

บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การบริหารความเสี่ยง

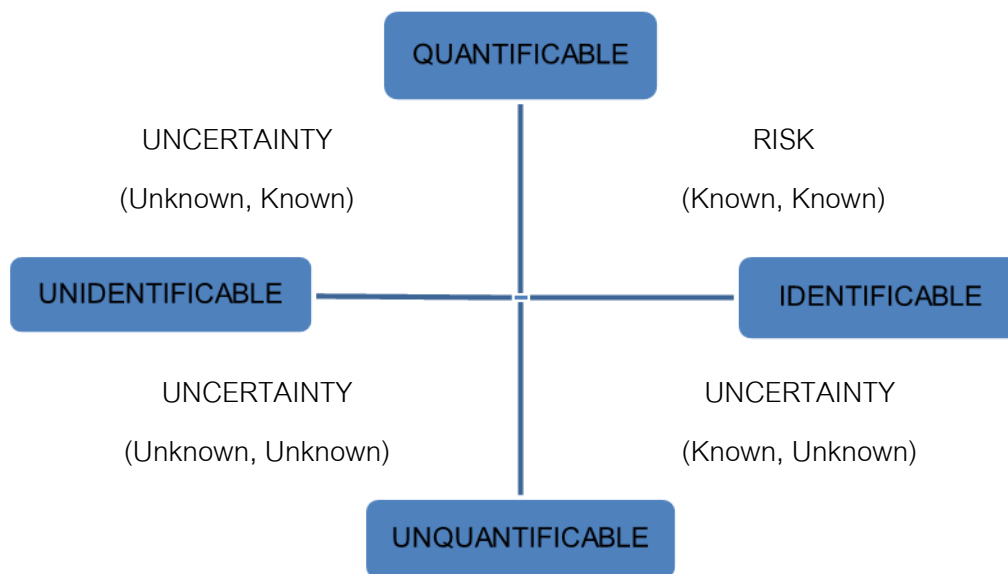
3.1.1 ความเสี่ยง

ความเสี่ยง หมายถึงโอกาส หรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมาย ทำให้เกิดความเสียหาย ความไม่แน่นอนและสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาปัจจุบันเป็นยุคสมัยที่ต้องเผชิญกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและรุนแรงในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจที่เชื่อมโยงกันระหว่างประเทศ ด้านการเมืองที่มีการตื่นตัวในสิทธิและเสรีภาพอย่างกว้างขวาง ด้านเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่สังคมมีค่านิยมแบบใหม่ๆเกิดขึ้น ดังนั้น เพื่อความอยู่รอดและการดำรงอยู่อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนจำเป็นต้องตื่นตัว ปรับตัว และเตรียมตัวที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

สรุปได้ว่า ความเสี่ยง คือ สิ่งต่างๆ ที่ทำให้การดำเนินการไม่สามารถบรรลุ วัตถุประสงค์หรือยุทธศาสตร์ที่ได้วางแผนไว้ สิ่งที่ต้องพิจารณาในเรื่องความเสี่ยง คือ ปัญหา อุปสรรค หรือปัจจัยที่อาจทำให้การบริหารจัดการไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ความไม่แน่นอนในเรื่องความเสี่ยง คือ การเปลี่ยนแปลงที่ไม่คงที่ หรือผลของเหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ทั้งที่เป็นตามความคาดหมายหรือเหนือความคาดหมาย ปัญหา หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นและมักส่งผลเชิงลบ เป็นอุปสรรคต่อเป้าหมาย ในการดำเนินการจึงต้องมีการเตรียมการเพื่อรับมือและแก้ไข มิฉะนั้นอาจเกิดความเสียหายขึ้น ปัญหาอาจมีได้เกิดจากความเสี่ยงเท่านั้น หรือก็คือ ผลจากความเสี่ยงใดๆ อาจไม่กลายเป็นปัญหาเสมอ เพราะอาจเกิดผลเชิงบวก หรืออาจเป็นผลเชิงลบที่มีความเสียหายมากน้อยแตกต่างกัน สำหรับความแตกต่างระหว่างความเสี่ยงและความไม่แน่นอนแสดงดังภาพที่ 3.1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า หากเหตุการณ์ใดมีปัจจัยที่สามารถระบุได้ทั้งชนิดและปริมาณจะเรียกว่าความเสี่ยง แต่หากเหตุการณ์มีปัจจัยที่ไม่สามารถระบุได้ เรียกเหตุการณ์นั้นว่า ความไม่แน่นอน

ภาพที่ 3.1

ข้อแตกต่างระหว่าง ความเสี่ยงกับความไม่แน่นอน



หมายเหตุ: ในทุกกลุ่มของเหตุการณ์หรือเงื่อนไขจะถูกเรียกว่าความไม่แน่นอน เมื่อหนึ่งในตัวแปรเป็นตัวแปรไม่ทราบค่าอย่างน้อย 1 ตัว

ความเสี่ยง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามแหล่งกำเนิด คือ

1. ความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยภายใน

1.1 Operational Risk เกิดจากขั้นตอน อุปกรณ์ รวมถึงบุคลากรในการปฏิบัติงาน (Human Resource Risk)

1.2 Financial Risk เกิดจากความไม่พร้อมในเรื่องงบประมาณ การเงิน ความผิดพลาดจากการเบิกจ่าย สภาพคล่องทางการเงิน

1.3 Strategic Risk เกิดจากกลยุทธ์ และนโยบายในการบริหารงาน

2. ความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยภายนอก

2.1 Competitive Risk เกิดจากสภาวะการแข่งขัน บริษัทคู่แข่ง

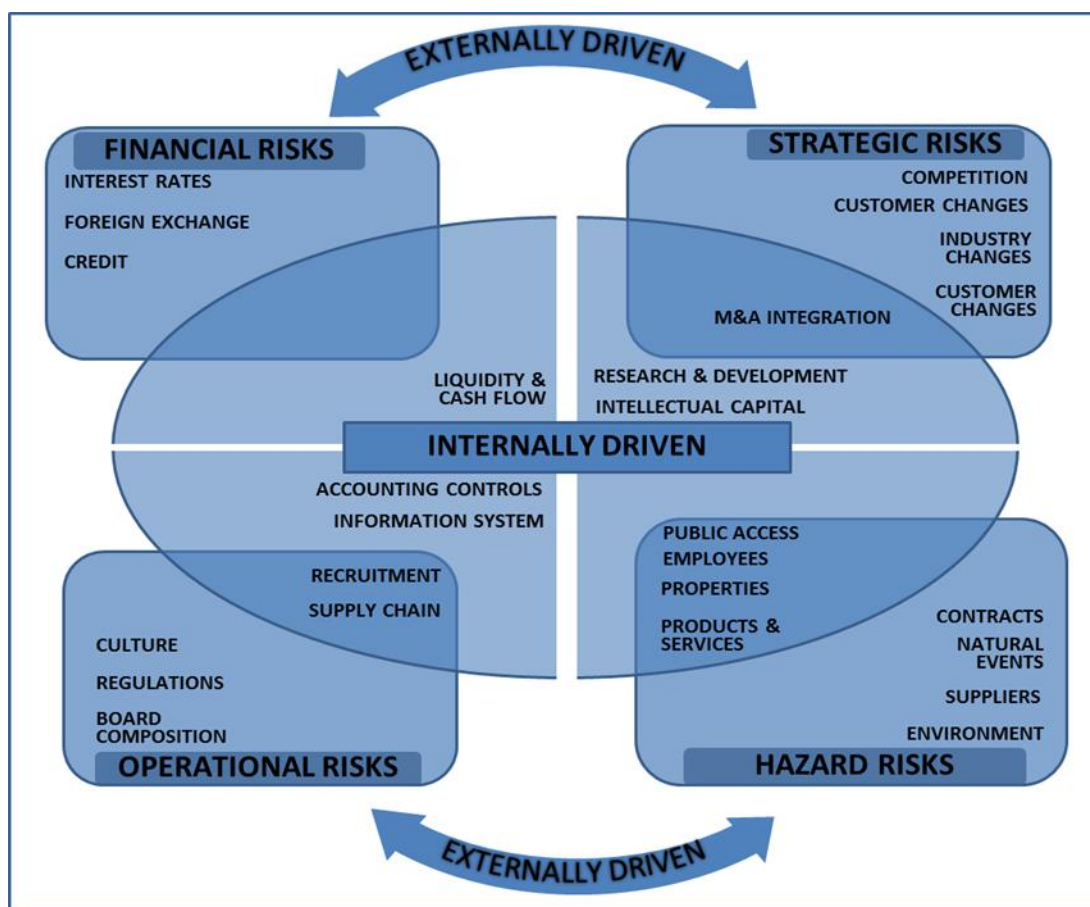
2.2 Supplier Risk เกิดจากบริษัทคู่ค้า และผู้ส่งมอบงาน

2.3 Regulatory Risk เกิดจากกฎหมาย กฎระเบียบราชการ

2.4 Economic/Political Risk เกิดจากสภาวะเศรษฐกิจและการเมือง

ภาพที่ 3.2

ความสัมพันธ์ของความเสี่ยงแบบต่างๆ ที่เกิดจากปัจจัยภายในและจากปัจจัยภายนอก



ที่มา: AIRMIC, ALARM,IRM (UK), risk management standard:2002

แต่หากพิจารณาลักษณะของความเสี่ยง แสดงดังภาพที่ 3.3 อาจแบ่งได้ 6 ประเภท

คือ

- 1) ความเสี่ยงเชิงกลยุทธ์
- 2) ความเสี่ยงด้านการเงิน
- 3) ความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ
- 4) ความเสี่ยงในการปฏิบัติการ
- 5) ความเสี่ยงด้านสารสนเทศ
- 6) ความเสี่ยงด้านกฎหมาย

ภาพที่ 3.3
ประเภทของความเสี่ยง ตามลักษณะความเสี่ยง



ที่มา เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง การบริหารความเสี่ยงองค์กร ของ ดร.เกรียงศักดิ์ ศิริพงษ์โรจน์ ผอ. สำนักนโยบายและแผน วว.

นอกจากนี้ ความเสี่ยงสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้หลายรูปแบบ ตามมุมมองที่แตกต่างกันไป ดังนี้

- ก) ความเสี่ยงตามที่ปรากฏ (Objective Risk) และความเสี่ยงตามความคิดความรู้สึก (Subjective Risk)
- ข) ความเสี่ยงที่แท้จริง (Pure Risk) และความเสี่ยงจากการเก็งกำไร (Speculative Risk)
- ค) ความเสี่ยงพื้นฐาน (Fundamental Risk) และความเสี่ยงเฉพาะ (Particular Risk)
 - ความเสี่ยงพื้นฐาน คือ ความเสี่ยงที่นำไปสู่ความสูญเสียที่กระทบกับคนจำนวนมากหรือสังคมโดยรวม

- ความเสี่ยงเฉพาะ คือ ความเสี่ยงที่นำไปสู่ความสูญเสียที่กระทบบุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือองค์กรใดองค์กรหนึ่งเท่านั้น

ความเสี่ยงและขนาดของโครงการ

การบริหารโครงการต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงทั้งด้านค่าใช้จ่าย เวลา และการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากโครงการมีหลายขนาดซึ่งความเสี่ยงของโครงการมีความสัมพันธ์กับขนาดโครงการ ความเสี่ยงในการดำเนินโครงการขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีดังนี้ :-

1. โครงการขนาดเล็ก (Small Projects) ส่วนใหญ่มักมีความเสี่ยงไม่มากนัก เพราะมีระยะเวลาดำเนินการสั้น ปัญหาการบริหารโครงการขนาดเล็กที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจึงมีน้อยตามไปด้วย

2. โครงการขนาดกลาง (Medium Projects) ความเสี่ยงจะมีเพิ่มมากกว่าโครงการขนาดเล็กเมื่อดำเนินโครงการจำเป็นต้องประเมินความเสี่ยงของโครงการ ระบุระดับความเสี่ยงว่าอยู่ระดับใด ซึ่งส่วนมากจะแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ สูง กลางและต่ำ จัดทำแผนการบริหารความเสี่ยงที่อยู่ในระดับสูงว่าจะดำเนินการอย่างไร จะละเลย ตรวจสอบ หลีกเลี่ยง มอบหมายให้บุคคลที่สามหรือจะดำเนินการขจัดให้เบาบางลง (Mitigation) การจัดทำแผนการบริหารความเสี่ยงที่อยู่ในระดับกลาง หากตรวจพบว่ามีผลกระทบรุนแรงกับโครงการและตรวจสอบความเสี่ยงระดับต่ำ ว่ามีศักยภาพที่จะสร้างปัญหาให้กับโครงการหรือไม่ อย่างไรก็ตามเนื่องจากความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ จึงน่าจะสรุปได้ว่าเงื่อนไขจะไม่เกิดขึ้น ผู้จัดการโครงการจะต้องนำแผนการบริหารความเสี่ยงไปใส่ไว้ในแผนการบริหารโครงการด้วย ซึ่งจะทำให้มีการตรวจสอบความสำเร็จของการบริหารความเสี่ยงต่อไป

3. โครงการขนาดใหญ่ (Large Projects) กระบวนการบริหารความเสี่ยงจะเหมือนกับการบริหารความเสี่ยงของโครงการขนาดกลาง แต่จะต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงคุณภาพเข้ามาช่วยและจัดทำแผนเผื่อเหลือเผื่อขาด (Contingency Plan) หรือแผนการบริหารความเสี่ยงเป็นกรณีหรือแผนการบริหารความเสี่ยงตามความไม่แน่นอนด้วย

3.1.2 การบริหารความเสี่ยง

การบริหารความเสี่ยง เป็นการบริหารจัดการปัจจัยควบคุมกิจกรรมและกระบวนการดำเนินการต่างๆ โดยลดมูลเหตุในแต่ละโอกาสที่จะเกิดความเสียหายต่อวัตถุประสงค์ในการดำเนินการโดยต้องสามารถประเมิน ควบคุม และตรวจสอบได้อย่างเป็นระบบโดยคำนึงถึงเป้าหมายเป็นหลัก

การบริหารความเสี่ยง เป็นวิธีการที่เป็นเหตุเป็นผลมีระบบ ใช้ในการระบุ วิเคราะห์ จัดการและเฝ้าระวังความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการหรือกิจกรรมต่างๆ ซึ่งอาจทำให้สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย

การบริหารความเสี่ยง ถูกนำไปใช้กับทั้งภาครัฐและภาคเอกชน โดยครอบคลุมถึงด้านต่างๆ ดังนี้ คือ

- การเงินและการลงทุน
- การประกันภัย
- การสาธารณสุข
- สถาบันการศึกษา
- หน่วยงานอื่นๆ ของรัฐ

การบริหารความเสี่ยง เป็นหัวใจสำคัญสำหรับกลยุทธ์ในการบริหารในทุกองค์กร เนื่องจากการบริหารความเสี่ยงช่วยในการระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกิจกรรมต่างๆ รวมถึงบ่งชี้โอกาสในการพัฒนาผลตอบแทนที่ยั่งยืนที่เป็นไปได้จากกิจกรรมต่างๆ จุดสำคัญของการบริหารความเสี่ยงที่ดีก็คือการระบุและจัดการกับความเสี่ยงต่างๆ เหล่านั้น วัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ เพิ่มคุณค่ากับกิจกรรมต่างๆ ในองค์กร เข้าใจผลดีและผลเสียที่เกิดขึ้นได้ของปัจจัยต่างๆ ทำให้สามารถลดการเกิดความล้มเหลวและความไม่แน่นอน ขณะเดียวกันก็เพิ่มโอกาสในการทำให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ การบริหารความเสี่ยงที่ดีต้องเป็นกระบวนการที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามกลยุทธ์ที่วางไว้ของแต่ละองค์กร และสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามกลยุทธ์เหล่านั้น ต้องมีการแปลงจากกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติ มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบทั่วทั้งองค์กร โดยทั้งฝ่ายบริหารและพนักงานทุกคนมีหน้าที่ในการบริหารความเสี่ยงเหมือนเป็นส่วนหนึ่งของงานตามหน้าที่รับผิดชอบ ดังนั้น การบริหารความเสี่ยงสนับสนุนให้เกิดความรับผิดชอบต่อหน้าที่การวัดประสิทธิภาพการทำงาน และการให้รางวัล ทำให้เกิดการสนับสนุนประสิทธิภาพในการทำงานในทุกระดับ

การบริหารความเสี่ยงกับการตัดสินใจ

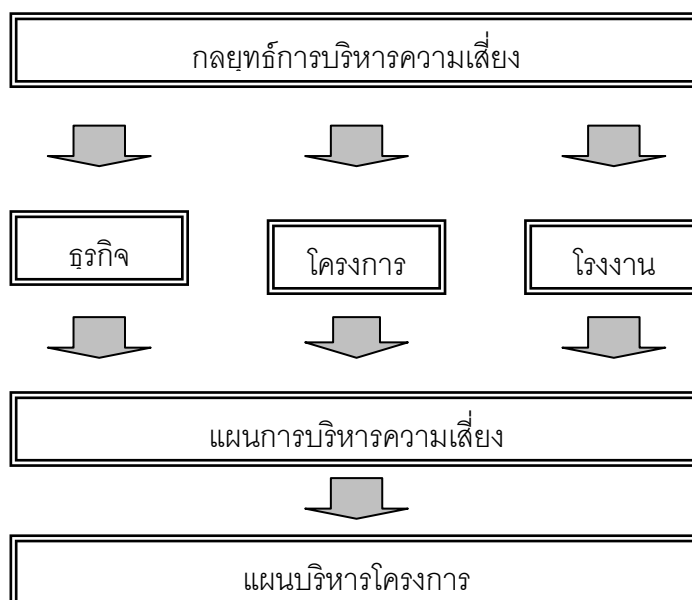
การบริหารความเสี่ยงช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ใน 3 ระดับ คือ:-

1. การตัดสินใจทางกลยุทธ์ทางธุรกิจ (Strategic Business Decisions) พิจารณากำหนดว่าดำเนินธุรกิจได้ถูกต้องหรือไม่ จะดำเนินโครงการอะไร ผลตอบแทนการลงทุนพอเพียงหรือไม่ มีความเป็นไปได้ในการจำกัดการลดขนาดขององค์กรหรือไม่ กลยุทธ์ทางเลือกที่ดีที่สุดของโครงการคืออะไร
2. การตัดสินใจโครงการ (Project Decision) ความเสี่ยงที่สำคัญที่สุดของโครงการคืออะไร การดำเนินโครงการจะประสบความสำเร็จตามงบประมาณและระยะเวลาที่กำหนดไว้หรือไม่ ดำเนินการตรวจสอบและจัดการความเสี่ยงอย่างต่อเนื่องได้อย่างไร
3. การตัดสินใจด้านโรงงานหรือกระบวนการ (Plant or Process Decisions) อันตรายจากการดำเนินการตามขั้นตอนคืออะไร ดำเนินการจัดการปัญหาด้านสภาพแวดล้อม และความปลอดภัยในโรงงานอย่างไร แนใจได้อย่างไรว่าการกำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยจะมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด การบริหารโครงการจึงต้องมีกลยุทธ์การบริหารความเสี่ยงเพื่อตัดสินใจด้านธุรกิจ โรงงานและโครงการ ซึ่งจะต้องนำไปจัดทำแผนปฏิบัติการและแผนบริหารโครงการ ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4

ความสัมพันธ์ระหว่างกลยุทธ์การบริหารความเสี่ยง การตัดสินใจ

แผนจัดการความเสี่ยง และแผนบริหารโครงการ

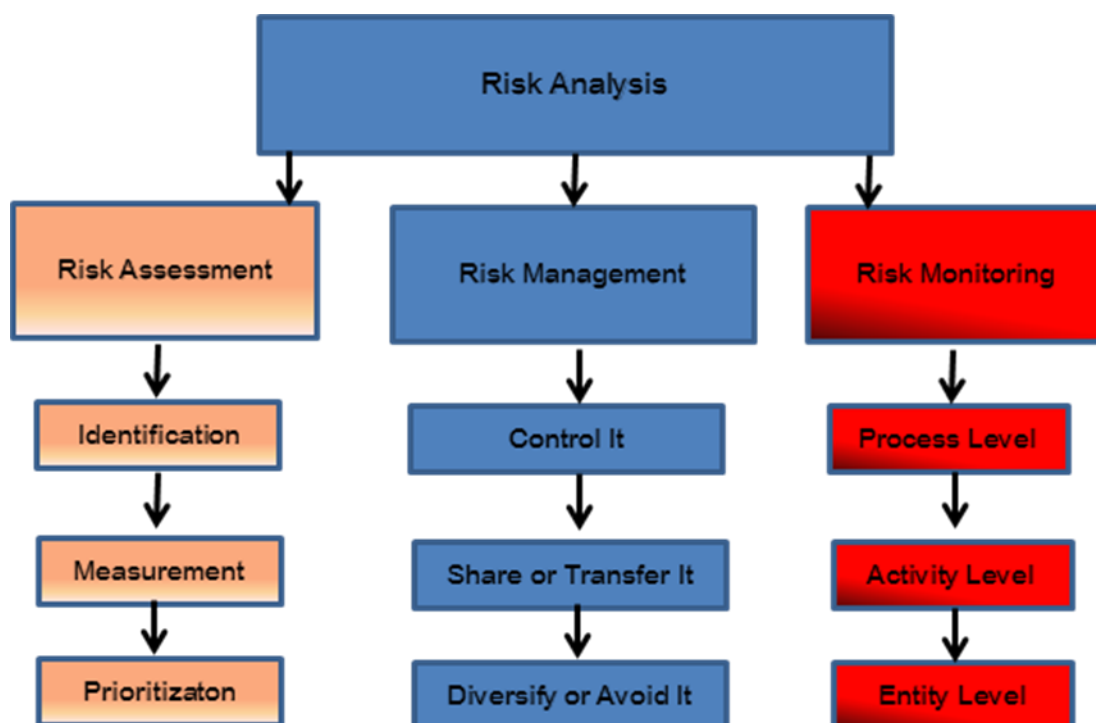


3.1.3 กระบวนการจัดการความเสี่ยง

กระบวนการจัดการความเสี่ยงทำได้หลายแนวทางดังภาพที่ 3.5, 3.6 และ 3.7

ภาพที่ 3.5

องค์ประกอบของการวิเคราะห์ความเสี่ยง



ที่มา: Business Risk Assessment 1998- The institute of Internal Auditors

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการความเสี่ยง มีหลายแบบ ภาพที่ 3.5 แสดงให้เห็นว่าการจัดการความเสี่ยงเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งในการวิเคราะห์ความเสี่ยงนั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การประเมินความเสี่ยง การจัดการความเสี่ยง และการติดตามความเสี่ยง โดยการจัดการความเสี่ยงในแนวคิดนี้ มีเพียงการควบคุมความเสี่ยงโดยการกระจายความเสี่ยงหรือหลีกเลี่ยงที่จะให้เกิดความเสี่ยง

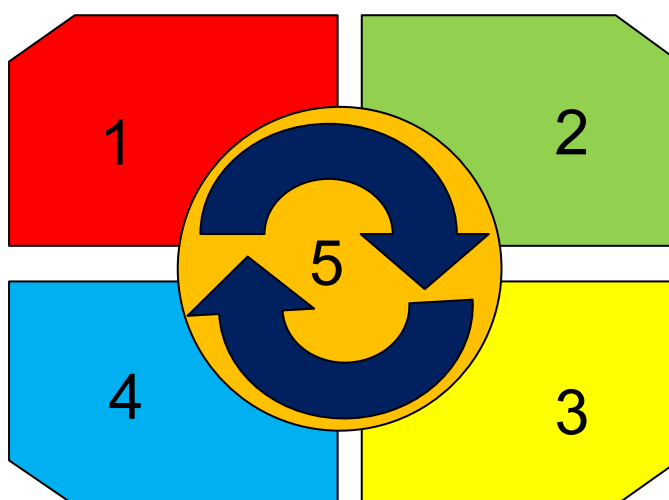
ขณะที่ขั้นตอนในการจัดการความเสี่ยงอาจแบ่งได้หลายแบบ รวมถึงแบบที่ได้แสดง
ดังภาพที่ 3.6 ซึ่งแบ่งขั้นตอนต่างๆ เป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objective Establishment)
2. การระบุความเสี่ยง (Risk Identification)
3. การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)
4. การสร้างแผนจัดการ (Risk Management Planning)
5. การติดตามสอบทาน (Monitoring & Review)

ภาพที่ 3.6

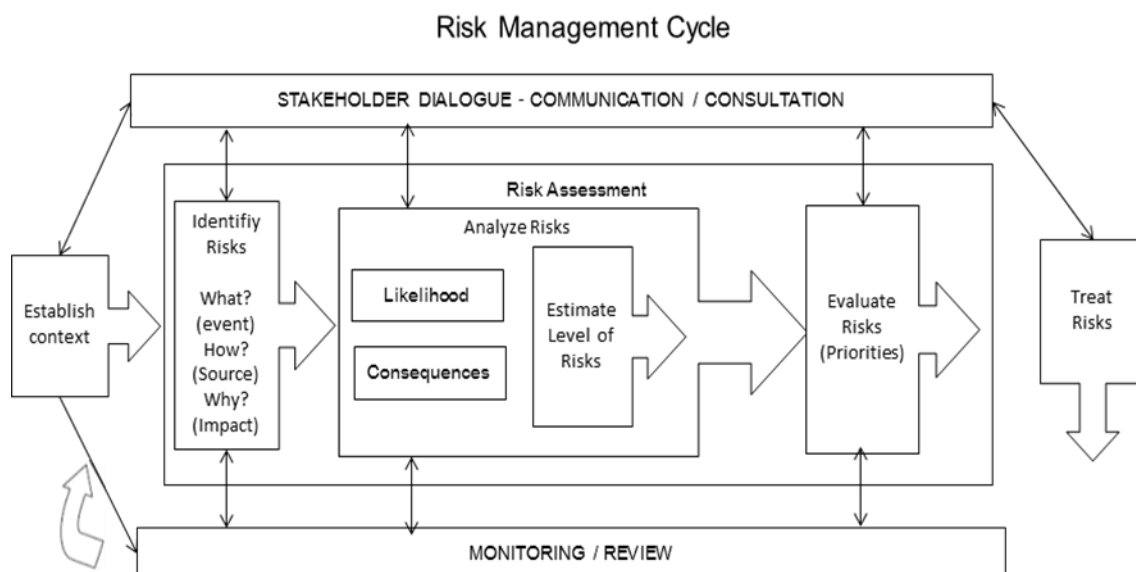
ขั้นตอนในการจัดการความเสี่ยงซึ่งประกอบด้วย

- 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives Establishment),
- 2) การระบุความเสี่ยง (Risk Identification),
- 3) การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment),
- 4) การสร้างแผนจัดการ (Risk Management Planning),
- และ 5) การติดตามสอบทานและสื่อสาร (Monitoring, Review and Communication),



ที่มา สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ (กพร.)

ภาพที่ 3.7
ขั้นตอนในการบริหารความเสี่ยง



ภาพที่ 3.7 เป็นอีกแนวคิดหนึ่งในการจัดการความเสี่ยง ซึ่งมีการนิยามความหมายของการจัดการความเสี่ยง ต่างจากแบบแรกและแบบที่สอง ซึ่งพิจารณาการจัดการความเสี่ยงที่ภาพใหญ่กว่าคือ พิจารณาว่าการวิเคราะห์ความเสี่ยงอยู่ในการประเมินความเสี่ยง ขณะเดียวกันก็พิจารณาการจัดการความเสี่ยงอยู่นอกของการประเมินความเสี่ยง

3.2 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

3.2.1 ความหมายของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi – Criteria Decision Making Method) ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1970 โดย Thomas L. Saaty นักคณิตศาสตร์ชาวอเมริกัน เป็นทฤษฎีที่นิยมใช้ในการตัดสินใจอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบันใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือก หรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เมื่อมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายเกณฑ์ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ มีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญและช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อน รวมถึงสามารถแสดงถึงเหตุผลอย่างชัดเจนว่าทำไมสิ่งที่เลือกนั้นถึงดีที่สุด

3.2.2 องค์ประกอบของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ในการที่จะตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นั้น จำเป็นต้องใช้สิ่งต่างๆ มาวิเคราะห์และคำนวณ ดังนี้

- เกณฑ์ ซึ่งกำหนดโดยผู้ตัดสินใจ
- การเปรียบเทียบตามเกณฑ์ ซึ่งพิจารณาโดยผู้ตัดสินใจ
- ตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ

ส่วนรูปแบบของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นระดับชั้น คือ เป้าหมาย เกณฑ์หลัก เกณฑ์ย่อย และทางเลือก จากนั้นให้วิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่โดยให้ความสำคัญตามตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ และคำนวณหาลำดับความสำคัญของแต่ละชั้น

3.2.3 กระบวนการทำงานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. การจัดลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิต้นไม้
2. การคำนวณหาลำดับความสำคัญ
3. การตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency)

ขั้นตอนต่างๆ โดยละเอียดสามารถแสดงได้ดังนี้

3.2.3.1 การจัดลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิต้นไม้

แบ่งกลุ่มองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นระดับชั้น ดังภาพที่ 3.8 โดยจัดทำเป็นแผนภูมิระดับชั้น ดังนี้

ระดับชั้นบนสุด คือเป้าหมาย หรือปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ (Goal)

ระดับชั้นที่ 2 คือเกณฑ์หลัก (Criteria)

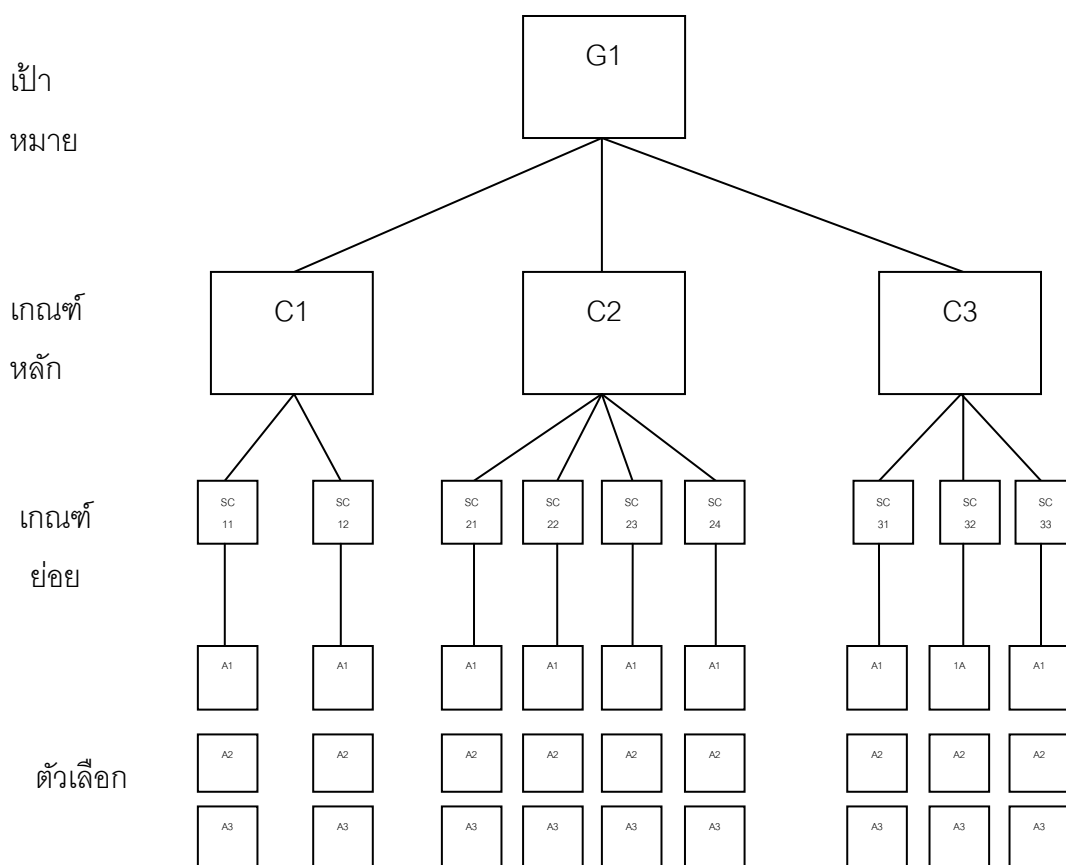
ระดับชั้นที่ 3 คือเกณฑ์ย่อย (Sub-criteria)

ระดับชั้นสุดท้าย คือ ตัวเลือก (Alternative)

โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้

ภาพที่ 3.8

แผนภูมิต้นไม้ แสดงองค์ประกอบของปัญหาแยกพิจารณา
ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์



3.2.3.2 การคำนวณหาลำดับความสำคัญ

ในแต่ละระดับชั้นให้พิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ต่างๆในระดับชั้นเดียวกัน โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) ตามตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ ดังนี้

ตารางที่ 3.1

น้ำหนักในการเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง

(Pairwise Comparison Scale)

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึง มากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

ในแต่ละชั้นผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้เกี่ยวข้องจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบโดยการเปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง โดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบ (AHP Measurement Scale) ออกเป็น 9 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

หลังจากที่ทราบความเห็นที่ผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญหรือความชอบจากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ในชั้นนั้นแล้ว จะทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Weight) หรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Priority) ในชั้นนั้น ทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันทีละชั้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้

น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หรือทางเลือกในแต่ละชั้นจะคำนวณได้จากสมการ

$$A\vec{W} = \lambda_{max} \vec{W} \quad (3.1)$$

เมื่อ A คือ เมตริกจัตุรัสที่แสดงความเห็นของผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญซึ่งปรับค่าให้เป็น 1 (Normalized)

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

= คะแนนความสำคัญของที่เปรียบเทียบทีละคู่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

$\vec{W}$ คือ Eigenvector แสดงน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของของซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน หรือกลุ่มของที่อยู่ภายใต้ของในลำดับชั้นที่สูงกว่า

$$\vec{W} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k}{\vec{e}^T A^k \vec{e}} \quad (3.2)$$

เมื่อ k = จำนวนครั้งที่ k

$\vec{e}$ = เวกเตอร์หนึ่งหน่วย

$\vec{e}^T$ = เวกเตอร์หนึ่งหน่วย ซึ่งเป็นเมตริกซ์ทรานสโพส (Transpose Matrix) ของ $\vec{e}$ กล่าวคือ เป็นเมตริกซ์ที่มีการสลับตำแหน่งของ สมาชิกภายในเมตริกซ์ จากแนวนอนเป็นแนวตั้ง

λ_{max} คือ Maximum Eigenvalue

3.2.3.3 การตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของความสอดคล้องของข้อมูล โดยแสดงตัวอย่างง่ายๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของความสอดคล้อง เช่น วิเคราะห์เปรียบเทียบว่า A มีความสำคัญมากกว่า B 3 เท่า และ B มีความสำคัญมากกว่า C 5 เท่า ดังนั้น A ควรมีความสำคัญกว่า C

15 เท่า แต่ถ้าวิเคราะห์ว่า A มีความสำคัญมากกว่า C 2 เท่า นั้นหมายถึงการวิเคราะห์ในตัวอย่างนี้ไม่มีความสอดคล้องกัน ซึ่งบางครั้งการวิเคราะห์อาจไม่มีความสอดคล้องของข้อมูลเกิดขึ้นได้ การแก้ไขก็คือทบทวนกระบวนการใหม่เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ออกมาที่มีความสอดคล้องกันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ความสอดคล้องของข้อมูลจะต้องตรวจสอบจากค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio , CR) ว่ายอมรับได้หรือไม่ โดยหาได้จาก

1. สัดส่วนความสอดคล้อง

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.3)$$

เมื่อ CI = ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

RI = ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Index)

2. ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

$$CR = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.4)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{r_i}}{n} \quad (3.5)$$

$$\begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{12} & a_{22} & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_n \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

เมื่อ n = ขนาดของเมตริกซ์จัตุรัส หรือจำนวนเกณฑ์

r_i = น้ำหนักความสำคัญ

k_i = ผลคูณในรูปเมตริกซ์ของ a_{ij} กับ r_i

a_{ij} = คะแนนของแต่ละตัวเลือกสำหรับแต่ละกรณี

3. ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Index ,RI)

RI เป็นค่าที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง สามารถหาได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่าจากการสุ่มตัวอย่าง

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

โดยค่าสัดส่วนความสอดคล้องที่ยอมรับได้ คือ 0.1 หรือน้อยกว่า หากค่าความสอดคล้องสูงกว่าที่ยอมรับได้ต้องมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบใหม่

สำหรับการวิเคราะห์การตัดสินใจด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

(1) กำหนดทางเลือก ในแต่ละปัญหาจะมีทางเลือกในการแก้ไขที่หลากหลาย ในขั้นตอนนี้ให้กำหนดทางเลือกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(2) ระบุระดับของเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold Level) ที่ต้องการของแต่ละทางเลือก

(3) คัดเลือกทางเลือกเบื้องต้นจากทางเลือกที่กำหนดในขั้นที่ 1 โดยตรวจสอบกับเกณฑ์ต่ำสุด ถ้าทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ ให้คัดออก

(4) ระบุเกณฑ์หลัก (Criteria) หรือเกณฑ์ย่อย (Sub-criteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกในข้อ (3)

(5) สร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ (Develop Decision Hierarchy) จากทางเลือกและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับชั้น คือ เป้าหมาย (Goal), เกณฑ์หลัก (Criteria) และทางเลือก (Alternatives) ดังแสดงในภาพที่ 3.8

(6) เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ละคู่ แล้วจึงเปรียบเทียบทางเลือกที่ละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ละเกณฑ์ จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบทางเลือกนั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพก็ได้

(7) คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละทางเลือกในแต่ละเกณฑ์ คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์ แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือกตามคะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

(8) วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกทางเลือกจากข้อ (7) จำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์แล้ว ทางเลือกที่ดีที่สุดจะยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

3.3 การวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

3.3.1 ความหมายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เป็นระบบสารสนเทศข้อมูลเชิงพื้นที่หรือข้อมูลที่มีพิกัดตำแหน่ง ซึ่งเป็นการผสมผสานการทำงานระหว่างกระบวนการวิเคราะห์ร่วมกับระบบฐานข้อมูลที่มีการอ้างอิงเชิงพิกัด ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จึงหมายถึงทั้งระบบของการให้คำตอบเชิงพื้นที่ ซึ่งใช้เทคโนโลยีเพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ เริ่มตั้งแต่การรวบรวมและนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ การกำหนดเงื่อนไขสำหรับเลือกใช้ข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์หรือสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ และท้ายที่สุดจะทำการแสดงผลซึ่งเป็นการตอบคำถามเชิงพื้นที่ให้แก่ผู้ใช้

3.3.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ต้องมีองค์ประกอบทั้ง 5 ประการ คือ ข้อมูล บุคลากร ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และวิธีการประมวลผล

1. ข้อมูล

ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับข้อมูลสองรูปแบบหลัก คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะซึ่งข้อมูลทั้งสองรูปแบบนี้ทำงานสัมพันธ์กันในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ถ้าขาดส่วนใดส่วนหนึ่งก็จะทำให้การดำเนินการวิเคราะห์ในระบบไม่สมบูรณ์หรือไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

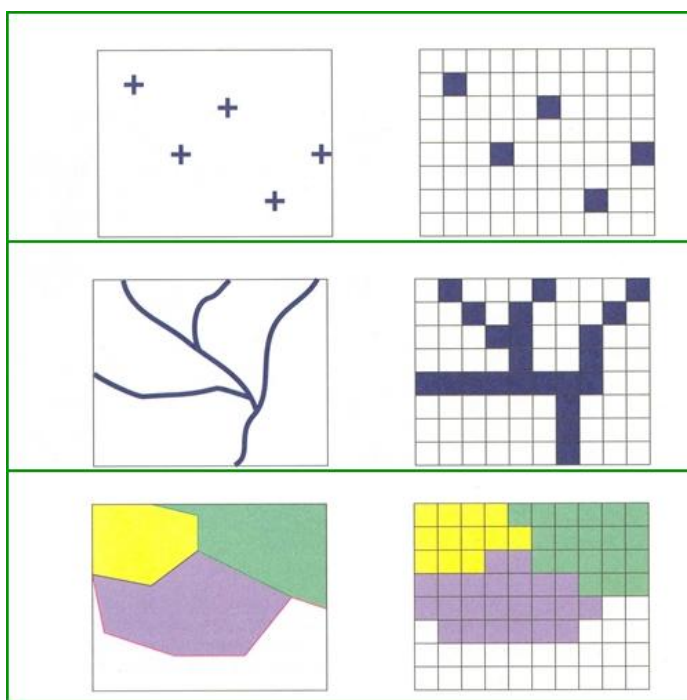
1.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลในส่วนที่สามารถนำไปใช้ในการอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์หรือตำแหน่งจริงบนพื้นโลกได้ (Geo-Reference) การอ้างอิงสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การอ้างอิงโดยใช้พิกัดของกริด x, y หรือการอ้างอิงโดยใช้พิกัดทางภูมิศาสตร์ ละติจูด ลองจิจูด เป็นต้น การจัดเก็บข้อมูลในลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถแบ่งโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลได้เป็น 2 ประเภทคือ

- โครงสร้างข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster or Grid Representation) ข้อมูลแบบราสเตอร์นั้นมีโครงสร้างเป็นช่องสี่เหลี่ยม เรียกว่า จุดภาพหรือกริดเซลล์ เรียงต่อเนื่องกันในแนวราบและแนวดิ่งดังแสดงในภาพที่ 3.9 โดยในแต่ละจุดภาพสามารถเก็บค่าได้ 1 ค่า ลักษณะข้อมูลแบบราสเตอร์ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลแบบราสเตอร์มีจุดเด่นที่มีโครงสร้างไม่

ซับซ้อนทำให้การประมวลผลในระดับจุดภาพ การเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพหรือการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ การนำไปใช้งานร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียม การนำไปแทนลักษณะของข้อมูลพื้นผิวที่มีความต่อเนื่องของข้อมูลเป็นไปโดยง่าย แต่ข้อด้อยที่สำคัญของข้อมูลราสเตอร์คือขนาดของไฟล์มีขนาดใหญ่ทำให้ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บค่อนข้างมาก

ภาพที่ 3.9

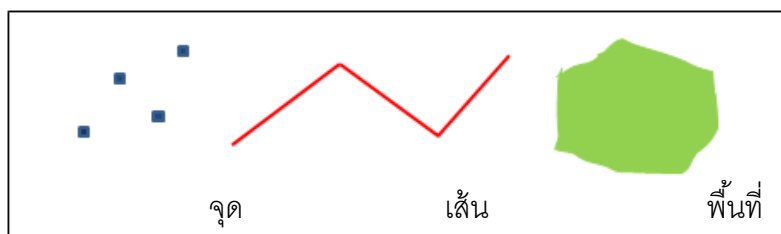
ข้อมูลแบบเวกเตอร์และข้อมูลแบบราสเตอร์



ที่มา : http://share.psu.ac.th/file/aekkarak.f/Spatial_data_type2.jpg

- โครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector Representation) ข้อมูลในลักษณะนี้จะเป็นการใช้พิกัดตำแหน่งในการอธิบายรูปร่างของจุด เส้น พื้นที่ ดังแสดงในภาพที่ 3.10 ข้อมูลที่จัดเก็บในลักษณะเวกเตอร์ ตำแหน่งของวัตถุจะถูกบันทึกและถ่ายทอดได้ละเอียดถูกต้องกว่าโครงสร้างแบบราสเตอร์ และใช้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลน้อยกว่า ตัวอย่างของข้อมูลที่จัดเก็บในประเภทนี้ได้แก่ ข้อมูลแนวถนน แม่น้ำลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

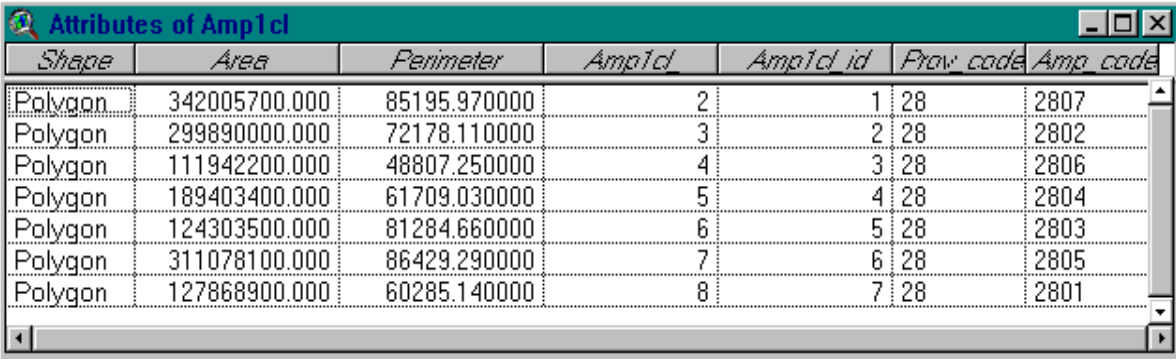
ภาพที่ 3.10
ตัวอย่างข้อมูลประเภทเวกเตอร์



หัวใจที่สำคัญของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งจะถูกนำเข้าสู่ระบบด้วยการแปลงให้อยู่ในรูปของเวกเตอร์ ซึ่งข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กันในเชิงตำแหน่ง เช่นเดียวกับที่อยู่ใน แผนที่ การจัดเก็บข้อมูลในลักษณะเวกเตอร์ มีข้อดีในแง่การประหยัดเนื้อที่การจัดเก็บ และการขยายภาพให้ใหญ่บนจอภาพโดยยังแสดงความคมชัดเหมือนเดิม การเก็บข้อมูลในเชิงพื้นที่สามารถออกแบบการจัดเก็บตามประโยชน์การใช้สอย โดยแบ่งเป็นชั้นต่างๆ เช่น ถนน แม่น้ำ ลักษณะชั้นดิน ลักษณะชั้นบรรยากาศ เป็นต้น เมื่อต้องการทำการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ใช้สามารถที่จะเลือกข้อมูลเชิงพื้นที่ชั้นต่างๆ ที่ต้องการมาซ้อนทับกัน โดยกำหนดเงื่อนไขที่ต้องการเข้าไปในระบบ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จะแสดงพื้นที่หรือจุดที่ตั้งของสถานที่ที่ผู้ใช้งานต้องการบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งจะแสดงด้วยความเข้มของสีที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย นอกจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่นแผนที่แสดงการใช้ที่ดินแล้ว ระบบยังสามารถจัดเก็บข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่โดยให้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลแสดงคุณลักษณะต่างๆ เช่น ข้อมูลด้านประชากร ข้อมูลรายละเอียดลูกค้า เป็นต้น ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดจะอยู่ในฐานข้อมูลเดียวทำให้การจัดเก็บข้อมูลไม่ซ้ำซ้อน และง่ายต่อการเรียกใช้ข้อมูลนั้นๆ

1.2 ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ และมีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงภาพเหล่านั้น เช่น ชื่อสถานที่ ตำบล อำเภอ จังหวัด ลักษณะของพื้นที่แต่ละพื้นที่ สถิติน้ำฝน เป็นต้น และข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บในรูปแบบตารางข้อมูล ดังภาพที่ 3.11 เพื่อเชื่อมโยงกับข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ไว้ในรูปแบบของฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน

ภาพที่ 3.11
ตัวอย่างข้อมูลเชิงคุณลักษณะ



Shape	Area	Perimeter	Amp1 cl	Amp1 cl id	Prov. code	Amp. code
Polygon	342005700.000	85195.970000	2	1	28	2807
Polygon	299890000.000	72178.110000	3	2	28	2802
Polygon	111942200.000	48807.250000	4	3	28	2806
Polygon	189403400.000	61709.030000	5	4	28	2804
Polygon	124303500.000	81284.660000	6	5	28	2803
Polygon	311078100.000	86429.290000	7	6	28	2805
Polygon	127868900.000	60285.140000	8	7	28	2801

ที่มา : <http://www.computer.pcru.ac.th/emoodledata/18/9.ppt>

2. บุคลากร

เนื่องจากงานด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประกอบด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องมีความชำนาญเฉพาะทาง มีประสบการณ์ ตลอดจนมีความรู้ในสาขาวิชาอื่นเพื่อการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ โดยพื้นฐานแล้วบุคลากรด้านนี้ควรมีความรู้ด้านภูมิศาสตร์ การแผนที่ สารสนเทศ และคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ควรมีประสบการณ์ในการใช้ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ อีกทั้งมีความเข้าใจในข้อมูลเชิงพื้นที่ และมีความสามารถในการคิดและผสมผสานกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งบุคลากร หมายถึง เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เช่น ผู้สำรวจ ผู้นำเข้าข้อมูล ช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล โปรแกรมเมอร์ ผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ

3. ฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์หมายถึง เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปทั้งในระบบแม่ข่าย ลูกข่ายรวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เช่น เครื่องกวาดภาพเก็บข้อมูล เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องมือหาค่าพิกัดบนพื้นโลก เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บข้อมูล ประมวลผล และแสดงผล พร้อมทั้งสามารถรองรับการทำงานของซอฟต์แวร์ได้

4. ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ต้องมีความสามารถเชิงกราฟฟิกในการแสดงภาพรูปแบบต่างๆ และต้องมีความสามารถในการจัดการฐานข้อมูลหรือสามารถเชื่อมโยงไปยังโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลอื่นได้ นอกจากนี้ซอฟต์แวร์ยังต้องมีความสามารถในการนำเข้าแก้ไข และแปลงรูปแบบข้อมูล มีกระบวนการจัดเก็บข้อมูลลงสื่อ สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในฟังก์ชันพื้นฐาน ได้แก่ การซ้อนทับข้อมูล การสร้างพื้นที่กันชน การวิเคราะห์พื้นที่ผิว อีกทั้งยังต้องมีความสามารถในการแปลงระบบพิกัดภูมิศาสตร์ และท้ายสุดต้องสามารถแสดงผลข้อมูลได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

5. วิธีการประมวลผล

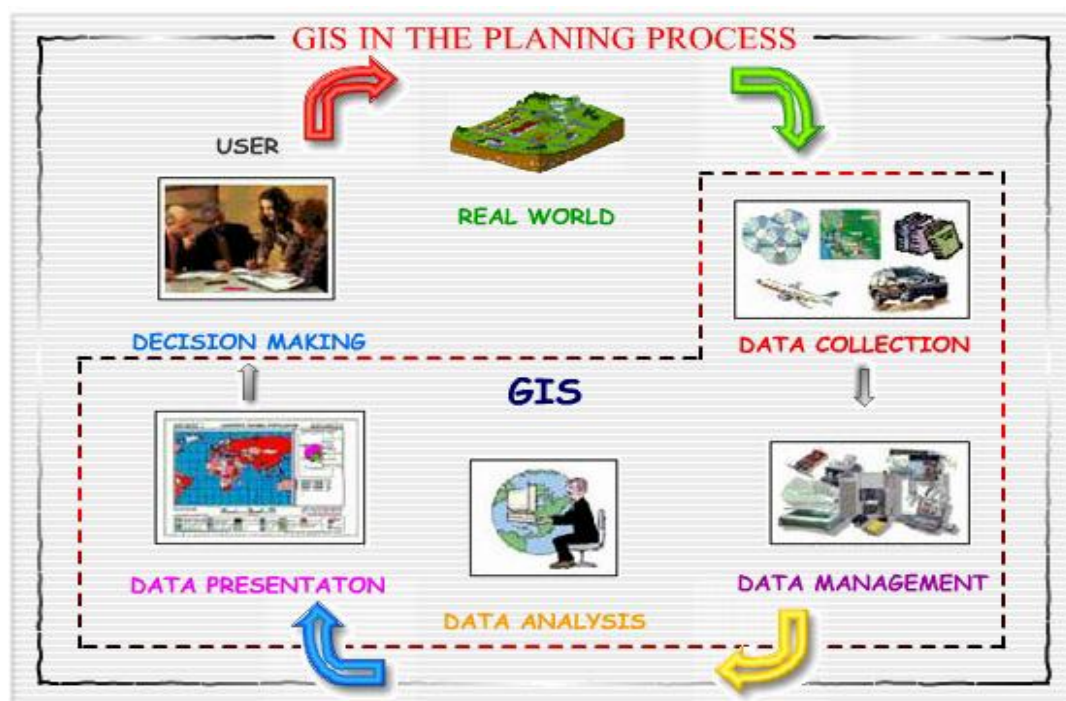
เป็นขั้นตอนการทำงาน หรือวิธีการในการนำเข้า การจัดเก็บ และการวิเคราะห์ของแต่ละหน่วยงานในการปฏิบัติการส่วนของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งผู้ใช้งานจะเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการกับข้อมูล เพื่อให้ตอบสนองวัตถุประสงค์ของการทำงานในหน่วยงานนั้น

3.3.3 กระบวนการทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ลักษณะการทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นการนำเอาข้อมูลหลายประเภทมาผสมผสานกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาตามต้องการ ซึ่งกระบวนการกระทำจะต้องเกี่ยวข้องกับส่วนต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์และโปรแกรมที่ใช้ประมวลผล ข้อมูลที่นำเข้า ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล การนำข้อมูลไปใช้งาน ซึ่งการทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.12

ภาพที่ 3.12

กระบวนการทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ที่มา : http://pcu.moph.go.th/knowhow/myth_gis.html

1. การวิเคราะห์ปัญหาหรือการกำหนดวัตถุประสงค์

การกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นขั้นตอนแรกและสำคัญที่สุดในการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยต้องทราบวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนก่อนการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ว่าต้องการแก้ไขปัญหาอะไร ปัญหาดังกล่าวสามารถตอบได้โดยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์หรือไม่ และผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิเคราะห์คืออะไร

2. การจัดเตรียมฐานข้อมูล

- การนำเข้าข้อมูล ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลง ให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลขเสียก่อน เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลหรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมทั้งการแปลงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ได้จากเครื่องมือหาค่าพิกัดบนพื้นโลก อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้า เช่น สแกนเนอร์หรือคีย์บอร์ด เป็นต้น

- การจัดเก็บและการจัดการฐานข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นข้อมูลประเภทเวกเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล 3 ประเภท คือ จุด ลายเส้น และ

พื้นที่หรืออาณาบริเวณ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บโดยอ้างอิงจากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ และในการจัดการฐานข้อมูลนิยมใช้โครงสร้างตามหลักการของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System: RDBMS) เพื่อการจัดการฐานข้อมูล เช่น Microsoft Access, Oracle และ dBase ในการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกราฟฟิคและข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ได้ โดยตารางข้อมูลที่ใช้อธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่หรือที่เรียกว่า Attribute จะถูกจัดเก็บในรูปแบบที่สัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อให้เป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องและง่ายต่อการปรับแก้และเรียกใช้ข้อมูลแต่ละเรื่องควรแยกเก็บแต่ละแฟ้มข้อมูลและแยกจากข้อมูลกราฟฟิคหรือข้อมูลเชิงพื้นที่ แต่ต้องมีรายละเอียดในรายการใดรายการหนึ่งที่มีค่าและคุณลักษณะ(ตัวเลขหรือตัวอักษร)ที่เหมือนกันเพื่อใช้เชื่อมโยงตารางข้อมูลเข้ากับข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือเชื่อมโยงตารางข้อมูลหนึ่งกับอีกตารางหนึ่ง การใช้ระบบฐานข้อมูลมีข้อดีดังต่อไปนี้

- ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล การนำข้อมูลเรื่องเดียวกันมาจัดเก็บอย่างเป็นระบบในฐานข้อมูลหนึ่งและให้บริการแก่ผู้ใช้ซึ่งอาจมีได้มากกว่า 1 กลุ่ม เป็นการประหยัดทรัพยากรและมีความสะดวกในการควบคุมคุณภาพของข้อมูล
- สามารถกำหนดสิทธิในการใช้ข้อมูลของผู้ใช้ได้ การเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลซึ่งเป็นศูนย์กลางและจัดการบริการให้กับผู้ใช้หลายกลุ่ม ผู้จัดการฐานข้อมูลสามารถกำหนดสิทธิในการใช้ข้อมูลให้กับผู้ใช้แต่ละกลุ่มได้ตามระดับความจำเป็นในการทำงาน
- สามารถควบคุมมาตรฐาน ผู้บริหารฐานข้อมูลเป็นผู้ควบคุมมาตรฐานด้านต่างๆ ของข้อมูล การรวมข้อมูลไว้ที่ศูนย์กลางทำให้การบริหารมาตรฐานดำเนินการได้สะดวก
- สามารถควบคุมความปลอดภัยของฐานข้อมูล เนื่องจากผู้ใช้หลายกลุ่มถูกกำหนดสิทธิในการเข้าใช้ข้อมูลแตกต่างกันไป การกำหนดระดับของผู้ใช้จึงเป็นกลไกสำคัญในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล
- สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูล หมายถึง การที่ข้อมูลมีคุณสมบัติสอดคล้องกับความเป็นจริง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีความสามารถในการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่หลายๆ ชั้นข้อมูล มาซ้อนทับกันเพื่อทำการวิเคราะห์และกำหนดเงื่อนไขต่างๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์ตามวัตถุประสงค์ หรือตามแบบจำลองซึ่งอาจเป็นการเรียกค้นข้อมูลอย่างง่าย หรือซับซ้อน เช่น โมเดลทางสถิติหรือโมเดลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากชั้นข้อมูลต่างๆ ถูกจัดเก็บโดยอ้างอิง

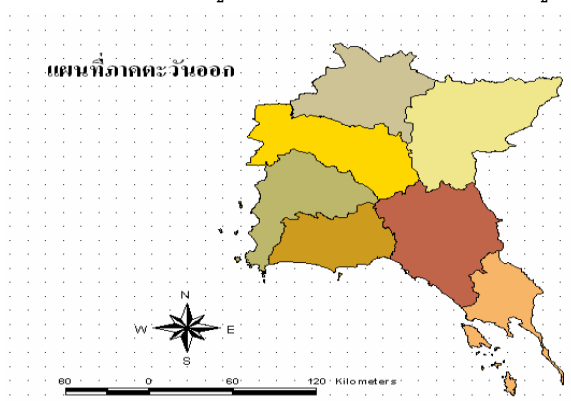
ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ มีการจัดเก็บอย่างมีระบบและประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ผลที่รับจากการวิเคราะห์จะเป็นอีกชั้นข้อมูลหนึ่งที่มีลักษณะแตกต่างไปจากชั้นข้อมูลเดิม

4. การนำเสนอข้อมูล

ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำเสนอหรือแสดงผลได้ทั้งบนจอ คอมพิวเตอร์ ผลิตออกเป็นเอกสาร (แผนที่และตาราง) หรือสามารถแปลงข้อมูลเหล่านั้นไปสู่ระบบการทำงานในโปรแกรมอื่นๆ ในรูปแบบของแผนที่ แผนภูมิ หรือตารางได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13

ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์



ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

3.3.4 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System)

เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆบนพื้นโลก ด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด และลองจิจูด ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิดของละติจูด และลองจิจูด ที่กำหนดขึ้นสำหรับศูนย์กำเนิดของละติจูดนั้น กำหนดขึ้นจากแนวระดับ ที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับแกนหมุน เรียกแนวระนาบศูนย์กำเนิดนั้นว่า เส้นศูนย์สูตร ซึ่งแบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ฉะนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด จะเป็นค่าเชิงมุมที่เกิดจากมุมที่ศูนย์กลางของโลก กับแนวระดับฐานกำเนิดมุมที่เส้นศูนย์สูตรที่วัดค่าของมุมออกไปทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ มีค่าเชิงมุม 90 องศาพอดี ดังนั้นการใช้ค่าระยะเชิงมุมของละติจูดอ้างอิงบอกตำแหน่งต่างๆ นอกจากจะกำหนดเรียกค่าวัดเป็น องศาลิปดาและฟิลิปดาแล้วจะบอกซีกโลกเหนือหรือใต้กำกับด้วยเสมอ

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบที่รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่จากแหล่งข้อมูลและมาตราส่วนต่างๆ ดังนั้นระบบค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะหากข้อมูลดังกล่าวใช้ระบบอ้างอิงที่แตกต่างกันจะทำให้ไม่สามารถซ้อนทับ หรือซ้อนทับได้แต่มีตำแหน่งที่ผิดพลาด หรือการเชื่อมต่อข้อมูลแผนที่ที่อยู่ใกล้เคียงกัน ไม่สามารถดำเนินการได้

พิกัดภูมิศาสตร์ สามารถหาได้ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก ซึ่งเป็นระบบบอกพิกัดผ่านทางดาวเทียมซึ่งดาวเทียมจะบินโคจรสูงจากระดับพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร ดาวเทียมเหล่านี้จะคอยส่งสัญญาณให้กับเครื่องลูกข่าย เพื่อบอกพิกัดตำแหน่งบนผิวโลกได้ตลอด 24 ชั่วโมง งานการสร้างแผนที่ระบบเชิงตัวเลข เป็นงานหนึ่งที่มีความจำเป็นมากจะต้องใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลกในการสำรวจและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ภาคสนาม นอกจากนี้ได้มีการใช้งาน เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก ในรูปแบบของการกำหนดพิกัดของสถานที่ต่าง ๆ การทำแผนที่ การนำทาง ระบบการควบคุมยานพาหนะ การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

3.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการเชิงเศรษฐศาสตร์

ในการที่จะตัดสินใจลงทุนในโครงการต่าง ๆ นั้น มีวิธีการประเมินโครงการลงทุนโดยการเปรียบเทียบผลประโยชน์กับค่าการลงทุนเพื่อวัดความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ แสดงได้หลายรูปแบบ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

3.4.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิซึ่งถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งได้ปรับค่าของระยะเวลาแล้ว มุ่งวัดเพื่อดูว่าโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นจะให้ผลตอบแทนหรือมีกำไรหรือไม่ กล่าวคือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณออกมาได้มีค่ามากกว่าศูนย์หรือเป็นบวกแสดงว่าผลประโยชน์สูงกว่าต้นทุน ซึ่งจะเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า ตรงกันข้ามถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณออกมาได้เป็นค่าลบหรือต่ำกว่าศูนย์แสดงว่าการลงทุนในโครงการนั้นจะไม่คุ้มค่า เกณฑ์นี้จึงใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธโครงการได้ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณดังสมการที่ 3.7 และ 3.8

$$NPV = PVB - PVC \quad (3.7)$$

หรือ

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (3.8)$$

โดยที่ N = อายุของโครงการ (ปี)

t = ระยะเวลาของโครงการ (ปี) เมื่อ $t = 1, 2, \dots, N$

B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

i = อัตราดอกเบี้ย

ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB) หาได้จาก

$$PVB = \sum_{t=1}^N \frac{B_t}{(1+i)^t} \quad (3.9)$$

ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (PVC) หาจาก

$$PVC = \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (3.10)$$

สำหรับเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจว่าสมควรลงทุนในโครงการแต่ละโครงการหรือไม่ เกณฑ์ในการตัดสินใจให้ดูที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่ามากกว่าศูนย์ แสดงว่าจำนวนผลประโยชน์สุทธิมีค่าเป็นบวก ถือว่าโครงการนั้นคุ้มค่าเหมาะสมที่จะลงทุนได้

3.4.2 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C)

เกณฑ์นี้แสดงถึงอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการ ต้นทุนรวมในที่นี้คือ ต้นทุนทางด้านทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ซึ่งหมายถึงต้นทุนทั้งสิ้นที่ไม่มีการแยกว่าเป็นค่าใช้จ่ายประเภทใดกล่าวคือ หากอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่ามากกว่าหนึ่งจะถือว่าโครงการนั้นคุ้มค่าหมายความว่าผลตอบแทนที่ได้จากโครงการจะมีมากกว่าต้นทุนที่เสียไป โดยมีสูตรในการคำนวณดังสมการที่ 3.11 และ 3.12

$$B/C = \frac{PVB}{PVC} \quad (3.11)$$

หรือ

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (3.12)$$

3.4.3 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนของโครงการคือผลตอบแทนของเงินลงทุนตลอดอายุโครงการ เป็นร้อยละหรืออัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ เท่ากับศูนย์ เกณฑ์การตัดสินใจนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ แตกต่างกัน ตรงที่เปลี่ยนจาก i ซึ่งเป็นอัตราดอกเบี้ยมาเป็น r หรืออัตราคิดลดเท่านั้น การคำนวณ ค่าอัตราผลตอบแทนภายใน ดังสมการที่ 3.13

$$\sum_{t=1}^N \frac{B_t - C_t}{(1 + IRR)^t} = 0 \quad (3.13)$$

หลักเกณฑ์การตัดสินใจที่จะยอมรับโครงการมีความคุ้มค่าลงทุนคือ IRR มีค่า มากกว่าค่าเสียโอกาสของทุนหรืออัตราดอกเบี้ย