บทที่ 2
ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษา ที่ได้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ และการดำเนินศึกษา มีดังต่อไปนี้

2.1 นิยามของภัยอันเกิดจากน้ำ

พระราชบัญญัติป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน พ.ศ.2522 ได้ให้ความหมายของภัยพิบัติ (Disaster) ว่า เป็นภัยที่เกิดขึ้นแก่สาธารณชน ได้แก่ อัคคีภัย วาตภัย อุทกภัย ตลอดจนภัยอื่นๆ อันเป็นสาธารณะ ไม่ว่าจะเกิดจากธรรมชาติหรือมีผู้กระทำให้เกิดขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิต ร่างกายของประชาชนหรือความเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชนหรือของรัฐ (กรมวิชาการ, 2538) พอที่จะกล่าวอย่างง่ายๆ ว่า เป็นภัยที่เกิดแก่คนหมู่มาก เกิดได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ อาจเกิดอย่างฉับพลันหรือค่อยๆ เกิดขึ้น

องค์การสหประชาชาติได้ให้คำนิยามของคำว่า “ภัยพิบัติ” ว่า เป็นเหตุการณ์ที่มีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์หรือโดยธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิต และทรัพย์สินของมนุษย์และสภาพแวดล้อมเกินกว่าความสามารถของชุมชนที่ประสบภัยจะใช้ทรัพยากรของตนเข้าจัดการกับสถานการณ์นั้นได้ (กรมการปกครอง, 2544)

2.1.1 อุทกภัย

ความรุนแรงของภัยธรรมชาติสำหรับประเทศในแถวเอเชียและโดยรอบมหาสมุทรแปซิฟิคนั้นมีสูง โดยประเทศไทยได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงมากจากอุทกภัย โดยทั่วไปสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการขยายตัวของเมือง ประกอบกับการบุกรุกที่ทำกินบริเวณริมแม่น้ำ การขยายตัวของเมือง ทำให้สภาพทางกายภาพของพื้นที่เปลี่ยนไป เช่นการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ (Impermeable Area) การสร้างระบบระบายน้ำโดยท่อหรือรางระบายน้ำ เป็นต้น พฤติกรรมต่างๆ เหล่านี้มี ผลกระทบต่อวัฏจักรทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ กล่าวคือ จะทำให้มีอัตราการไหลนองมากขึ้น ในขณะที่มีการไหลซึมของน้ำลงใต้ดินต่ำลง ในสถานการณ์เช่นนี้จะทำให้อัตราการไหลสูงสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รวมทั้งความถี่ของการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม เพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันการบุกรุกที่ทำกินในช่วงเวลาที่มีอัตราการไหลน้อยๆ ติดต่อกันหลายปี เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขึ้นจึงเกิดความเสียหายมาก

จากรายงานวิจัยการพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (ธวัชชัย ติงสัญชลีและคณะ, 2546) ได้แบ่งลักษณะของ “น้ำท่วม” สามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการเกิด ดังนี้

1) น้ำท่วมล้นฝั่ง เป็นน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเป็นฤดูกาล เนื่องจากน้ำเหนือมีปริมาณมากและไหลมายังท้ายน้ำ ซึ่งพื้นที่ใดอยู่ต่ำก็จะล้นฝั่งเข้าท่วมบ้านเรือนเสียหาย

2) น้ำท่วมชายฝั่ง เป็นน้ำท่วมที่เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งริมทะเล

3) น้ำท่วมเมือง เป็นน้ำท่วมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่การใช้ที่ดินจากอดีตที่เป็นทุ่งนา ป่าไม้มาเป็นพื้นที่ชุมชน ซึ่งเมื่อมีฝนตกเกิดสภาพน้ำขังที่เกิดจากข้อจำกัดทางด้านการระบายน้ำ จึงส่งผลให้เกิดน้ำสูงขึ้น

4) น้ำท่วมฉับพลัน เป็นน้ำท่วมที่เกิดจากฝนตกหนัก โดยเฉพาะบริเวณที่ราบเชิงเขา ซึ่งจะส่งผลให้ระดับน้ำสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและไหลเข้าสู่พื้นที่เมืองภายในระยะเวลาเป็นรายนาทีหรือชั่วโมง

2.1.2 ระบบป้องกันน้ำท่วม (Environment Agency, 2002)

จากรายงานการศึกษาของ Environment Agency ในปี 2002 ถึงระบบป้องกันน้ำท่วมที่ใช้กันทั่วโลกมี 4 รูปแบบหลักๆ คือ

2.1.2.1 วิธีเก็บกักและระบายน้ำออกในอัตราที่กำหนด (Flood Storage)

วิธีนี้เป็นการเก็บกักน้ำในช่วงที่มีปริมาณมากไว้ในที่ลุ่มก่อนที่น้ำจะไหลเข้าสู่พื้นที่สำคัญหรือก่อสร้างเขื่อนเพื่อปิดกั้นลำน้ำเพื่อกักเก็บน้ำและสร้างอาคารเพื่อควบคุมการไหลของน้ำ เพื่อประโยชน์ในหลายๆด้านอาทิ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทาน การประมงและการป้องกันและบรรเทาภัยจากน้ำเป็นต้น

2.1.2.2 วิธีเพิ่มขนาดทางน้ำเพื่อเพิ่มการรองรับอัตราการไหล (Channel Improvement)

วิธีนี้เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการไหลของน้ำในลำน้ำโดยตรง ด้วยการขุดขยายทั้งความกว้างและลึกรวมถึงทำลายสิ่งกีดขวางที่เป็นอุปสรรคต่อการไหลเพื่อให้น้ำมีระดับต่ำกว่าตลิ่งและไม่ไหลล้นเข้าท่วมพื้นที่

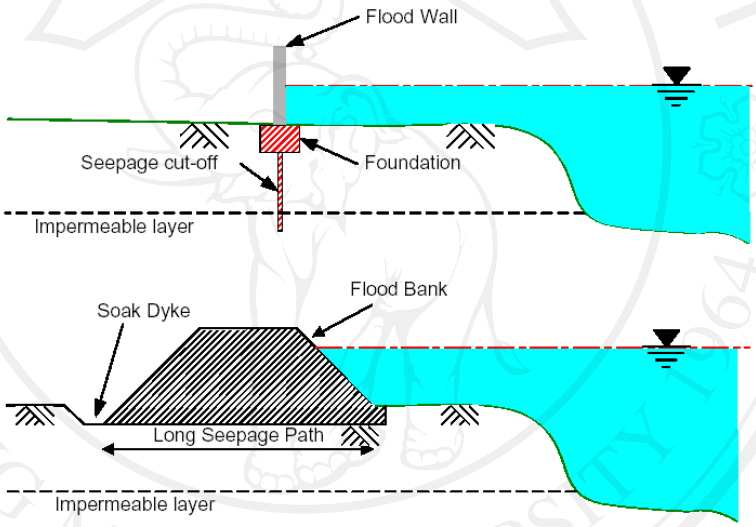
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2.3 วิธีทำทางผันน้ำ (Diversion Channel)

วิธีนี้เป็นการลดปริมาณน้ำ โดยผันน้ำหรือตัดแบ่งน้ำบางส่วนไม่ให้ไหลผ่านพื้นที่สำคัญ ด้วยการก่อสร้างอาคารบังคับน้ำให้ไหลเข้าสู่ทางน้ำธรรมชาติหรือที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อบังคับให้ไหลอ้อมพื้นที่สำคัญและไหลลงลำน้ำเดิมด้านท้ายโดยไม่ไหลล้นตลิ่งในช่วงที่ไหลผ่านพื้นที่สำคัญ

2.1.2.4 วิธีสร้างระบบป้องกันน้ำไหลเข้าท่วมพื้นที่ (Flood walls/banks)

วิธีนี้เป็นการสร้างอาคารกั้นน้ำที่แนวริมตลิ่งหรือล้อมรอบพื้นที่สำคัญเพื่อกันไม่ให้น้ำไหลล้นเข้าท่วมโดยตรง



ที่มา http://www.waterstructures.com/pdf/130_1_ig.pdf

รูปที่ 2.1 รูปแบบทั่วไปของระบบป้องกันน้ำไหลเข้าท่วมพื้นที่แบบถาวร ลักษณะคันกั้นน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 นิยามของแผนที่น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม

Hunt (1984) ได้เสนอหลักเกณฑ์ในการกำหนดความรุนแรง และความเสี่ยงภัยจากบริเวณพื้นที่ต่างๆ ใน Geotechnical Engineering Investigation Manual โดยมีหลักเกณฑ์การกำหนดความรุนแรงและสภาพเสี่ยงน้ำท่วมในพื้นที่ต่างๆ ประกอบด้วยระดับความรุนแรงของน้ำท่วม (Flood Hazard Degree) และระดับเสี่ยงน้ำท่วม (Flood Risk Degree) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 โอกาสเกิดน้ำท่วม (Probability) ซึ่งโอกาสเกิดน้ำท่วมนี้มีความสัมพันธ์กับคาบย้อนกลับ (Return period) จึงกำหนดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมออกเป็น 4 ระดับคือ

2.2.1.1 น้ำท่วมไม่รุนแรง (No hazard flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมคล้ายกับสภาพปกติแต่มีปริมาณน้ำมากกว่าปริมาณน้ำในสภาพปกติเพียงเล็กน้อย

2.2.1.2 น้ำท่วมรุนแรงน้อย (Low hazard flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติโดยมีปริมาณน้ำมากประมาณ 1.25 ถึง 1.5 เท่าของสภาพปกติ มีคาบย้อนกลับของโอกาสเกิดน้ำท่วมระหว่าง 2 ถึง 5 ปี

2.2.1.3 น้ำท่วมรุนแรงปานกลาง (Moderate hazard flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากประมาณ 1.5 ถึง 2.0 เท่าของสภาพปกติ มีคาบย้อนกลับของโอกาสเกิดน้ำท่วมระหว่าง 5 ถึง 25 ปี

2.2.1.4 น้ำท่วมรุนแรงมาก (High hazard flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากกว่า 2.0 เท่าของสภาพปกติ มีคาบย้อนกลับของโอกาสเกิดน้ำท่วม มากกว่า 25 ปี

2.2.2 ระดับเสี่ยงน้ำท่วม มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมและการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่อาจเกิดน้ำท่วม จึงกำหนดระดับเสี่ยงน้ำท่วมออกเป็น 4 ระดับ คือ

2.2.2.1ระดับไม่เสี่ยงน้ำท่วม (No risk flooding degree) กำหนดให้เป็นน้ำท่วมที่ไม่ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน

2.2.2.2 ระดับเสี่ยงน้ำท่วมน้อย (Low risk flooding degree) กำหนดให้เป็นน้ำท่วมที่ทำให้เกิดความรำคาญไม่สะดวกในการสัญจรไปมา และสูญเสียทรัพย์สินไม่มากนัก

2.2.2.3 ระดับเสี่ยงน้ำท่วมปานกลาง (Moderate risk flooding degree) กำหนดให้เป็นน้ำท่วมที่ทำให้สูญเสียทรัพย์สินและสิ่งก่อสร้างมากขึ้น แต่ไม่มีการสูญเสียชีวิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2.4 ระดับเสี่ยงน้ำท่วมรุนแรง (High risk flooding degree) กำหนดให้เป็นน้ำท่วมที่ทำให้สูญเสียชีวิต และทรัพย์สินรวมทั้งสิ่งก่อสร้างมากขึ้นกว่าระดับเสี่ยงน้ำท่วมปานกลาง

2.2.3 แผนที่น้ำท่วม (Flood map) โดยทั่วไปมักจะจัดสร้างและเรียกชื่อต่างกันที่พบเห็นเป็นประจำประกอบไปด้วย

2.2.3.1 แผนที่แสดงพื้นที่น้ำท่วม (Inundation map) เป็นแผนที่แสดงอาณาบริเวณที่ถูกน้ำท่วมถึงจากเหตุการณ์ในอดีต

2.2.3.2 แผนที่แสดงระดับความรุนแรงน้ำท่วม (Flood hazard map) เป็นแผนที่แสดงระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นโดยขนาดของน้ำท่วม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับโอกาสที่เกิดขึ้นของน้ำท่วม

2.2.3.3 แผนที่แสดงความเสียหายของน้ำท่วม (Flood damage map) เป็นแผนที่แสดงอาณาบริเวณที่ได้รับความเสียหายคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

2.2.3.4 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood risk map) เป็นแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียชีวิต และทรัพย์สินที่เกิดจากน้ำท่วม

อย่างไรก็ตามประสบการณ์สำหรับประเทศไทยในการจัดสร้างแผนที่น้ำท่วม ยังมีข้อจำกัดหลายประการโดยเฉพาะเรื่องของฐานข้อมูลด้านความเสียหาย ดังนั้นแผนที่ที่ปรากฏจึงต้องมีการปรับปรุงให้สอดคล้องกับสภาพทางกายภาพของพื้นที่ที่เปลี่ยนไปตลอดเวลา

2.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์น้ำ

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการพยากรณ์น้ำ บริหารจัดการน้ำ และเป็นระบบช่วยประกอบการตัดสินใจ (Decision Supporting System) ได้แก่ แบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งเป็นแบบจำลองสำเร็จรูป (Software Package) พัฒนาขึ้นโดย DHI Water & Environment ประเทศเดนมาร์ก ได้ประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในลุ่มน้ำต่าง ๆ หลายประเทศ สำหรับประเทศไทยได้ประยุกต์ใช้ MIKE 11 ที่โครงการป้องกันบรรเทาอุทกภัยลุ่มน้ำท่าตะเภา จังหวัดชุมพร เป็นโครงการแรก และแบบจำลองนี้ได้ถูกประยุกต์ใช้ในหลายหน่วยงานด้วยกัน เช่น กรมทรัพยากรน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบจำลอง MIKE 11 เป็นแบบจำลองที่ประกอบด้วยแบบจำลองย่อยหลายแบบจำลอง (Several Modules) สามารถเชื่อมต่อกันและทำงานร่วมกัน โดยมีระบบฐานข้อมูลที่ช่วยทำให้การจัดเก็บข้อมูล และการเรียกใช้ข้อมูลมีความสะดวก รวดเร็ว และใช้งานได้ง่าย ใช้สำหรับคำนวณปริมาณน้ำท่า จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในลุ่มน้ำ และคำนวณการไหลในแม่น้ำ ร่วมทั้งการไหลผ่านโครงการชลศาสตร์ต่าง ๆ เช่น ฝายน้ำล้น ประตูระบายน้ำ และคลองผันน้ำ เป็นต้น

นอกจากนี้ ในแบบจำลอง MIKE 11 ยังมีแบบจำลองย่อยที่พยากรณ์ปริมาณน้ำหรือระดับน้ำตามจุดต่าง ๆ ล่วงหน้าได้อีกด้วย

แบบจำลอง MIKE 11 ประกอบด้วยแบบจำลองย่อยต่าง ๆ ดังนี้

- แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า หรือ NAM Model (NAM)
- แบบจำลองการไหลของน้ำในลำน้ำ หรือ Hydrodynamic Module (HD)
- แบบจำลองการควบคุมอาคารทางชลศาสตร์หรือ Structure Operation Module (SO)
- แบบจำลองการพยากรณ์น้ำ หรือ Data Assimilation Module (DA)
- แบบจำลองทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ MIKE 11 GIS

แบบจำลอง MIKE 11 HD หรือ Hydrodynamic เป็นแบบจำลองทางชลศาสตร์ที่ใช้คำนวณการไหลของน้ำในแม่น้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลา (Unsteady Flow) แบบจำลอง Hydrodynamic สามารถที่จะนำไปใช้กับการไหลในแม่น้ำธรรมชาติ การไหลบริเวณปากแม่น้ำที่มีการขึ้นลงของน้ำทะเล การไหลในระบบแม่น้ำที่มีลำน้ำสาขาหรือเป็น Loop หรือการไหลในแม่น้ำที่มีโครงสร้างชลศาสตร์ควบคุมการไหล เป็นต้น แบบจำลอง Hydrodynamic ใช้ข้อมูลรูปตัดทางน้ำเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ ซึ่งแบบจำลอง Hydrodynamic ทำงานร่วมกับแบบจำลอง NAM โดยจะนำปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลอง NAM มาเป็นข้อมูล และคำนวณระดับน้ำที่รูปตัดต่าง ๆ ทุกรูปตัด และคำนวณปริมาณน้ำที่จุดกึ่งกลางระหว่างรูปตัด ทำให้สามารถติดตามการไหลของน้ำตลอดลำน้ำ

การประยุกต์แบบจำลองการไหลของน้ำในลำน้ำ หรือ Hydrodynamic Module (HD) สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน จะใช้รูปตัดของทางน้ำมาสร้างแบบจำลอง จำนวน 6 ลำน้ำ ประกอบด้วย ลำน้ำแม่งัด ลำน้ำแม่ออน ลำน้ำแม่แตง ลำน้ำแม่กวง ลำน้ำแม่ริม และลำน้ำแม่ปิงสายหลัก นอกจากนี้ในส่วนของลำน้ำปิงได้กำหนดรูปตัดเพิ่มเติม เพื่อจำลองการไหลในพื้นที่น้ำท่วมถึงทั้งด้านฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของแม่น้ำ และในปี 2550 กรมชลประทาน ได้ทำการสำรวจรูปตัดลำน้ำปิงจากบริเวณสบน้ำแม่แตงถึงบริเวณสบน้ำแม่กวง จำนวน 755 รูปตัด ระยะทาง 82.518 กิโลเมตร นำมาประกอบในแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสร้างโครงข่ายของลำน้ำสำหรับแบบจำลองลุ่มน้ำปิงตอนบน (River Network) จะประกอบด้วยแม่น้ำที่สำคัญต่าง ๆ จำนวน 8 สาย และมีคลองที่สร้างขึ้นมาเพื่อเชื่อมแม่น้ำสายหลักและพื้นที่น้ำท่วมถึงจำนวน 21 คลอง นอกจากนี้ยังมีฝายน้ำล้นตามลำน้ำจำนวน 19 แห่ง

ในการปรับเทียบแบบจำลอง Hydrodynamic จะปรับให้ค่าระดับน้ำและปริมาณน้ำมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ตรวจวัดจริง โดยปกติจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องต่าง ๆ ดังนี้

- เวลาเกิด Peak ตรงกัน, ขนาดของ Peak ใกล้เคียงกัน
- รูปร่างกราฟน้ำท่าเหมือนกัน

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับปรับเทียบแบบจำลอง Hydrodynamic ได้แก่

- Resistance Number (M) หรือ Manning's Number (n) เป็นที่เปลี่ยนตาม Profile ลำน้ำ โดยในแต่ละรูปตัดลำน้ำสามารถกำหนดค่า M ได้เพียงค่าเดียว นอกจากจะกำหนดหน้าตัดการไหลให้เป็นแบบ Triple Zone ซึ่งสามารถกำหนดค่า M ได้ 3 ค่า ตามแต่ละ Zone ค่า M กำหนดในไฟล์ Hydrodynamic Parameter
- Resistance Factor (Rf) เป็นค่าที่กำหนดในไฟล์รูปตัดลำน้ำ โดยกำหนดเป็น Process Data ค่า Rf สามารถกำหนดให้ผันแปรตามค่าระดับในแต่ละรูปตัด
- Relative Resistance (Rr) เป็นค่าที่กำหนดในไฟล์รูปตัดลำน้ำเช่นกัน โดยกำหนดในส่วนที่เป็น Raw Data สามารถกำหนดให้เปลี่ยนแปลงตามจุด Coordinate ต่าง ๆ ของรูปตัด

การกำหนดขอบเขตของแบบจำลอง (Boundary) เป็นการปริมาณน้ำที่ไหลเข้าแบบจำลองด้าน Up Stream ของลำน้ำตาม River Network และค่า Rating Curve ด้านท้ายน้ำของ River Network รวมถึงข้อมูลด้านอื่น ๆ ประกอบด้วย

- Rating Curve ที่ฝายหนองสลึก
- ปริมาณฝนเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อยต่างๆ
- อัตราการคายระเหยของลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ
- ปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารหรือการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำต่าง ๆ

ในการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของแม่น้ำต่าง ๆ ในลุ่มน้ำปิงตอนบน ได้ทำการปรับเทียบจาก Rating Curve เฉลี่ยของสถานีวัดน้ำต่าง ๆ (สถานี P.1, P.67) เพื่อให้ได้ค่าระดับน้ำและปริมาณน้ำสอดคล้องกันทุก ๆ ค่าของระดับน้ำ ซึ่งพบว่าในแม่น้ำปิงสายหลัก มีค่า Manning Number ประมาณ 30 (ค่า Manning n ประมาณ 0.033) โดยมีการปรับค่า Resistance Factor เล็กน้อยในแม่น้ำปิงบริเวรก่อนเข้าตัวเมือง ซึ่งค่า Resistance Factor ที่ปรับมีค่าระหว่าง 0.80-1.00 ภายหลังจากที่ได้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ แล้ว ได้ทำการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์กับข้อมูลปริมาณน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และระดับน้ำที่วัดจริง แต่อย่างไรก็ตามค่าระดับน้ำวัดได้ในแต่ละปีอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของรูปตัดลำน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงทุกปี ดังนั้นจึงต้องทำการปรับค่าระดับน้ำให้อยู่บนพื้นฐานของรูปตัดปัจจุบัน (รูปตัดที่ใช้ทำแบบจำลอง) ส่วนค่าปริมาณน้ำถือว่าเป็นค่าที่ใช้ได้เนื่องจากคำนวณหาจาก Rating Curve ปีต่อปีแล้ว และค่าปริมาณน้ำจะใช้เป็นค่าที่คำนวณหาระดับน้ำของแต่ละปีจาก Rating Curve ปัจจุบัน

2.3.1 หลักการวิเคราะห์แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำ (Hydrodynamic)

แบบจำลอง MIKE 11 HD หรือ Hydrodynamic เป็นแบบจำลองทางชลศาสตร์ที่ใช้คำนวณการไหลของน้ำในแม่น้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลา (Unsteady Flow) แบบจำลอง Hydrodynamic สามารถที่จะนำไปใช้กับการไหลในแม่น้ำธรรมชาติ การไหลบริเวณปากแม่น้ำที่มีการขึ้นลงของน้ำทะเล การไหลในระบบแม่น้ำที่มีลำน้ำสาขาหรือเป็น Loop หรือการไหลในแม่น้ำที่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ควบคุมการไหล เป็นต้น แบบจำลอง Hydrodynamic ใช้ข้อมูลรูปตัดเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ ซึ่งแบบจำลอง Hydrodynamic ทำงานร่วมกับแบบจำลอง NAM โดยจะนำปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลอง NAM มาเป็นข้อมูลและคำนวณระดับน้ำที่รูปตัดต่าง ๆ ทุกรูปตัด และคำนวณปริมาณน้ำที่จุดกึ่งกลางระหว่างรูปตัด ทำให้สามารถติดตามการไหลของน้ำได้ตลอดทั้งแม่น้ำ หลักการทำงานหรือแนวคิดของแบบจำลองอธิบายได้ดังนี้

1) แบบจำลอง Hydrodynamic เป็นแบบจำลองที่นำกฎเกณฑ์ทางวิศวกรรมมาเลียนแบบลักษณะทางธรรมชาติของหรือสภาพสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ที่มีอยู่จริง โดยกฎเกณฑ์การไหลที่ใช้ได้แก่ กฎทรงมวล (Conservation of Mass) และกฎทรงโมเมนตัม (Conservation of Momentum) หรือที่เรียกว่า สมการของ Saint Venant ซึ่งมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial A}{\partial t}=q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial\left(\alpha\frac{Q^2}{A}\right)}{\partial x}+gA\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{gQ|Q|}{C^2AR}$$

เมื่อ Q = discharge

A = flow area

q = lateral inflow

h = stage above datum

C = Chezy resistance coefficient

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

R = hydraulic or resistance radius

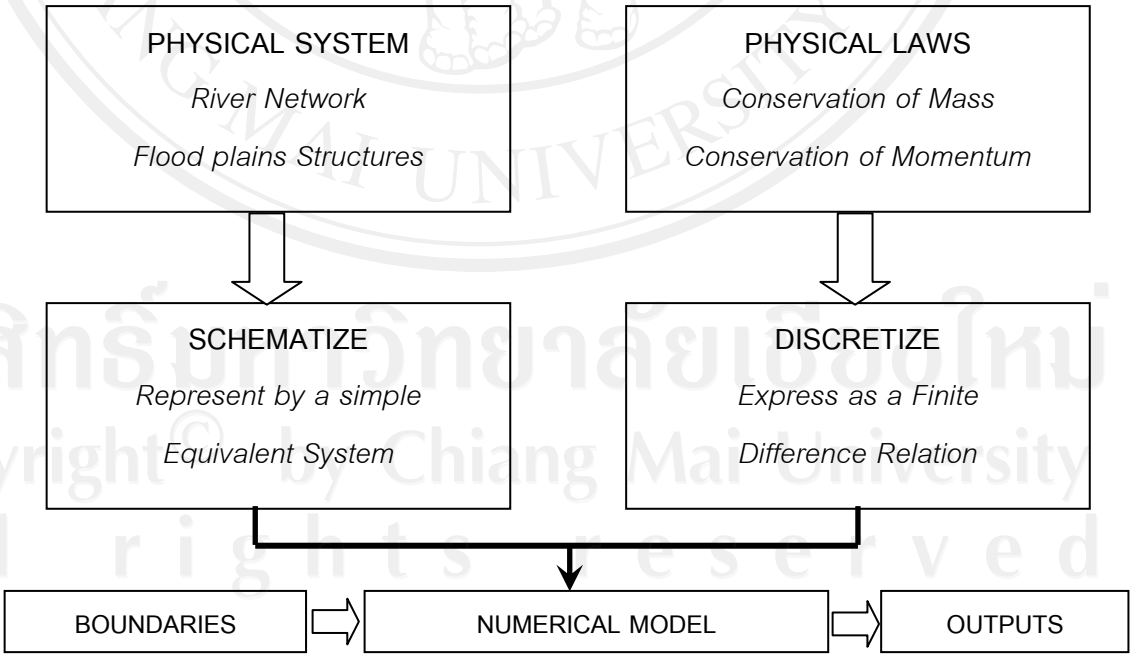
α = momentum distribution coefficient

สมมติฐานที่ใช้ในสมการของ Saint Venant มีดังนี้

- ของไหลมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน และไม่สามารถบีบอัดได้
- การไหลเป็นแบบ 1 มิติ – ความเร็วสม่ำเสมอ ตลอดหน้าตัดการไหล
- ความชันท้องน้ำน้อย
- ค่าพารามิเตอร์ของรูปตัดมีการเปลี่ยนแปลงตามยาวน้อย
- สามารถนำหลักของ Hydrodynamic pressure มาใช้

2) จากลักษณะการไหลในแม่น้ำซึ่งไม่สามารถจำลองได้ทั้งหมด จำเป็นต้องกำหนดจุดตัวแทน ซึ่งได้แก่ ตำแหน่งรูปตัดลำน้ำ หรือจุดที่ตั้งอาคารชลศาสตร์ต่าง ๆ เป็นต้น เช่นเดียวกับสมการการไหล ซึ่งเป็นสมการที่มีความซับซ้อนไม่สามารถแก้สมการได้โดยตรง จำเป็นต้องหาวิธีการที่ใช้คำนวณการไหลตามจุดต่าง ๆ โดยวิธีการที่ใช้ได้แก่ การนำวิธี Finite Difference มาแก้สมการการไหล

3) ในขั้นตอนสุดท้ายของการทำงานได้นำวิธีการทางด้านคณิตศาสตร์ (Numerical Method) มาช่วยในการคำนวณ โดยในการคำนวณจำเป็นต้องทราบค่าที่จุด Boundary ต่าง ๆ



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของแบบจำลอง Hydrodynamic

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยปกติการจัดทำแบบจำลอง Hydrodynamic จะต้องมีการกำหนดขอบเขต (Boundary) ทั้งทางด้านเหนือน้ำ (รูปตัดแรก) และทางด้านท้ายน้ำ (รูปตัดสุดท้าย) โดยข้อมูลที่ใช้เป็น Boundary ในแบบจำลอง มี 3 ประเภท และกำหนดใช้ต่างกันดังนี้

ปริมาณน้ำ, Q ส่วนใหญ่ใช้เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำ (Upstream Boundary) การไหลเข้าด้านข้าง (Side flow) อาคารที่ควบคุมการไหลด้วยปริมาณน้ำ Pump เป็นต้น

- ระดับน้ำ, h ส่วนใหญ่ใช้เป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำ เช่น จุดออกสู่ทะเล หรืออ่างเก็บน้ำ เป็นต้น
- Rating Curve, Q-H ใช้เป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำ ไม่สามารถนำไปใช้เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำได้

นอกเหนือจาก Boundary ที่จะต้องกำหนดให้กับแบบจำลองแล้ว ยังต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้น (Initial Condition) ให้ grid point หรือที่ตำแหน่งรูปตัดต่าง ๆ ทั้งค่าระดับน้ำ และค่าปริมาณน้ำด้วย

2.3.2 การปรับเทียบแบบจำลอง

การปรับเทียบแบบจำลอง Hydrodynamic จะปรับให้ค่าระดับน้ำและปริมาณน้ำมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ตรวจวัดจริง โดยปกติจะต้องตรวจสอบความสอดคล้อง ดังนี้

- เวลาเกิด Peak ตรงกัน
- ขนาดของ Peak ใกล้เคียงกัน
- รูปร่างกราฟน้ำท่าเหมือนกัน

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับปรับเทียบแบบจำลอง Hydrodynamic ได้แก่

- Resistance number (M) หรือ Manning's number (n) เป็นค่าที่เปลี่ยนตาม Profile ลำน้ำ โดยในแต่ละรูปตัดลำน้ำสามารถกำหนดค่า M ได้เพียงค่าเดียว นอกจากจะกำหนดหน้าตัดการไหลให้เป็นแบบ Triples zone ซึ่งสามารถกำหนดค่า M ได้ 3 ค่า ตามแต่ละ zone ค่า M กำหนดในไฟล์ Hydrodynamic Parameter
- Resistance Factor (Rf) เป็นค่าที่กำหนดในไฟล์รูปตัดลำน้ำ โดยกำหนดในการ Process Data ค่า Rf สามารถกำหนดให้ผันแปรตามค่าระดับน้ำในแต่ละรูปตัด
- Relative Resistance (Rr) เป็นค่าที่กำหนดในไฟล์รูปตัดลำน้ำเช่นกัน โดยกำหนดในส่วนที่เป็น Raw Data ค่า Rr สามารถกำหนดให้เปลี่ยนแปลงตามจุด coordinate ต่าง ๆ ของรูปตัด

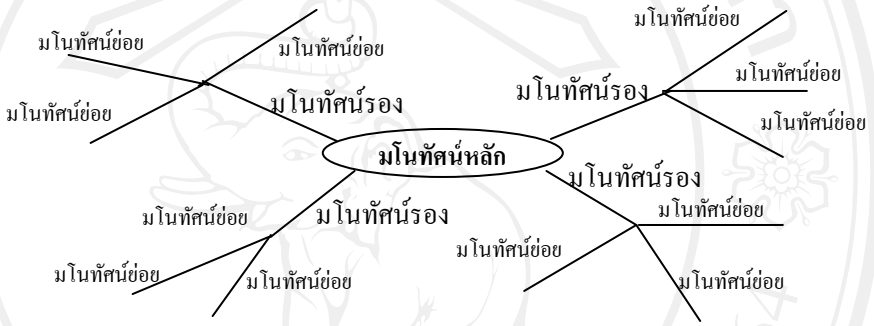
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 กระบวนการพัฒนาความคิด (Thinking Development Procedure)

รูปแบบกรอบมโนทัศน์ มี 4 รูปแบบ ประกอบด้วย

- ผังความคิด (Mind Mapping)
- ผังใยแมงมุม (Web Diagram)
- แผนภูมิเวนน์ (Venn Diagram)
- ผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

2.4.1 ผังความคิด (Mind Mapping)



รูปที่ 2.3 ลักษณะการเขียนผังความคิด

ใช้แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน **เทคนิคการคิด คือ นำประเด็นใหญ่ ๆ มาเป็นหลัก**

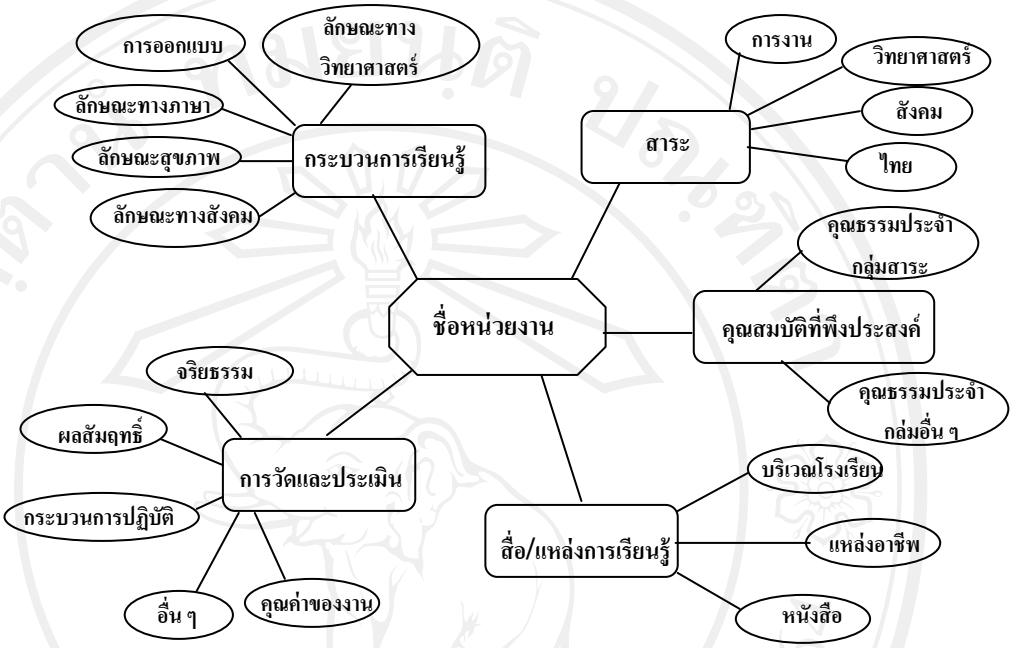
การนำไปใช้

1. ใช้ระดมพลังสมอง
2. ใช้นำเสนอข้อมูล
3. ใช้จัดระบบความคิดและช่วยความจำ
4. ใช้วิเคราะห์เนื้อหาหรืองานต่าง ๆ
5. ใช้สรุปหรือสร้างองค์ความรู้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.2 ผังใยแมงมุม (Web Diagram)

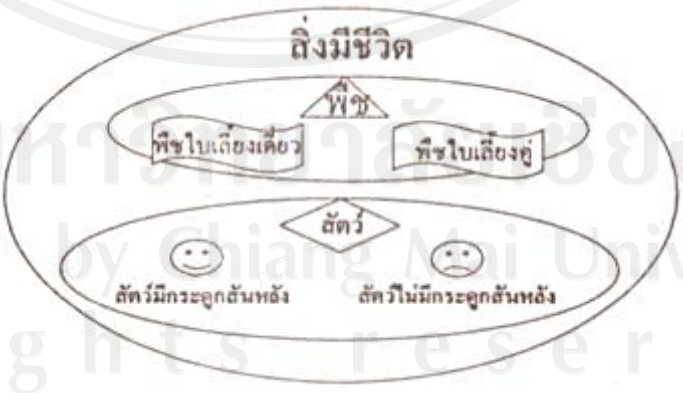
ใช้แสดงในการแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆของข้อมูลในการวิเคราะห์



รูปที่ 2.4 ลักษณะการเขียนผังใยแมงมุม

มีลักษณะใกล้เคียงกับการเขียนผังความคิด

2.4.3 แผนภูมิเวนน์ (Venn Diagram)



รูปที่ 2.5 ลักษณะการเขียนแผนภูมิเวนน์

ใช้แสดงข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดที่แสดงถึงความสัมพันธ์ขององค์กร ต่าง ๆ ของบุคคล สถานที่ สิ่งของในลักษณะต่าง ๆ เป็นผังวงกลม 2 วงหรือมากกว่าที่มีซ้อนกันอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.4 แผนผังก้างปลา หรือเรียกเป็นทางการว่า แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) โดยจะแสดงให้เห็นถึงความคิด และการวิเคราะห์แยกย่อย เพื่อหาสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปัญหานั้นๆ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยของปัญหาต่างๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งเราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ "**ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)**" เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้ จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1943 โดย ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

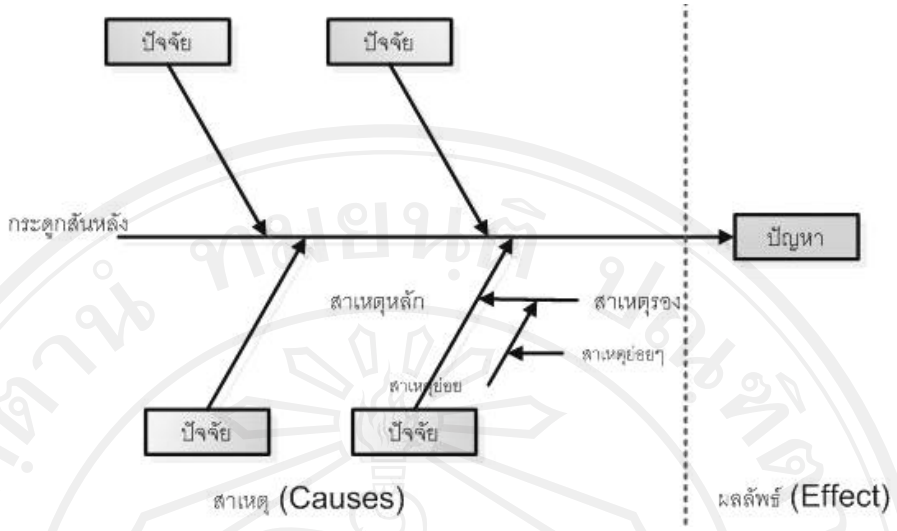
เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังก้างปลา

1. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา
2. เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการ อื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่บุคคลากรจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
3. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางใน **การระดมสมอง** ซึ่งจะช่วยให้ทุก ๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.5 ลักษณะการเขียนผังก้างปลา

2.5 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

Hetendeen [1] ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ในการวางแผนที่จะใช้ในการตัดสินใจลงทุนให้มีความเหมาะสม ซึ่งเทคนิคนั้นจะมีหลายชนิด เช่น มูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value) ซึ่งเป็นการวัดค่าใช้จ่ายจากการวิเคราะห์เวลาที่วางแผนไว้, มูลค่ารายปี (Equivalent Uniform Annual cost) เป็นการวัดค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายต่อปี, อัตราผลตอบแทน (Rate of Return) วิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการคาดหวังแล้วนำไปปฏิบัติงานที่วางแผนไว้, อัตราผลประโยชน์ต่อเงินทุน (Benefit I Cost Ratio) หาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อค่าการลงทุน และประสิทธิภาพของมูลค่า (Cost Effectiveness) จะมีผลลัพธ์ที่จะแยกแยะความแตกต่างของทางเลือกหลายโครงการ การวิเคราะห์นี้จะมีกระบวนการในการวางแผนเข้ามาประกอบซึ่งมีหลายขั้นตอน ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การแยกแยะข้อจำกัด การวางแผน การประเมินผล และการนำไปปฏิบัติ จากผลลัพธ์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ได้ทำการวิเคราะห์โครงการหลายทางเลือก จะสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจได้ Dirnitrios, Spyros และ Chistos [2] ได้ศึกษาผลลัพธ์ของการประเมินผลด้านคมนาคม ด้านเศรษฐศาสตร์ และผลกระทบในการลงทุนก่อสร้าง

โดยการใช้วิธีประเมินโครงการของ 3 วิธี คือ

1. Financial Analysis ซึ่งทำการประเมินด้านการลงทุน โดยใช้ค่า Net Present Value (NPV) และ Internal Rate of Return เป็นค่าประเมินผลโครงการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. Cost-Benefit Analysis ซึ่งทำการประเมินข้อดีของโครงการจากมุมมองของเศรษฐกิจระดับนานาชาติ โดยใช้ค่า Benefit/Cost Ratio ประเมินโครงการ จะมีการวัดค่าทางผลประโยชน์จากการประหยัดเวลา ประหยัดพลังงาน และการลดอุบัติเหตุ

3. Multi- Criteria Analysis สนับสนุนแนวทางการพิจารณาตัดสินใจโครงการที่มีความเปลี่ยนแปลงจากผลกระทบ โดยทำการวิเคราะห์ผลกระทบกับโครงการดังกล่าวเป็นตารางผลกระทบ ในการนี้จะต้องมีข้อมูลด้านคุณภาพ และปริมาณ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้จากผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน

2.5.1 หลักการวิเคราะห์โครงการด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์เป็นการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ และใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของระบบ ซึ่งค่าใช้จ่าย และผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และอนาคต โดยใช้ตัวเงินเป็นตัวกลางในการเปรียบเทียบ เทคนิคที่นิยมใช้ในปัจจุบันประกอบด้วย การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value: NPV) อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินที่ลงทุน (Benefit/Cost Ratio: B/C Ratio) และอัตราของผลตอบแทนของการลงทุน (Internal Rate of Return)

2.5.1.1 สมการพื้นฐานเกี่ยวกับดอกเบี้ยทบต้น

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม จะใช้ทฤษฎีดอกเบี้ยทบต้น นักเศรษฐศาสตร์ได้กำหนดสัญลักษณ์ไว้ดังนี้

P หมายถึง ค่าเงินปัจจุบัน หรือเงินต้น

F หมายถึง จำนวนเงินในอนาคต หรือเงินรวม

A หมายถึง จำนวนเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี หรือเงินที่ชำระเท่ากันเป็นงวด ๆ ที่ปลายคาบเวลา

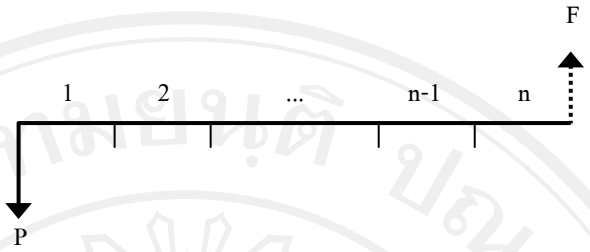
i หมายถึง อัตราดอกเบี้ย หรืออัตราผลตอบแทนต่อคาบเวลา

n หมายถึง จำนวนคาบเวลา หรือจำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ย ซึ่งนิยมคิดเป็นจำนวนปี

สมการพื้นฐานหาสมการของทฤษฎีดอกเบี้ยทบต้น ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของเงินจำนวนต่าง ๆ ตามสัญลักษณ์ต่าง ๆ ข้างต้น จะสามารถเขียนแผนภาพ และแสดงกระแสเงินสด (Cash Flow) ของโครงการ และสมการดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) หาจำนวนเงินในอนาคตจากค่าเงินปัจจุบัน ซึ่งก็คือการหาจำนวนเงินรวม ที่ ปลายคาบ n (F) ของจำนวนเงินต้น (P)



รูปที่ 2.7 แสดงกระแสเงินสดของ P กับ F

$$F = P(1+i)^n$$

$$(F/P, i\%, n) = (1+i)^n$$

$$F = P(F/P, i\%, n)$$

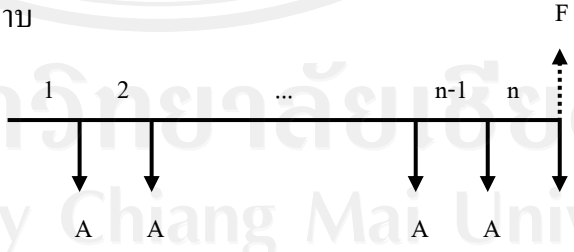
2) หาจำนวนเงินในปัจจุบันจากค่าเงินในอนาคต ซึ่งก็คือการหาจำนวนเงินต้น (P) ที่เวลาเริ่มแรก จากจำนวนเงินรวมที่ปลายคาบ n (F) ของเงินต้น

$$P = F / (1+i)^n$$

$$(P/F, i\%, n) = 1 / (1+i)^n$$

$$P = F(P/F, i\%, n)$$

3) หาจำนวนเงินในอนาคตจากค่าเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี ซึ่งก็คือการหาจำนวนเงินรวมที่ปลายคาบ n จากจำนวนเงินสะสมเป็นอนุกรมของจำนวนเงินเท่า ๆ กันที่แต่ละปลายคาบเวลาจำนวน n คาบ



รูปที่ 2.8 แสดงกระแสเงินสดของ F กับ A

$$F = A((1+i)^n - 1) / i$$

$$(F/A, i\%, n) = ((1+i)^n - 1) / i$$

$$F = A(F/A, i\%, n)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) หาจำนวนเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี จากจำนวนเงินในอนาคต ซึ่งก็คือการหาจำนวนที่เป็นอนุกรมของจำนวนเงินเท่า ๆ กันที่แต่ละปลายคาบเวลาจำนวน n คาบ จากจำนวนเงินรวมที่ปรายคาบเวลา

$$A = F / ((1+i)^n - 1)$$

$$(A/F ,i\%,n) = i / ((1+i)^n - 1)$$

$$A = F (A/F,i\%,n)$$

5) หาจำนวนเงินปัจจุบันจากจำนวนเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี ซึ่งก็คือการหาจำนวนเงินต้นที่เวลาเริ่มต้นของเวลา n คาบ จากจำนวนเงินสะสมเป็นอนุกรมของเงินจำนวนเท่า ๆ กันที่แต่ละปลายคาบเวลาจำนวน n คาบ

<u>รูปที่ 2.9</u> แสดงกระแสเงินสดของ P กับ A

$$P = A ((1+i)^n - 1) / i(1+i)^n$$

$$(P/A ,i\%,n) = ((1+i)^n - 1) / i(1+i)^n$$

$$P = A (P/A ,i\%,n)$$

6) หาจำนวนเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี จากจำนวนเงินปัจจุบัน ซึ่งก็คือการหาจำนวนที่เป็นอนุกรมของจำนวนเงินเท่า ๆ กันที่แต่ละปลายคาบเวลาจำนวน n คาบ จากจำนวนเงินต้นที่เวลาเริ่มต้นของคาบเวลา

$$A = Pi (1+i)^n / ((1+i)^n - 1)$$

$$(A/P ,i\%,n) = i (1+i)^n / ((1+i)^n - 1)$$

$$A = P (A/P,i\%,n)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.1.2 มูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value)

กรณีทำการเปรียบเทียบค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิของโครงการที่มีอายุเท่ากันนั้น จะทำการเขียน Cash-Flow Diagram ของแต่ละโครงการ แล้วหามูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของการลงทุนในแต่ละทางเลือก โดยใช้องค์ประกอบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม เช่น

$$P = F\,(P/F,i\%,n)$$

$$P = A\,(P/A,i\%,n)$$

การพิจารณาโครงการจะเปรียบเทียบค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิของแต่ละทางเลือก โดยเลือกทางเลือกที่เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดเป็นทางเลือกที่เหมาะสม

2.5.1.3 การหาอัตราผลตอบแทนของการลงทุน (Internal Rate of Return)

การวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนของการลงทุน มีหลัก คือ หาค่าอัตราดอกเบี้ย (i*) แล้วเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่สนใจ (Minimun Attrative Rate of Return) หรือ MARR มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1) หาอัตราผลตอบแทนซึ่งเป็นอัตราส่วนกำไรต่อเงินทุน หรืออัตราดอกเบี้ย (i*) ของโครงการ โดยใช้วิธีจากการเปรียบเทียบการลงทุน คือ

รายรับของค่าเทียบเท่าเงินปัจจุบัน = รายจ่ายของค่าเทียบเท่าเงินปัจจุบัน

รายรับของค่าเทียบเท่าเงินรายปี = รายจ่ายของค่าเทียบเท่าเงินรายปี

2) ทำการเปรียบเทียบค่าอัตราดอกเบี้ย (i*) ที่ได้กับอัตราดอกเบี้ย (MARR)

- ถ้า (i*) < MARR ไม่ควรลงทุนในโครงการนี้

- ถ้า (i*) ≥ MARR ควรลงทุนในโครงการนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.1.4 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนของ 1 โครงการ

Benefit ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

Disbenefit ผลประโยชน์ที่ได้สูญเสีย หรือความเสียหายจากโครงการ

Costs เงินลงทุนของโครงการ

การวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน มีขั้นตอนดังนี้

- คำนวณค่าผลประโยชน์, ความเสียหาย, เงินลงทุนของโครงการ โดยหามูลค่าเปรียบเทียบเท่ากับปัจจุบัน
- คำนวณหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน จากสมการ

B/C = (Benefit – Disbenefit) / Costs

- ถ้า B/C < 1 ไม่ควรลงทุนในโครงการนี้ เนื่องจากมีผลประโยชน์สุทธิน้อยกว่าเงินลงทุนที่ต้องจ่ายไป
- ถ้า B/C > 1 โครงการนี้มีผลประโยชน์ที่ได้รับมากกว่าหรือเท่ากับเมื่อเทียบกับเงินลงทุนที่ต้องจ่ายไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6 กระบวนการตัดสินใจที่มีเหตุผล

การตัดสินใจเป็นภารกิจของนักบริหารที่จะต้องพิจารณาดำเนินการ เพื่อคัดเลือกแนวทางในการดำเนินงานขององค์การ ภายใต้ความรู้ ข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์ ในการพิจารณาคัดเลือกนำไปสู่ความสำเร็จของเป้าหมายองค์การ

William J. Gore and J.W. Dyson,(อ้างถึงในปุ่น เที่ยงบูรณธรรม,255) การตัดสินใจหมายถึง การตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง จากทางเลือกซึ่งมีอยู่หลายทางเป็นแนวทางในการปฏิบัติไปสู่เป้าหมายที่วางไว้

Herbert Simon (อ้างถึงในปุ่น เที่ยงบูรณธรรม,255) การตัดสินใจคือ กระบวนการที่ประกอบด้วยหลัก 3 ประการคือ การหาโอกาสที่จะตัดสินใจ การหาหนทางเลือก ที่พอจะเป็นไปได้ และเลือกทางเลือกจากทางเลือกต่าง ๆ ที่มีอยู่

George R.Terry ,(อ้างถึงในปุ่น เที่ยงบูรณธรรม,2551)ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจคือการตกลงใจคัดเลือกแนวทางการดำเนินงานทางหนึ่งจากที่มีให้เลือกหลายแนวทางโดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างเป็นพื้นฐานประกอบการคัดเลือก

(วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542) ได้จำแนกแบบของการตัดสินใจออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1) แบบที่ 1 การตัดสินใจโดยใช้สามัญสำนึก ประสบการณ์ ความรู้สึกต่าง ๆ ของตนเองเป็นตัวตัดสินใจ โดยมิได้ใช้หลักการและเหตุผล ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว แล้วแต่ความรู้สึกของผู้ตัดสินใจที่คิดว่าเหมาะสมเพียงใด หรือถูกต้องเพียงใด ซึ่งวิธีนี้มักจะมีความแตกต่างกันไปเฉพาะแต่บุคคล

2) แบบที่ 2 การตัดสินใจโดยใช้หลักเหตุผล เป็นการตัดสินใจที่ใช้หลักเหตุผลหรือหลักเกณฑ์หรือวิธีการที่แน่นอน มีเหตุมีผลโดยอาจใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งอาจจะประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ในการตัดสินใจ เช่น การใช้วิธีคำนวณมูลค่าปัจจุบัน หรือระยะคืนทุนของโครงการ ในการตัดสินใจ เป็นต้น

กระบวนการหรือขั้นตอนในการตัดสินใจ (William Newman และ Charles E.Summer, อ้างถึงในปุ่น เที่ยงบูรณธรรม, 2551) มีอยู่ 4 ขั้นตอนคือ ทำการระบุปัญหา ค้นหาหรือแสวงหาทางเลือกช่วยการแก้ปัญหา วิเคราะห์และเปรียบเทียบางเลือกต่าง ๆ และ เสนอทางเลือกที่จะนำไปใช้ช่วยการแก้ไขปัญหา

Edwin Flippo (อ้างถึงในปุ่น เที่ยงบูรณธรรม, 2551) ได้นำเสนอขั้นตอนการตัดสินใจไว้ 5 ขั้นตอน คือ ระบุและวิเคราะห์ปัญหา กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาไว้หลาย ๆ ทางเลือก รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทางเลือกต่าง ๆ เลือกแนวทางที่ดีที่สุด และนำแนวทางที่เลือกไปปฏิบัติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Terence R Michell (อ้างถึงในปุ่น เที่ยงบูรณธรรม, 255) ได้กล่าวถึงการบริหารการตัดสินใจไว้ 6 ขั้นตอนด้วยกันคือ ตั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์ขององค์การ ระบุปัญหา แสวงหาข้อมูลข่าวสาร ระบุทางเลือกในการแก้ไข ตัดสินใจทางเลือกในการแก้ไขปัญหา และนำทางเลือกไปปฏิบัติ

2.6.1 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making, MCDM)

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDM) เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจ เพื่อคัดทางเลือกที่มีคุณสมบัติสอดคล้องหรือเหมาะสมมากที่สุดกับทุกหลักเกณฑ์ (Criteria) ที่ใช้ในการตัดสินใจ โดยลักษณะที่สำคัญของ MCDM คือการมีส่วนร่วมของผู้ที่อยู่ในกระบวนการตัดสินใจ ตั้งแต่การระบุวัตถุประสงค์หลักเกณฑ์การวิเคราะห์หาความสำคัญเชิงสัมพัทธ์ระหว่างหลักเกณฑ์และทางเลือกดังนั้นจึงทำให้ MCDM สามารถจัดโครงสร้างของปัญหาที่ชัดเจน และมีวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ได้กับข้อมูลหลายประเภท ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนี้มักใช้ในการประเมินความสามารถในการแข่งขันของทางเลือก โดยใช้หลายหลักเกณฑ์ โดยได้นำไปใช้กับงานหลายหลายสาขา ไม่ว่าจะเป็น การวิจัยตลาด การประยุกต์เกี่ยวกับสถิติ และทฤษฎีการตัดสินใจ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

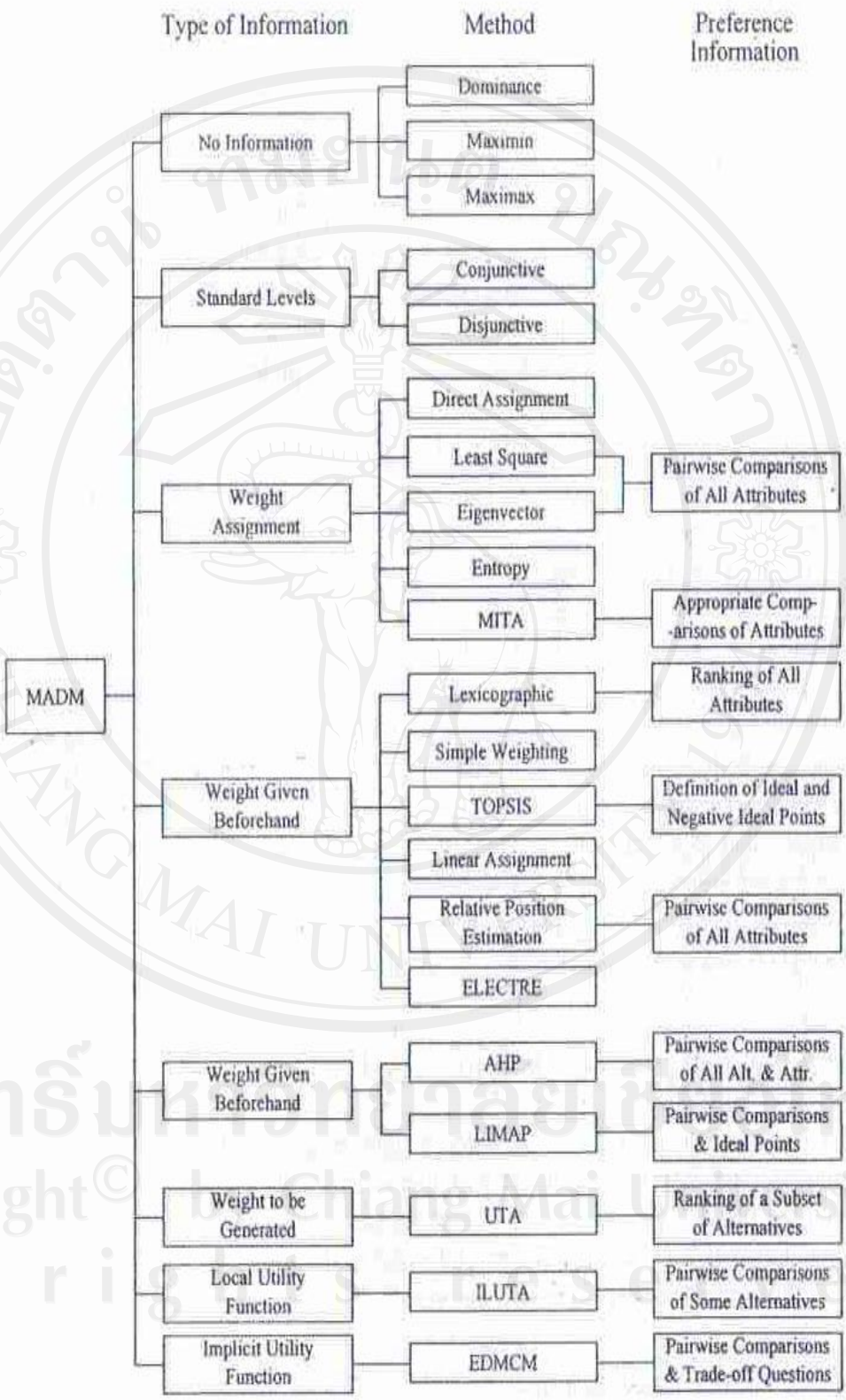
1) การตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objective Decision Making, MODM)

เป็นการสร้างทางเลือกทำได้จากแบบจำลองการตัดสินใจที่ประกอบด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์(Objective Function) ตั้งแต่ 2 ฟังก์ชันขึ้นไป ร่วมกับเซตของข้อจำกัดสำหรับตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ จากนั้นจึงหาทางเลือกที่เหมาะสมโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้แก่ Linear Programming ,Goal Programming ,Compromise Programming และ Data Envelopment เป็นต้น ถึงแม้ว่าวิธีการนี้จะมีประสิทธิภาพในการเลือกที่เหมาะสมที่สุดเมื่อมีตัวแปรการตัดสินใจจำนวนไม่มากนัก เหมาะสำหรับการออกแบบ แต่กรณีที่เป็นปัญหาขนาดใหญ่ที่มีตัวแปรตัดสินใจจำนวนมากวิธีการนี้จะมีข้อจำกัดเนื่องการคำนวณที่ซับซ้อน

2) การตัดสินใจแบบหลายคุณสมบัติ (Multi-Attribute Decision Making, MADM)

เป็นการตัดสินใจเลือกท่ามกลางจำนวนทางเลือกที่มีข้อจำกัดทางคุณสมบัติในการตัดสินใจในวิธีการ MADM จุดสำคัญของการวิเคราะห์การตัดสินใจอยู่ที่กฎเกณฑ์การตัดสินใจ(Decision rules) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียงลำดับหรือคัดทางเลือกที่ใช้ได้ดีที่สุดสำหรับปัญหาหนึ่งๆ เหมาะสำหรับกำหนดทางเลือกโดยมีวิธีการเลือกใช้ แสดงดังรูปที่ 2.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.10 แผนภูมิตัดสินใจเลือกในวิธีการ MADM

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7 เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique)

เจนเซน (Jensen. 1996: 857) ได้ให้คำนิยามของเทคนิคเดลฟาย ว่า เป็นโครงการจัดทำรายละเอียดรอบคอบ ในการที่จะสอบถามบุคคลด้วยแบบสอบถามในเรื่องต่างๆ เพื่อจะได้ให้ข้อมูลและความคิดเห็นกลับมา โดยมุ่งที่จะรวบรวมการพิจารณาการตัดสินใจและสร้างความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในเรื่องที่เกี่ยวกับความเป็นไปได้ในอนาคต

จอห์นสัน (Johnson. 1993: 982) ได้ให้ความหมายของเทคนิคเดลฟาย ว่าเป็นเทคนิคของการรวบรวมการพิจารณาการตัดสินใจที่มุ่งเพื่อเอาชนะการตัดสินใจแต่เดิมที่จำเป็นต้องขึ้นอยู่

ทอร์นตัน และคณะ (Thornton and Others, 1975, อ้างถึงใน นัยนา นุรารักษ์, 2539: 42) ได้ให้ความหมายของเทคนิคเดลฟายว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นวิธีการที่จะเป็นการขัดเกลาและได้รับความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนใดคนหนึ่งโดยเฉพาะหรือความคิดเห็นของกลุ่มหรือมติของที่ประชุม

ประยูร ศรีประสาธน์ (2523: 51) กล่าวถึงความหมายของเทคนิคเดลฟายไว้ว่า เป็นขบวนการที่จะเสาะหาความคิดเห็นที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของกลุ่มคน เกี่ยวกับความเป็นไปได้ในอนาคตในเรื่องที่เกี่ยวกับเวลา ปริมาณ และ/หรือสภาพการณ์ที่ต้องการจะให้เป็น ทั้งนี้โดยใช้วิธีการเสาะหาความคิดเห็นโดยการใช้แบบสอบถามแทนการเรียกประชุม

สุวรรณา เชื้อรัตนพงศ์ (2523: 24) ได้ให้ความหมายของเทคนิคเดลฟายว่า เป็นขบวนการที่รวบรวมความคิดเห็น หรือการตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับอนาคตจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อมูลสอดคล้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และมีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากที่สุด โดยที่ผู้ทำการวิจัยไม่ต้องนัดสมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้มาประชุมพบปะกัน แต่ขอร้องให้สมาชิกแต่ละคนแสดงความคิดเห็นหรือตัดสินปัญหาในรูปแบบของการตอบแบบสอบถาม

ดิลก บุญเรืองรอด (2530: 23) ได้ให้ความหมายของเทคนิคเดลฟายว่าเป็นวิธีการนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาใช้ประโยชน์อย่างมีระบบแบบแผน หรือเป็นการขัดเกลาการตัดสินใจของกลุ่ม เป็นเทคนิคของการรวบรวมข้อมูลที่เอาชนะจุดอ่อนของการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญคนใดคนหนึ่ง หรือความคิดเห็นของกลุ่มที่มาประชุมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประเทือง เพ็ชรรัตน์ (2530: 38) ให้ความหมายของเทคนิคเดลฟายว่า เป็นกระบวนการหนึ่งของการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับเรื่องราวในอนาคตที่กระจัดกระจายกันให้สอดคล้องกันอย่างมีระบบ ซึ่งจะนำไปใช้ในการตัดสินใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ชนิตา รักษ์พลเมือง (2535: 59) ได้กล่าวถึงความหมายของเทคนิคเดลฟายว่า เป็นเทคนิคในการทำนายเหตุการณ์ หรือความเป็นไปได้ในอนาคตโดยอาศัยฉันทามติ หรือ Consensus ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้มา ซึ่งข้อสรุปที่เป็นแนวคิดหรือเป็นการทำนายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นหรือความเป็นไปในอนาคต ข้อสรุปจากฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญนี้ จะสามารถนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจด้านต่าง ๆ ได้ ทั้งในเชิงวิชาการและบริการ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า เทคนิคเดลฟาย เป็นกระบวนการหนึ่งของการเก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในอนาคต ในเรื่องที่เกี่ยวกับ เวลา ปริมาณ และ/หรือ สภาพการณ์ที่ต้องการจะให้เป็น จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่กระจัดกระจายกันให้สอดคล้องกันอย่างมีระบบ โดยใช้วิธีการเสาะหาความคิดเห็นจากการตอบแบบสอบ ถาม ของผู้เชี่ยวชาญแทนการเรียกประชุม หรือลงข้อสรุปในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นระบบที่ปราศจากการเผชิญหน้าโดยตรงของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยรวบรวมและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2.7.1 การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ

เทคนิคเดลฟาย (Delphi technique) เป็นเทคนิควิธีที่นำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องมาใช้ประโยชน์อย่างมีระบบ โดยมีหลักการสำคัญ คือ รวบรวมความคิดเห็นที่กระจัดกระจายของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้มีความสอดคล้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันอย่างมีระบบ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการตัดสินใจ หรือสรุปในเรื่องหนึ่งเรื่องใด ดังนั้น ผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้รับเลือกให้เข้าร่วมในโครงการนั้น จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะศึกษาเป็นอย่างดี จึงจะทำให้ผลการวิจัยถูกต้องมีความเชื่อถือได้การเลือกสรรกลุ่ม “ผู้เชี่ยวชาญ” ในที่นี้หมายถึงผู้ได้รับการฝึกฝนจนเป็นประสบการณ์ และมีความรู้เป็นเลิศในเรื่องนั้น ๆ และรวมไปถึงผู้ที่มีประสบการณ์สามารถให้ข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการได้ การคัดสรรผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคเดลฟาย จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะผลการวิจัยจะถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยคัดสรรมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยที่ตอบแบบสอบถาม จะไม่มีข้อกำหนดตายตัวว่ามีจำนวนเท่าใดแต่จากผลการประชุมประจำปีของ California Junior Colleges Association เมื่อปี พ.ศ. 2514 ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย ว่า ถ้าใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 17 คนขึ้นไป อัตราการลดลงของความคลาดเคลื่อนจะน้อยมาก การวิจัย ด้วยเทคนิคเดลฟายจึงใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 17 คนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามสามารถใช้ผู้เชี่ยวชาญน้อยกว่านี้ก็ได้แต่อัตราการลดลงของความคลาดเคลื่อนจะสูงขึ้นตามตารางที่ปรากฏ

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงของความคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อนลดลง
1-5	1.02-0.70	0.50
5-9	0.70-0.58	0.12
9-13	0.58-0.54	0.04
13-17	0.54-0.50	0.02
17-21	0.50-0.48	0.02
21-25	0.48-0.46	0.02
25-28	0.46-0.44	0.02

2.7.2 คุณลักษณะของเทคนิคเดลฟาย

1. เทคนิคเดลฟาย เป็นเทคนิคที่มุ่งแสวงหาข้อมูลจากความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ด้วยการตอบแบบสอบถาม ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญจึงจำเป็นต้องตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการตอบหรือการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญจะมีความถูกต้องและความตรงสูง เมื่อผู้เชี่ยวชาญนั้นเป็นที่ผู้ที่มีความรู้และมีความเชี่ยวชาญในเรื่องที่ศึกษา

2. เป็นเทคนิคที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนที่ร่วมในการวิจัยจะไม่ทราบว่าใครเป็นใครบ้างที่มีส่วนออกความเห็น และไม่ทราบว่าแต่ละคนมีความคิดเห็นในแต่ละข้ออย่างไร ซึ่งนับว่าเป็นการขจัดคำไม่พึงประสงค์อิทธิพลของกลุ่มที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของตน

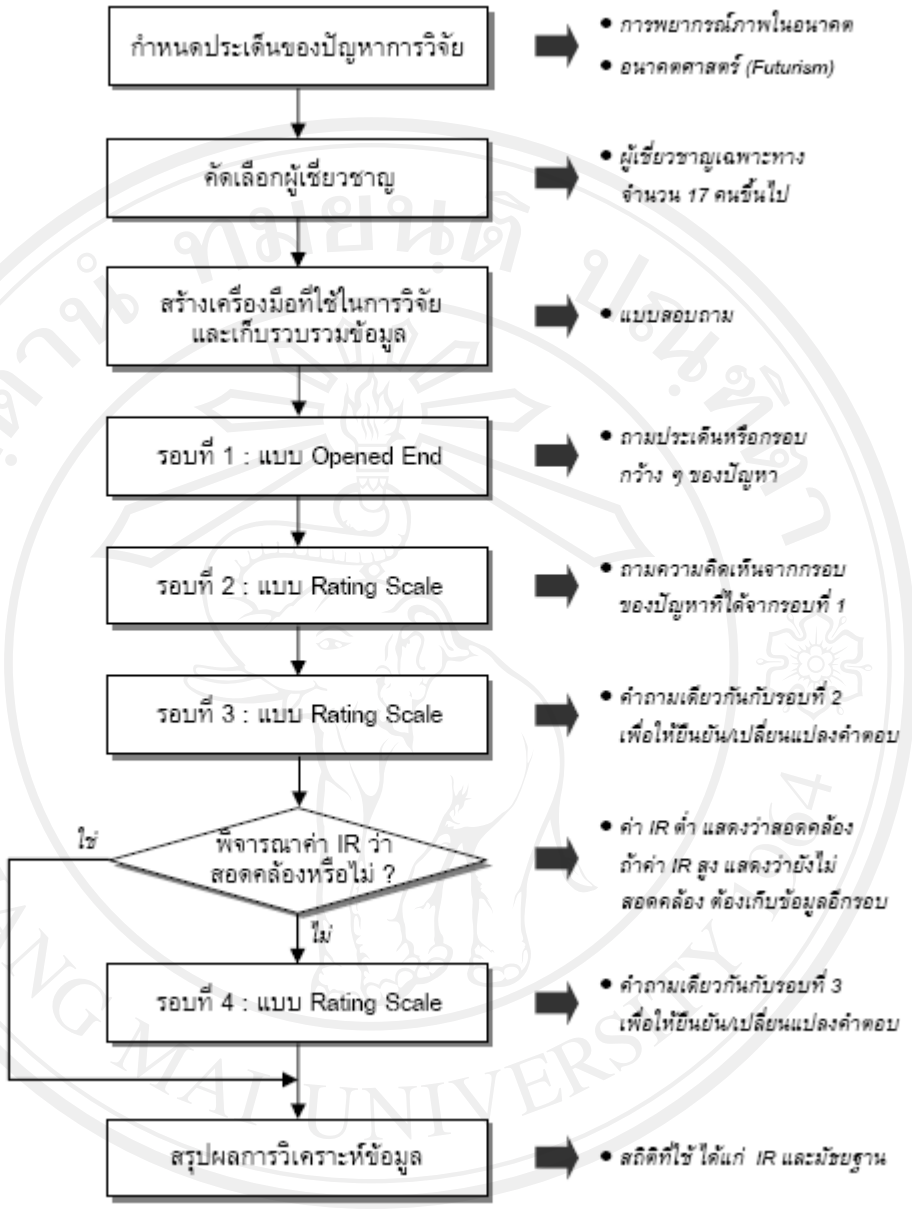
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. เทคนิคเดลฟายนี้ได้ข้อมูลมาจากแบบสอบถาม หรือรูปแบบอย่างอื่นที่ไม่ต้องให้ผู้เชี่ยวชาญมาพบกัน โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องตอบแบบสอบถามครบทุกขั้นตอน เพื่อให้ได้ความเห็นที่ถูกต้อง เชื่อถือได้จึงต้องมีการใช้แบบสอบถามหลาย ๆ รอบ ซึ่งโดยทั่วไปแบบสอบถามในรอบที่ 1 มักเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิดและในรอบต่อ ๆไป จะเป็นแบบสอบถามปลายปิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

4. เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนได้ตอบแบบสอบถามโดยกลั่นกรองอย่างละเอียด รอบคอบ และให้คำตอบได้มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันยิ่งขึ้น ผู้ทำวิจัยจะแสดงความคิดเห็นที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นสอดคล้องกันในคำตอบแต่ละข้อของแบบสอบถามที่ตอบลงไปในครั้งก่อนแสดงในรูปสถิติ คือ ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ แล้วส่งกลับให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาว่าจะคงคำตอบเดิมหรือเปลี่ยนแปลงใหม่

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเป็นสถิติเบื้องต้น คือ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ได้แก่ ฐานนิยม (Mode) มัธยฐาน (Median) ค่าเฉลี่ย (Mean) และการวัดการกระจายของข้อมูล คือ ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.11 ภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของเทคนิคเดลฟาย

2.8 ทฤษฎีทางสถิติ (Statistics)

สถิติเป็นสาขาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องของการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการประมวลผล สรุป นำเสนอ และการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ ในภาวะความไม่แน่นอน (Uncertain) โดยจะอาศัยรากฐานของหลักความน่าจะเป็น (Probability) เป็นพื้นฐานสำคัญ โดยสถิติสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- สถิติเชิงพรรณนา หรือ สถิติภาคบรรยาย (Descriptive Statistics)

เป็นวิชาสถิติที่ว่าด้วยมาตรฐานการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาจัดนำเสนอให้อยู่ในรูปแบบที่กระชับ สามารถรับรู้และเข้าใจความหมายในส่วนที่เป็นผลสรุป หรือภาพรวมได้ง่าย เช่น การจัดทำตาราง การนำเสนอข้อมูลในรูปของกราฟ แผนภูมิต่าง ๆ หรือ บรรยายในรูปของค่าร้อยละ สัดส่วน ค่าอัตราส่วน ความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น

- สถิติเชิงอนุมาน หรือ สถิติภาคสรุปพาดพิง (Inferential Statistics)

เป็นวิชาสถิติที่ว่าด้วยกระบวนการของการมุ่งประมาณค่าประชากร และการทดสอบสมมุติฐานโดยอาศัยหลักของความน่าจะเป็น ในกระบวนการของการทดสอบ และการประมาณค่าดังกล่าว จะมีการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมาส่วนหนึ่งและนำมาจัดทำตามขั้นตอนที่กำหนด ท้ายสุดก็เพื่อมุ่งหวังให้ผลที่ได้จากการทดสอบทางสถิติดังกล่าวสามารถอ้างอิงไปได้ถึงขอบเขตของประชากรทั้งหมด

สถิติที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยโดยเทคนิคเดลฟาย มีดังต่อไปนี้

2.8.1 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลางโดยการวัดค่ามัธยฐาน (Median)

เป็นการหาค่าตัวกลางเพื่อเป็นตัวแทนอธิบายข้อมูลชุดนั้นๆ โดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median) และค่ามัธยฐานนิยามได้ว่า คือ ค่าจำนวนที่อยู่ตรงกึ่งกลางของจำนวนทุก ๆ หน่วยเมื่อนำมาเรียงกันตามลำดับค่าน้อยสุดไปหาค่ามากสุด หรือ จากมากสุดไปหาน้อยสุด โดยกรณีที่จำนวนข้อมูล ซึ่งต้องการหาค่ามัธยฐานมีจำนวนค่าชัดเจนเป็นจำนวนรายค่าก็จะสามารถหาค่ามัธยฐานได้ทันที โดยมีวิธีการต่อไปนี้

$$\textbf{Median} = \textbf{Lo} + \textbf{i}\ \{(\textbf{N}/2 - \textbf{Cf}_{\textbf{L}})\ /\ \textbf{f}_{\textbf{median}}\}$$

เมื่อ **Lo** คือ ขีดจำกัดล่างของชั้นที่มี Median อยู่

i คือ ขนาดของอันตรภาคชั้น

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

$\mathbf{Cf_L}$ คือ ความถี่สะสมก่อนที่จะถึงชั้นที่มี Median อยู่

$\mathbf{f_{median}}$ คือ ความถี่ของชั้น Median

โดยมีนัยสำคัญ คือ

1) กรณีที่เป็นจำนวนคี่ ตัวเลขตรงกึ่งกลางพอดีคือค่ามัธยฐาน
2) กรณีที่เป็นจำนวนคู่ ค่ามัธยฐานจะเกิดจากการนำเอาค่าจำนวนตรงกึ่งกลางสองจำนวนมารวมกันแล้วหารด้วยสอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8.2 การวัดการกระจายโดยการวัดค่าพิสัยควอไทล์ (Quartile Range)

เป็นการอธิบายให้เห็นลักษณะของข้อมูลชุดนั้นๆว่า มีลักษณะเกาะกลุ่มกันหรือกระจัดกระจายมากน้อยเพียงใดโดยพิจารณาจากค่าพิสัยควอไทล์ เหตุผลที่ต้องการบรรยายข้อมูลด้วยการกระจาย เพราะถ้าต้องการจะบรรยายข้อมูล 2 ชุดเปรียบเทียบกัน จะใช้ตัวกลางอธิบายเพียงอย่างเดียวไม่พอ เช่น ค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มมีค่าเท่ากัน แต่ข้อมูลกลุ่มที่สองมีค่าพิสัยควอไทล์มากกว่ากลุ่มที่หนึ่ง ถ้าอธิบายข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยอย่างเดียวอาจจะเข้าใจผิดได้ว่าทั้ง 2 กลุ่มมีลักษณะเหมือนกัน แต่เมื่อได้ใช้ค่าพิสัยควอไทล์บรรยายข้อมูลพร้อมกันไป จึงทำให้ทราบว่ากัน

- **พิสัย (Range)** คือ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุด กับต่ำสุดในข้อมูลชุดนั้น
- **ค่าพิสัยควอไทล์ (Quartile Range) : QR**

$$QR = Q_3 - Q_1$$

เมื่อ Q_3 คือ ค่าควอไทล์ที่ 3 ซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในตำแหน่งที่มีข้อมูลมีค่าต่ำกว่า 3 ใน 4 ส่วน และ Q_1 คือ ค่าควอไทล์ที่ 1 ซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในตำแหน่งที่มีข้อมูลมีค่าต่ำกว่า 1 ใน 4 ส่วน ตามลำดับ ซึ่ง Q_3 และ Q_1 สามารถหาได้จากสูตรดังนี้

$$Q_x = Lo + i\{(N * X/4 - Cf_L) / f_Q\}$$

เมื่อ **Lo** คือ ขีดจำกัดล่างของชั้นที่มี Q_x อยู่

i คือ ขนาดของอันตรภาคชั้น

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

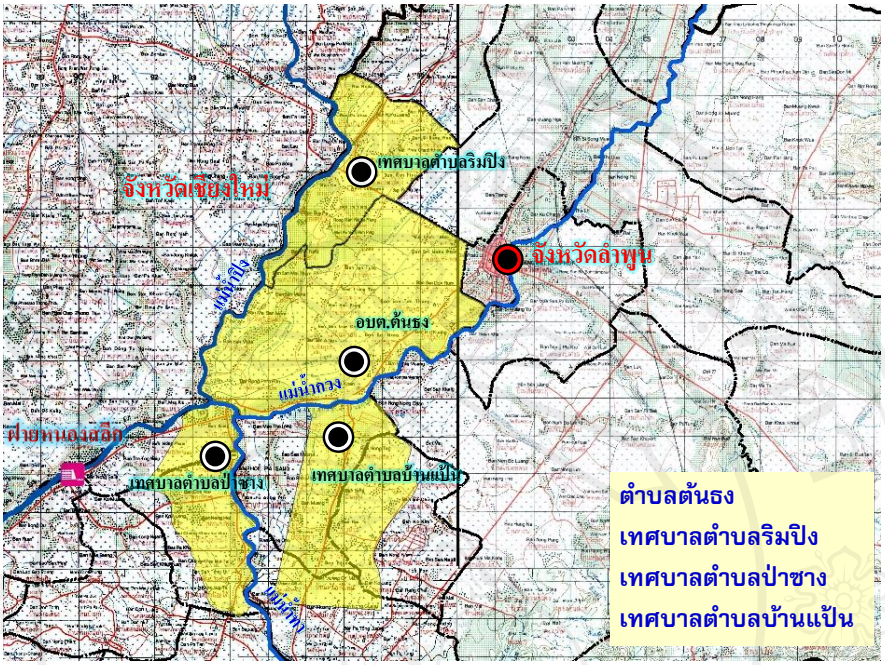
X คือ ตำแหน่งควอไทล์

Cf_L คือ ความถี่สะสมก่อนที่จะถึงชั้นที่มี Q_x อยู่

f_Q คือ ความถี่ของชั้น Q_x

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.9 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2.12 แผนที่แสดงขอบเขตการศึกษา

ตารางที่ 2.2 แสดงสถิติจำนวนประชากร จำนวนครัวเรือน และความเสียหายจากน้ำท่วม (แผนงานโครงการป้องกันบรรเทาปัญหาน้ำท่วมชุมชน, 2549)

ที่	พื้นที่ชุมชนเทศบาล	เนื้อที่ (ตร.กม.)	ตำบล	หมู่บ้าน	ประชากร (คน)	ครัวเรือน	เศรษฐกิจ	สาเหตุน้ำท่วม	ความเสียหาย ปี 2548	
									ประชากร (คน)	มูลค่า (บาท)
1	ตำบลต้นธง	21.15	1	11	11,657 (511 คน / ตร.กม.)	4,582	เกษตรกรรม ,การค้า , โรงงาน	น้ำล้นตลิ่ง(ปิง,กวง,) น้ำท่วมขัง	300	300,000
2	ตำบลริมปิง	14.14	1	10	7,098 (502 คน / ตร.กม.)	2,451	เกษตรกรรม /โรงงาน	น้ำล้นตลิ่ง(แม่น้ำปิง) น้ำท่วมขัง ลึก 0.5-1 ม. ประมาณ 15-45 วัน	280	600,000
3	ตำบลป่าซาง	12.168	2	7	9,700 (797 คน / ตร.กม.)	3,646	เกษตรกรรม ,การค้า	น้ำล้นตลิ่ง(ปิง,กวง, ทา) น้ำท่วมขัง	205	2,236,000
4	ตำบลบ้านแป้น	12.2	2	9	6,830 (559 คน / ตร.กม.)	2,258	เกษตรกรรม ,การค้า	น้ำล้นตลิ่ง(กวง,ทา) น้ำท่วมขัง (นาน 3-15 วัน ปี 2544-49)	120	500,000

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.10 ข้อมูลแผนงานป้องกันน้ำท่วม

กรมโยธาธิการและผังเมือง ศึกษาความเหมาะสม และออกแบบแผนงานหลักระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดลำพูน โดยมีการศึกษาวิเคราะห์ใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์ (Hydrodynamic) มีการกำหนดรูปแบบก่อสร้าง งบประมาณ การวิเคราะห์ความเหมาะสม 3 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจ- สังคม สิ่งแวดล้อม โบราณสถาน ศิลปวัฒนธรรม และการท่องเที่ยว, ด้านวิศวกรรม และด้านเศรษฐศาสตร์ นำมาเปรียบเทียบ พร้อมจัดลำดับความสำคัญของแผนงานโครงการ โดยใช้กระบวนการ AHP หาน้ำหนักคะแนนของแต่ละโครงการ ซึ่งรูปแบบของโครงการ ประกอบด้วย 1.คันป้องกันน้ำท่วม 2.ระบบระบายน้ำสายหลัก 3.อาคารชลศาสตร์ (สถานีสูบน้ำ, ประตูระบายน้ำ) นำมาจัดทำเป็นแผนงานโครงการ ระยะเวลา 3 ปี (พิจารณาแนวทางเลือกที่ 1) ดังนี้

1. เทศบาลตำบลริมปิง มีแผนงานก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำกวง ความยาว 0.215 กม. งบประมาณ 9.675 ล้านบาท, ก่อสร้างระบบระบายน้ำสายหลัก จำนวน 6 สาย ความยาว 14.713 กม. งบประมาณ 54.028 ล้านบาท, ก่อสร้างสถานีสูบน้ำ จำนวน 2 แห่ง งบประมาณ 6.600 ล้านบาท งบประมาณรวมเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการกำไร ภาษี ค่าออกแบบและควบคุมงานทั้งสิ้น 101.237 ล้านบาท

2. เทศบาลตำบลป่าซาง มีแผนงานก่อสร้างกำแพงป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำทา ความยาว 0.575 กม. งบประมาณ 2.296 ล้านบาท, ก่อสร้างอาคารป้องกันตลิ่ง ความยาว 2.415 กม. งบประมาณ 17.346 ล้านบาท, ก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดหินเรียง ความยาว 11.550 กม. งบประมาณ 590.205 ล้านบาท, ก่อสร้างสถานีสูบน้ำ จำนวน 7 แห่ง งบประมาณ 6.300 ล้านบาท, ติดตั้งประตูระบายน้ำ จำนวน 5 แห่ง งบประมาณ 5.733 ล้านบาท และก่อสร้างท่อระบายน้ำ ความยาว 0.570 กม. งบประมาณ 8.889 ล้านบาท งบประมาณรวมเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการกำไร ภาษี ค่าออกแบบ และควบคุมงานทั้งสิ้น 909.014 ล้านบาท

3. เทศบาลตำบลบ้านแป้น มีแผนงานก่อสร้างกำแพงป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำกวง และแม่น้ำทา ความยาว 5.410 กม. งบประมาณ 67.870 ล้านบาท, ก่อสร้างระบบระบายน้ำสายหลัก จำนวน 4 สาย ความยาว 5.870 กม. งบประมาณ 26.640 ล้านบาท, ก่อสร้างอาคารป้องกันตลิ่ง และก่อสร้างสถานีสูบน้ำ จำนวน 7 แห่ง งบประมาณ 11.531 ล้านบาท งบประมาณรวมเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการกำไร ภาษี ค่าออกแบบ และควบคุมงานทั้งสิ้น 152.699 ล้านบาท

รวมงบประมาณในการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน 3 แห่ง ทั้งสิ้น 1,162.951 ล้านบาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรมชลประทาน จัดทำรายงานศึกษาความเหมาะสมการปรับปรุงโครงการพร้อมออกแบบปรับปรุงเบื้องต้น ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น และประชาสัมพันธ์ดำเนินการด้านมวลชนสัมพันธ์ให้ราษฎรในพื้นที่โครงการมีส่วนร่วม โดยผลการวิเคราะห์ปรับปรุงการระบายน้ำ ของอาคารประตูระบายน้ำปลายเหมืองระบายน้ำ จำนวน 6 แห่ง นำมากำหนดทางเลือกขนาด และจำนวนของเครื่องสูบน้ำที่จะติดตั้งเพื่อระบายน้ำหลากในช่วง ระยะเวลา 3 เดือน คือ เดือนสิงหาคม กันยายน และตุลาคม โดยกำหนดให้แต่ละอาคารระบายน้ำ มีจำนวนวันที่เกิดน้ำท่วมเกิน 25 วัน ในพื้นที่ไม้ผล และไม่เกิน 15 วันในพื้นที่นาข้าว และคำนวณราคาของสถานีสูบน้ำ ค่าไฟฟ้า ในการสูบน้ำต่อปี เพื่อคิดเป็นราคาค่าลงทุนปัจจุบัน (NPV) ของแต่ละทางเลือก ดังนี้

1. ปรับปรุงการระบายน้ำท่วมขังหน้า อาคารระบายน้ำปลายเหมือง โดยก่อสร้างสถานีสูบน้ำ จำนวน 3 แห่ง ประกอบด้วย

1.1 สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าร่องกาศ ตำบลริมปิง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

1.2 สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสบปะ ตำบลริมปิง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

1.3 สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าร้องพระปวน ตำบลต้นธง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

รวมงบประมาณก่อสร้าง 85.501 ล้านบาท และค่าบำรุงรักษา และค่าสูบน้ำ 1.157 ล้านบาทต่อปี

2. ปรับปรุงคันกั้นน้ำปิง จำนวน 3 แห่ง ความยาว 2.60 กม. งบประมาณ 49.979 ล้านบาท

รวมงบประมาณในการก่อสร้างทั้งสิ้น 135.480 ล้านบาท

ปี 2551 กรมชลประทานโดยโครงการชลประทานลำพูน ได้ทำการปรับปรุงฝายหนองสลีกโดยการลดระดับสันฝายที่มีลักษณะฝายสันมน (Ogee Weir) ลง 1.50 เมตร และก่อสร้างฝายยาง (Rubber Weir) ขนาดยาว 20.70 เมตร จำนวน 5 ช่อง (103.50 เมตร) สูง 1.50 เมตร ทำงาน ด้วยระบบน้ำ พร้อมทั้งปรับปรุงอาคารป้องกันการกัดเซาะด้านท้ายฝาย เพื่อลดปัญหาการกัดเซาะด้านท้ายน้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำช่วงฤดูน้ำหลาก ซึ่งสามารถลดระดับน้ำ (Back Water Effect) ในแม่น้ำปิง และแม่น้ำกวงได้ ส่งผลให้น้ำที่เอ่อล้นตลิ่งบริเวณพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำปิง แม่น้ำกวง และแม่น้ำทาลดลง เป็นการแก้ไขปัญหาการระบายน้ำออกจากพื้นที่ลุ่มต่ำ และลดปัญหาการเอ่อล้นตลิ่งแม่น้ำปิง และแม่น้ำกวง ในเขตอำเภอเมือง และอำเภอป่าซาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะการระบายน้ำในแม่น้ำปิง แม่น้ำกวง และแม่น้ำทา

ที่มา : โครงการป้องกัน บรรเทาน้ำท่วม จังหวัดลำพูน, โครงการชลประทานลำพูน กรมชลประทาน (2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved