาคารในโครงการ อีกทั้งยังมีความจำเป็นในการศึกษาถึงความสามารถในการกักเก็บน้ำหรือการเลื่อนตัวของชั้นดิน ฯลฯ เพื่อที่จะให้ได้ราคางานที่เชื่อถือได้ และการออกแบบที่เพียงพอต่อส่วนของโครงอาคาร ผู้ออกแบบจึงจำต้องมีข้อมูลทางด้านธรณีวิทยาบริเวณหัวงานอย่างเพียงพอเพื่อการออกแบบและวางแผน ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นจะต้องได้มาจากการสำรวจดังต่อไปนี้คือ

๑) การสำรวจทางธรณีวิทยา (geological explorations)

การออกแบบในโครงการหรือการก่อสร้างอาคารที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินลงไป จำเป็นต้องทราบข้อมูลที่อยู่ภายใต้พื้นผิวของชั้นดินลงไป ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการ ขุด เจาะ เพื่อการสำรวจหาตัวอย่างของข้อมูลที่มีอยู่ข้างล่างลึกลงไป เพื่อนำมาพิจารณาหาทางออกแบบ แก้ไข หรือตัดสินปัญหาที่มีอย่างถูกต้องใกล้เคียงความจริงที่สุด

๒) การสำรวจทางด้านธรณีฟิสิคส์ (geophysical explorations)

เป็นวิธีการสำรวจเพื่อการจำแนกประเภทดิน หิน และองค์ประกอบอื่น ๆ ของเปลือกโลก โดยกรรมวิธีสร้างความสั่นสะเทือน จากการจุดระเบิดหรือด้วยแรงกระแทกโดยวิธีอื่น ๆ ที่ผิวพื้นชั้นบน โดยหลักการของการเดินทางของคลื่นเสียงเป็นหลัก ก็จะสามารถกำหนดและวิเคราะห์ตำแหน่งของชั้นหินหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางธรณีวิทยาได้ ซึ่งนำมาใช้ในการพิจารณาการออกแบบของอาคารหลักต่าง ๆ ในระบบของโครงการต่อไป

๓) การสำรวจแหล่งวัตถุดิบเพื่อการก่อสร้าง (construction

meterial explorations)

ข้อมูลของวัตถุดิบที่จะได้มาเพื่อใช้ในการก่อสร้าง จะต้องมีการขุดเจาะสำรวจเช่นกัน เพื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติและประเมินผลเพื่อแหล่งวัตถุดิบให้เพียงพอและมีคุณภาพในการก่อสร้างโครงสร้างต่าง ๆ ให้มั่นคงถาวร งานนี้จะต้องมีวิธีการตรวจสอบคุณสมบัติที่ละเอียดและซับซ้อนมาก เพื่อความแน่นอนและป้องกันความเสียหายของตัวโครงสร้างที่เกิดขึ้นจากการใช้วัสดุเหล่านั้นในการก่อสร้าง

๔) เวลาและราคาของการสำรวจทางธรณีวิทยา (time and cost of geological explorations)

การสำรวจทางด้านธรณีวิทยาสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว แต่บางทีก็มีความจำเป็นในการยืดเวลางานออกไปอีก เนื่องจากสภาวะที่ไม่น่าพอใจของงาน มีบางครั้งที่การสำรวจมีความจำเป็นที่จะต้องกระทำอย่างละเอียดเต็มที่ในส่วนของงานที่เกี่ยวกับตัวเขื่อนหรืออาคารสำคัญอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และให้เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีถึงราคางานที่ควรเป็นไปในงานก่อสร้าง

๓. การออกแบบและประมาณราคา (designs and estimates)

ถ้าตำแหน่งสถานที่และขนาดของโครงการได้ถูกกำหนดแล้ว คำถามสองคำถามต่อไปที่จะมีมาสำหรับนักออกแบบวางแผนและผู้ประมาณราคา คือ ราคาของการสร้างโครงการนี้จะต้องใช้เงินเท่าไร และจะต้องใช้เวลายาวนานแค่ไหนจึงจะสร้างโครงการนี้เสร็จ ซึ่งคำถามสุดท้ายนี้มีความสำคัญพอควร เพราะว่าถ้าหากมิใช่โครงการขนาดเล็กแล้ว ส่วนใหญ่มักต้องการเวลาเป็นเวลาหลาย ๆ ปี ในการก่อสร้างและในระหว่างเวลาการก่อสร้างนั้นเงินก็จะถูกจ่ายไปเรื่อย ๆ และเมื่อหลายปีผ่านไปก่อนที่โครงการจะเริ่มใช้งานได้ จึงทำให้ราคาของโครงการที่จุดเริ่มต้นของการใช้งานรวมดอกเบี้ยของเงินที่ได้ลงทุนตลอดระยะเวลาการก่อสร้างมีค่ามากขึ้นทั้งดอกเบี้ยนี้อาจจะต้องบวกเข้าไปอีกร้อยละ ๑๐ หรือมากกว่าเข้ากับราคาของงานที่ได้คาดไว้ที่จุดเริ่มต้นของการใช้งาน

ดังนั้น ในเรื่องของการออกแบบและการประมาณราคาจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยข้อมูลที่ต้องกำหนดไว้เพื่อใช้ในการออกแบบและประมาณราคาจะต้องประกอบด้วย

(๑) สถานที่ตั้งและขนาดของพื้นที่ที่จะใช้หรืออยู่ในโครงการ

(๒) คุณภาพของน้ำ และอัตราการไหลที่ต้องนำไปใช้

(๓) ตำแหน่งและขนาดของอ่างกักเก็บที่จะก่อสร้าง

(๔) ความสามารถในการควบคุมปริมาณน้ำ ถ้ามีน้ำหลากอันเกิดจากการปล่อยน้ำทิ้งของอ่าง

(๕) สถานที่ตั้งและขนาดของโรงจักรผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ ซึ่งจะต้องจัดเตรียมไว้และจุดท่อส่งกำลังน้ำเพื่อกำเนิดกระแสไฟฟ้า

(๖) ความจุของพื้นที่ซึ่งเตรียมไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อการสะสมของตะกอนต่าง ๆ และความลึกของตะกอนที่คาดว่าจะมี ซึ่งเกิดจากการตกจมของตะกอนหน้าตัวเขื่อน

(๗) ขนาดปริมาณของน้ำในอ่างที่จะต้องมีอย่างน้อยที่สุดเพื่อเป็นสถานที่พักผ่อน และเพื่อเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา

(๘) ปริมาณน้ำที่จะต้องปล่อยออกมาจากอ่างในระหว่างปี เพื่อการใช้ประโยชน์อื่น ๆ ทางด้านท้ายน้ำ

๒.๔.๒.๔ ข้อมูลทางด้านการควบคุมน้ำหลาก (flood control)

การเกิดน้ำหลาก อาจเกิดจากสาเหตุดังนี้ คือ

(๑) น้ำหลากที่เกิดจากฝนตกมากเกินไป (หรือการละลายตัวของหิมะ)

(๒) พายุคลื่นลม ในบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำและพื้นที่ชายฝั่งทะเล

(๓) เกิดจากสองสาเหตุที่กล่าวมาพร้อมกัน ในส่วนของพื้นที่ที่อยู่เหนือขึ้นไป จากพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ

ความเสียหายที่เกิดขึ้นอาจมีผลชั่วคราว หรือให้ผลระยะยาวหรืออาจให้ผลเสียหายอย่างถาวรเลยก็ได้ ในการทำการศึกษาข้อมูลที่นำมาใช้ในการควบคุมน้ำหลาก จึงเป็นข้อมูลของการไหลของน้ำในลำน้ำ และข้อมูลของพายุคลื่นลมที่เกิดขึ้น

๑. ข้อมูลของการไหลมาของน้ำ (streamflow data)

เมื่อเกี่ยวข้องในเรื่องของน้ำท่วมมีข้อมูลอยู่ ๒ รูปแบบที่จะต้องนำมาพิจารณา คือปริมาณของน้ำที่ไหลบ่ามา (the volume of water discharge)และอัตราการไหลสูงสุด (the peak flow rate)

เมื่อมีความสามารถรับไว้ของลำน้ำไม่เพียงพอกับปริมาณน้ำที่ไหลบ่ามาก็จะเกิดน้ำล้นท่วมสองฝากฝั่งของลำน้ำ ซึ่งระยะเวลาของการตกของฝนและปริมาณน้ำท่าที่ไหลมาจะเป็นตัว

บอกถึงระดับของการท่วม และระยะเวลาการท่วม ปริมาณของน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากพายุคลื่นลมที่ผ่านไปแล้วจะถูกนำไปวิเคราะห์ด้วย ในกรณีที่ขาดข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับน้ำหลาก ข้อมูลของฝนตกก็สามารถนำมาวิเคราะห์แทนได้ โดยดูจากเส้นกราฟแสดงความถี่บ่อยขึ้นได้จากปริมาณฝนตกใน ๑, ๒, ๓ หรือ ๔ วัน ฯลฯ ของวันที่ติดต่อกันโดยลบออกด้วยค่าความสูญเสียต่าง ๆ ออกเสียก่อน ก็สามารถนำมาประเมินน้ำท่าที่มาในลำน้ำได้

อัตราการไหลสูงสุดของน้ำก็เป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะทราบถึงระดับน้ำสูงสุดที่สามารถขึ้นมาถึง อันอาจเกิดอันตรายแก่คันกั้นน้ำได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีข้อมูล ที่สามารถแสดงความถี่บ่อยของการไหลของน้ำในลำน้ำ หรือโดยเฉพาะค่าของการไหลสูงสุด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถแสดงให้เห็นได้ในรูปของเส้นกราฟ โดยใช้ข้อมูลทางการไหลเป็นข้อมูลดิบ ในกรณีที่ขาดข้อมูลดังกล่าวมา การเก็บข้อมูลเหล่านั้นจะต้องกระทำโดยทันที

๒. ข้อมูลเกี่ยวกับพายุคลื่นลม (stormsurge data)

พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลอาจเกิดน้ำหลากได้ เนื่องจากพายุคลื่นลมและคลื่นใต้ทะเล(tsunamis) พายุคลื่นลมเกิดขึ้นจากแรงลมและระดับความรุนแรงก็จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลมและทิศทาง ระยะเวลาการพัด รูปแบบของแนวและความลึกของท้องทะเลหรืออ่าว ซึ่งการพัดของลมจะให้ผลรุนแรงที่สุดเมื่อเกิดขึ้นพร้อมกับการเกิดน้ำขึ้น การก่อตัวของลมสามารถศึกษาได้จากองค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เพื่อการวางแผนกราฟแสดงระดับสูงสุดของน้ำขึ้น ซึ่งได้มาจากการสังเกตเป็นระยะเวลายาวนานหลาย ๆ ปี จึงมีความจำเป็น นอกจากระดับน้ำแล้ว ข้อมูลที่มีความจำเป็นอีกสิ่งหนึ่งคือ ความสูงของคลื่น แม้ว่าคลื่นจะไม่สูงถึงคันกั้นน้ำก็ตาม แต่ความรุนแรงก็อาจทำลายบางส่วนของคันกั้นน้ำได้ และอาจมีอันตรายถึงการพังทะลายได้เช่นกัน ดังนั้น ข้อมูลทางด้านความสูงและความยาวของคลื่นจึงถูกนำมาพิจารณาด้วย หากขาดข้อมูลดังกล่าว ก็อาจคำนวณได้จากข้อมูลของความเร็วลม ทิศทางลม แนวและความลึกของท้องน้ำ ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาพิจารณาสร้างการวางตัวของคันกั้นน้ำ สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นในท้องทะเลที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหวใต้ท้องทะเล ก็สามารถนำมาวิเคราะห์หาความถี่บ่อยได้เช่นกัน

๓. ข้อมูลอื่น (other data)

การปรับปรุงที่ดินในบริเวณพื้นที่แถบชายฝั่งทะเล จะไม่สามารถกระทำได้หาก-

ปราศจากข้อมูล ของการวางตัวและการตรวจสอบในบริเวณพื้นที่ของชายฝั่ง ความต้องการข้อมูลในเรื่องนี้เป็นสิ่งที่จะต้องให้ความสังเกตุทั้งในเรื่องของเวลาและสถานที่อย่างจริงจัง ทั้งยังต้องศึกษาถึงการเปลี่ยนทางเดินของทางน้ำ เช่นเดียวกับการศึกษาในเรื่องของ ของการศึกษาตะกอนบริเวณพื้นที่ตอนหน้าชายฝั่งอีกด้วย

ในบริเวณพื้นที่แถบชายฝั่งทะเล ข้อมูลที่ได้ประเมินผลให้ทราบถึงการเพิ่มสูงขึ้นหรือลดต่ำลงของระดับน้ำทะเลโดยสัมพันธ์กับระดับพื้นดินก็มีความจำเป็นเช่นกัน ภาวะการณ์เคลื่อนไหวต่าง ๆ เหล่านั้นอาจสรุปและกำหนดได้เช่นกันจากการสังเกต ระดับน้ำที่ได้กระทำมาเป็นระยะเวลายาวนาน ดังนั้นในกรณีของการขาดข้อมูลทางด้านการสังเกต ระดับน้ำ นักธรณีวิทยาสามารถจะให้คำอธิบายและแนวความคิดเกี่ยวกับภาวะการณ์ที่คาดว่าจะเป็นไปได้

เมื่อมีการวางแผนในการปรับปรุงแนวชายฝั่ง ไม่ว่าจะมีการปรับสภาพพื้นดินหรือไม่ก็ตาม จะต้องคำนึงถึงสภาวะต่าง ๆ ของการระบายที่เป็นอยู่ด้วย การสำรวจทางน้ำไหลออกทุกแห่งที่มีอยู่และประตูระบายทุกประตู จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของการรวมการระบายน้ำทั้งหมดให้มาอยู่รวมกัน คือ ให้เหลือทางระบายน้ำออกเพียงสองหรือสามแห่งจากที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก และเมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการปิดกั้นทางน้ำเข้า พฤติกรรมทางด้านชลศาสตร์ ก็จะต้องนำมาศึกษาอย่างระมัดระวังเช่นเดียวกับผลที่จะเกิดตามมา จากการปิดทางน้ำออกเหล่านั้น ซึ่งอันนี้จำต้องใช้เวลาและสถานที่เป็นจำนวนมากในการเฝ้าสังเกต เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการตัดสินใจ

๒.๔.๒.๕ ข้อมูลทางด้านเกษตรกรรม (agricultural information)

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาวะการเกษตรกรรมในพื้นที่ที่กำลังศึกษามีความจำเป็นเพื่อจุดประสงค์ ๒ ประการ คือ

๑. เพื่อเป็นการอธิบายโดยทั่ว ๆ ไป ของประเภทของการเพาะปลูกที่จะพบอยู่ในสภาวะปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นจุดเริ่ม ในการชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้สำหรับการพัฒนาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

๒. เพื่อจะชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบทุกชนิด และสภาวะแวดล้อม ซึ่งเป็นตัวขัดขวางหรือเป็นตัวจำกัดผลิตผลทางด้านการเกษตร หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจในพื้นที่นั้น ๆ ในการพิจารณาองค์ประกอบที่เป็นตัวจำกัดขอบเขตเหล่านั้น จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษทั้งลักษณะสมบัติ ขนาดและความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยนำมาศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบ

ในการพัฒนาทางการเกษตร ตัวประกอบต่าง ๆ ที่เป็นตัวจำกัดให้เกิดขอบเขตขึ้นมามีมากมายหลายชนิด โดยสภาวะแวดล้อมที่เป็นอยู่อาจจะไม่เอื้ออำนวยทางด้านใดด้านหนึ่งหรือมากกว่าอีกหลาย ๆ ด้าน ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวประกอบเหล่านี้ คือ

– ตัวประกอบทางภูมิอากาศ อันได้แก่ ช่วงระยะเวลาของการเกิดความชุ่มชื้น ความแห้งแล้ง แสงแดด และอุณหภูมิ เป็นต้น

– ตัวประกอบทางกายภาพ ได้แก่ ความลาดเอียงหรือการเกิดน้ำท่วม เป็นต้น

– ตัวประกอบทางปฐพีวิทยา ได้แก่ ความเค็ม ความสมบูรณ์ หรือคุณสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ของดิน

– ตัวประกอบทางพืชพรรณต่าง ๆ คือ ชนิดของพืชพรรณต่าง ๆ ซึ่งก็มีผลสัมพันธ์กันกับตัวประกอบข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว

– หลักการปฏิบัติที่ใช้ในการทำการเกษตร คือ วิธีการที่ใช้ในการไถพลาด การบำรุงดิน การป้องกันพืชผล การเก็บเกี่ยว หรือการเก็บสะสมของผลผลิตที่ได้ เป็นต้น

– ตัวประกอบที่เกี่ยวกับมนุษย์เอง อันได้แก่ ความชำนาญของเกษตรกร ความเป็นเจ้าของในพื้นที่ดิน ประเพณี ความสัมพันธ์หรือสังคมที่อยู่ในระหว่างกลุ่มหรือต่างกลุ่ม

– ตัวประกอบทางเศรษฐกิจ เช่น การตลาด สินเชื่อในการเกษตรต่าง ๆ หรือราคาในการขนส่ง เป็นต้น

เนื่องจากการเพิ่มผลผลิตของการเกษตรกรรมเป็นตัวกระตุ้นต่อการพัฒนา ดังนั้นข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวมาจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะช่วยในการพิจารณาแก้ไขปรับปรุง ให้เกิดผลผลิตสูง อันเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างเศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อมของเกษตรกรให้ดีขึ้นได้

๒.๔.๒.๖ <u>ข้อมูลทางด้านการคมนาคมทางน้ำ</u> (navigation)

การคมนาคมทางเรือต้องการซึ่งความลึกและความกว้างที่เพียงพอของร่องน้ำ ความเร็วของน้ำหรือคลื่นก็จะต้องไม่มากเกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือ โดยข้อมูลเกี่ยวกับความลึกและความกว้างของร่องทางน้ำที่ควรจะเป็นศึกษาได้จากแบบหรือประเภทของเรือที่ใช้หรือที่จะใช้ในอนาคต

ลำน้ำสามารถที่จะขุดลอกให้ได้ความลึกและความกว้างได้ตามต้องการ สำหรับความกว้างของตัวอาคารเช่น สะพานและประตูเรือ จะต้องมีขนาดกว้างเพียงพอต่อการแล่นผ่านไปของ-

เรือ ขนาดความยาวของช่องประตูเรือจะถูกกำหนดโดยความยาวของตัวเรือที่ใหญ่ที่สุด และความหนาแน่นของการจราจร สำหรับการจราจรที่มีความหนาแน่นสูงมาก อาจจำเป็นที่จะต้องสร้างประตูเรือถึง ๒ ช่อง เป็นต้น ข้อมูลที่เกี่ยวกับรายการที่แสดงถึงการใช้การคมนาคมทางเรือทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ซึ่งแสดงให้เห็นในรูปของปริมาณหรือความหนาแน่นของการจราจรจะเป็นข้อมูลเบื้องแรกที่จำเป็นเพื่อใช้ในการวางแผน

ความลึกของลำน้ำขึ้นอยู่กับระดับน้ำที่มีอยู่ เนื่องจากต้องคอยควบคุมให้อยู่ในระดับที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก จึงทำให้ต้องหาวิธีการในการระบายน้ำหรือการหาน้ำมาเพิ่มในลำน้ำ ซึ่งแนวทางหรือวิธีการเหล่านั้นอาจสามารถกระทำได้ หลังจากที่ได้ศึกษาถึงเรื่องของความสมดุลย์ของน้ำในช่วงระยะเวลาน้ำมากหรือน้ำน้อย โดยการคำนึงถึงปริมาณของน้ำที่ต้องใช้ในการเปิดปิดประตูเรือ และการไหลเข้าออกของน้ำใต้ดินเป็นสำคัญด้วย

นอกจากนี้ลำน้ำหรือลำคลองบางแห่งยังสามารถใช้เพื่อจุดประสงค์อื่น ๆ ได้อีกด้วย เช่น การทำเป็นส่วนหนึ่งของระบบการส่งน้ำเพื่อการชลประทานหรือเพื่อการระบายน้ำในพื้นที่ข้างเคียง เป็นต้น ดังนั้น ในการวางแผน วัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์อื่น ๆ ทั้งในปัจจุบันหรืออนาคต ก็จะต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย

ในแม่น้ำ ความลึกและความเร็วของกระแสน้ำขึ้นอยู่กับรูปแบบของท้องน้ำและการไหลของน้ำในแม่น้ำ เมื่อสภาวะตามธรรมชาติที่เป็นไปไม่เหมาะสมต่อการเดินเรือ ก็อาจใช้มาตรการต่อไปนี้แก้ไข คือ

(๑) การกระทำให้ท้องน้ำเข้าสู่สภาวะปกติ โดยจำกัดขอบเขตของการไหล ให้มีการไหลเป็นช่องทางเดียวเพื่อให้มีความลึกของทางน้ำเพียงพอ เช่น การสร้างทำนบปิดกั้นทางน้ำที่แยกออกจากแม่น้ำเดิม เป็นต้น

(๒) ควบคุมการไหลของน้ำ การกระทำนี้จะสามารถให้ขอบเขตที่แน่นอนของความลึกของน้ำได้ เช่น การสร้างเขื่อนไว้ที่ต้นลำน้ำเพื่อว่าสามารถเพิ่มหรือควบคุมปริมาณของการไหลสูงสุดของน้ำได้

(๓) การเพิ่มระดับความลึกของน้ำ โดยการสร้างเขื่อนกั้นน้ำหรือฝายน้ำล้น ซึ่งจะเป็นการยกระดับน้ำให้สูงขึ้น ซึ่งก็จำเป็นต้องสร้างประตูเรือเพื่อการสัญจรข้ามไปมาระหว่างเขื่อนหรือฝายนั้นได้

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า มาตรการทั้งสามมีความจำเป็นในการศึกษาอย่างลึกซึ้ง ถึงการไหลของน้ำในแม่น้ำ การพัดพาของตะกอน และพฤติการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติที่มีผลกระทบต่อสภาวะความเป็นไปของน้ำในแม่น้ำ

มาตรการทั้งสามอย่างที่กล่าวมา นอกจากจะเกี่ยวผลประโยชน์ทางการเดินเรือแล้ว ยังอาจเป็นผลประโยชน์ทางด้านวัตถุประสงค์อื่น ซึ่งควรต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย เช่น โครงการชลประทาน หรือการผลิตกระแสไฟฟ้า และการประปา เป็นต้น ดังนั้นจึงจำต้องศึกษาอย่างกว้างขวาง เพื่อที่จะหาผลประโยชน์ที่ดีที่สุดจากงานที่จะต้องทำลงไป

สำหรับเรื่องของคลื่นจะมีปัญหาเฉพาะพื้นที่ที่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเลซึ่งข้อมูลทางด้านนี้จะต้องนำมาใช้ศึกษาด้วย เพื่อการป้องกันหรือลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

๒.๔.๒.๗ ข้อมูลทางด้านการผลิตกระแสไฟฟ้า (power)

ไฟฟ้านับเป็นพลังงานชนิดหนึ่งซึ่งมีค่ามากและให้ประโยชน์อย่างมหาศาลต่อชีวิตของมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ในประเทศที่พัฒนาแล้ว อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อบุคคลต่อปีโดยเฉลี่ย คิดเป็นตัวเลขที่สูงมากเมื่อเทียบกับประเทศที่กำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนา ดังนั้นแนวโน้มของการใช้ไฟฟ้าในประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีอัตราเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาที่ผ่านไป โดยที่อัตราความเจริญของการใช้พลังงานประเภทนี้ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้ คือ

- ความสามารถในการใช้บริการและการขยายบริการออกไปถึงมือประชาชนที่อยู่ห่างไกล
- ความเจริญในหลาย ๆ ด้านของกลุ่มชน ทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นไปด้วย
- อัตราของความเจริญทางด้านอุตสาหกรรมที่กำลังเกิดขึ้นก็เป็นอีกสิ่งหนึ่ง ซึ่งทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น

การได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้า ก็จะต้องมีตัวกำเนิดพลังงานซึ่งได้จากโรงจักรผลิตกระแสไฟฟ้าแบบต่าง ๆ (แสวง พูลสุข, ๒๕๑๘) อันได้แก่

(๑) โรงไฟฟ้าขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล (diesel power plant)

(๒) โรงไฟฟ้าขับด้วยเครื่องจักรไอน้ำ (steam thermal power plant)

(๓) โรงไฟฟ้าขับด้วยเครื่องจักรไอน้ำโดยใช้เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (nuclear power

station)

(๔) โรงไฟฟ้าขับด้วยแรงน้ำ (Hydroelectric power plant)

ข้อมูลที่แสดงถึงความต้องการของการใช้กระแสไฟฟ้า จะถูกบันทึกไว้เรียกว่า load curve โดยจะแสดงให้เห็นทางกราฟซึ่งมีลักษณะการขึ้น ๆ ลง ๆ ของการใช้กระแสไฟฟ้า ในแต่ละชั่วโมง แต่ละวัน แต่ละสัปดาห์ แต่ละเดือน หรือแต่ละฤดู ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในการพิจารณา จัดหาและเลือกประเภทของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการของการใช้ไฟฟ้า

ข้อมูลเบื้องแรกของการวางแผนเพื่อจัดหาพลังงานไฟฟ้ามาสนองความต้องการ มีเพียงสองข้อ คือ

(๑) ขนาดและลักษณะของการใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งแสดงถึงความต้องการ

(๒) ต้นทุนการผลิตหรือการลงทุนของสิ่งต่อไปนี้

– ราคาต้นทุนการผลิตต่อกิโลวัตต์ ของกำลังผลิตของโรงจักรพลังไอน้ำหรือโรงจักรที่ขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิงอื่น ๆ เพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างกันในความสามารถของการผลิต

– ราคาต้นทุนของการผลิตต่อกิโลวัตต์ ของกำลังผลิตของโรงจักรไฟฟ้าพลังน้ำ ซึ่งอาจจะถูกสร้างขึ้นเนื่องจากอยู่ในช่วงของการพัฒนาที่กระทำได้ ซึ่งราคานี้รวมถึงการพัฒนาทั้งหมดตั้งแต่ตัวโรงจักร ตัวเขื่อน ท่อส่งน้ำเพื่อขับกันเทอร์ไบน์ ฯลฯ

– ราคาประมาณของต้นทุนต่อกิโลวัตต์–ชั่วโมง ของการปฏิบัติงาน การบำรุงรักษาและราคาของโรงจักรใหม่ ที่จะต้องซื้อมาแทนของเก่าเนื่องจากการหมดอายุหรือไม่สามารถทำงานได้ต่อไป

– ราคาต้นทุนต่อกิโลวัตต์–ชั่วโมง ของเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับโรงจักรไอน้ำ

– ราคาต้นทุนที่จะต้องบวกเพิ่มขึ้นของการพัฒนาทางไฟฟ้าพลังน้ำตก ซึ่งจะเป็นราคาต้นทุนทั้งหมดของการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ ตามปริมาณที่ต้องการและผลิตกระแสไฟฟ้าให้ได้ตามจำนวนที่ต้องการของระบบการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดในประเทศ

สิ่งหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงต้นทุนการผลิตที่ต่างกันระหว่างโรงจักรไอน้ำ กับโรงจักรพลังน้ำตก คือ ระบบสายส่งกระแสไฟฟ้า เพราะโรงจักรพลังน้ำมักจะต้องอยู่ไกลจากบริเวณของการใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากลักษณะทางธรรมชาติที่เป็นตัวกำหนดที่ตั้งของโรงจักร จึงทำให้ต้องมีการลงทุนสร้างระบบสายส่งเพิ่มขึ้นอีกด้วย (United Nation, 1972)