

## บทที่ 4

### การออกแบบระบบ

จากข้อมูลที่ได้โดยการวิเคราะห์ที่ผ่านมาในบทที่ 3 จะได้นำเข้าสู่กระบวนการออกแบบระบบ เพื่อที่จะนำผลที่ได้จากการออกแบบระบบไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบต่อไป ซึ่งการออกแบบระบบในการศึกษานี้จะแยกออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน ได้แก่ การออกแบบระบบฐานข้อมูล (Database Design) การออกแบบกระบวนการทำงานของระบบ (Process Design) รวมถึงการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้และการแสดงผล (Interface Design and Output Design) ตามที่จะได้นำเสนอต่อไปนี้

#### 4.1 การออกแบบระบบฐานข้อมูล

การนำเสนอการออกแบบระบบฐานข้อมูล (Database Design) ในการศึกษาจะนำเสนอในระดับของการออกแบบแนวคิด (Conceptual Design) เท่านั้น เนื่องจากมีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายโครงสร้างหลักๆ ของฐานข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงาน โดยจะยังไม่แสดงในเห็นถึงรายละเอียดโครงสร้างข้อมูล ซึ่งการนำเสนอจะใช้ผังแสดงความสัมพันธ์ของเอนทิตี (Entity-Relationship Diagram) ในการนำเสนอเนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ใช้รูปสัญลักษณ์แทนโครงสร้างทางด้าน Abstraction ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี และการนำเสนอผังความสัมพันธ์ของเอนทิตีจะแสดงเรียงลำดับจากภาพรวมไปสู่รายละเอียดของระบบ ซึ่งเป็นกลยุทธ์การออกแบบจากบนลงล่าง (Top-down Strategic)

จากการวิเคราะห์ในบทที่ 3 พบว่ามีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานที่สำคัญคือข้อมูลคู่มือการลงทะเบียน (CMR30) ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่กำหนดวิชาและตอนที่เปิดให้นักศึกษาลงทะเบียนพร้อมกับระบุวัน เวลาที่เรียน รวมถึงห้องที่จะต้องใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับอาคารเรียนของแต่ละคณะที่อยู่ในพื้นที่ โดยความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคู่มือการลงทะเบียนกับอาคารเรียนนั้นพบว่าในหนึ่งตอนของแต่ละกระบวนวิชาจะใช้ห้องเรียนเพียงห้องเดียว ในขณะที่ห้องเรียนหนึ่งห้องสามารถใช้ได้กับหลายๆ กระบวนวิชา สามารถนำมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบของผังแสดงความสัมพันธ์ของเอนทิตี ดังภาพ 4.1



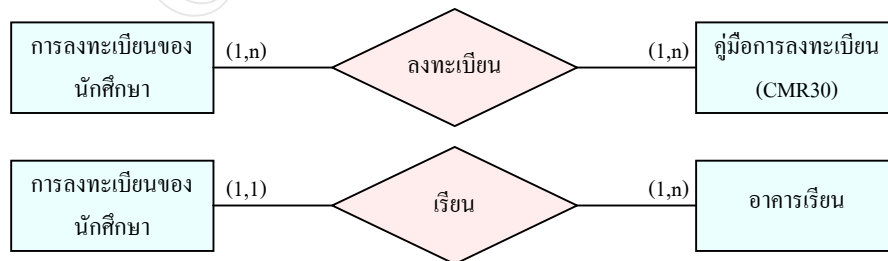
ภาพ 4.1 แสดงผังแสดงความสัมพันธ์ของเอ็นทิตี ระหว่างคู่มือการลงทะเบียนกับอาคารเรียน

จากข้อกำหนดเบื้องต้นของการศึกษาที่ทำการแบ่งอาคารเรียนออกเป็นส่วนตามพื้นที่บริการ จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอาคารเรียนกับพื้นที่บริการ โดยอาคารเรียนหนึ่งอาคารจะอยู่ในพื้นที่บริการเพียงหนึ่งพื้นที่ ในขณะที่พื้นที่บริการหนึ่งๆ สามารถมีอาคารเรียนได้มากกว่าหนึ่งอาคาร สามารถนำมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปของผังแสดงความสัมพันธ์ของเอ็นทิตี ดังภาพ 4.2



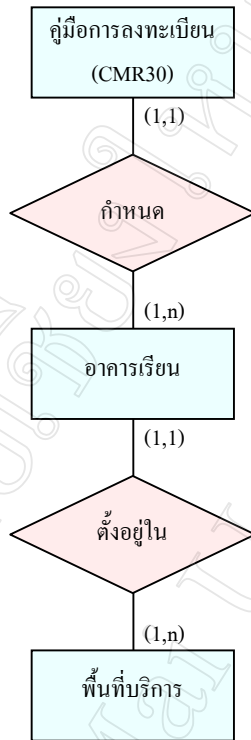
ภาพ 4.2 แสดงผังแสดงความสัมพันธ์ของเอ็นทิตี ระหว่างอาคารเรียนกับพื้นที่บริการ

ในส่วน of ข้อมูลการลงทะเบียนของนักศึกษาซึ่งต้องลงทะเบียนเรียนตามกระบวนวิชาที่เปิดสอนซึ่งถูกกำหนดอยู่ในคู่มือการลงทะเบียน (CMR30) และจะต้องไปเรียนยังอาคารเรียนตามแต่ละวิชาได้กำหนดไว้ในคู่มือการลงทะเบียน โดยที่นักศึกษาหนึ่งคนสามารถเลือกลงทะเบียนได้มากกว่าหนึ่งกระบวนวิชา และกระบวนวิชาหนึ่งสามารถรับนักศึกษาเข้าเรียนได้มากกว่าหนึ่งคน ในขณะที่นักศึกษาหนึ่งคนจะต้องเดินทางไปเรียนในแต่ละวิชา ณ เวลาใดเวลาหนึ่งได้เพียงหนึ่งอาคารเรียน แต่อาคารเรียนหนึ่งอาคารเรียนสามารถรับนักศึกษาได้มากกว่าหนึ่งคน ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเช่นกัน สามารถนำมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปของผังแสดงความสัมพันธ์ของเอ็นทิตี ดังภาพ 4.3



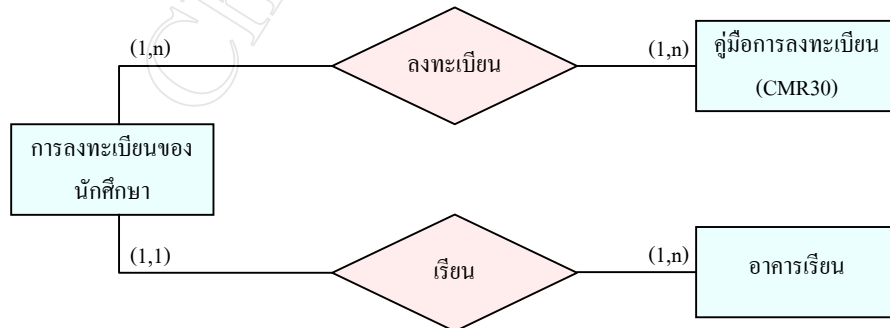
ภาพ 4.3 แสดงผังแสดงความสัมพันธ์ของเอ็นทิตี ระหว่างการลงทะเบียนของนักศึกษา กับคู่มือการลงทะเบียน และนักศึกษากับอาคารเรียน

จากภาพ 4.1 และภาพ 4.2 สามารถนำมาเขียนรวมเป็นผังเดียวกันเพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังภาพ 4.4



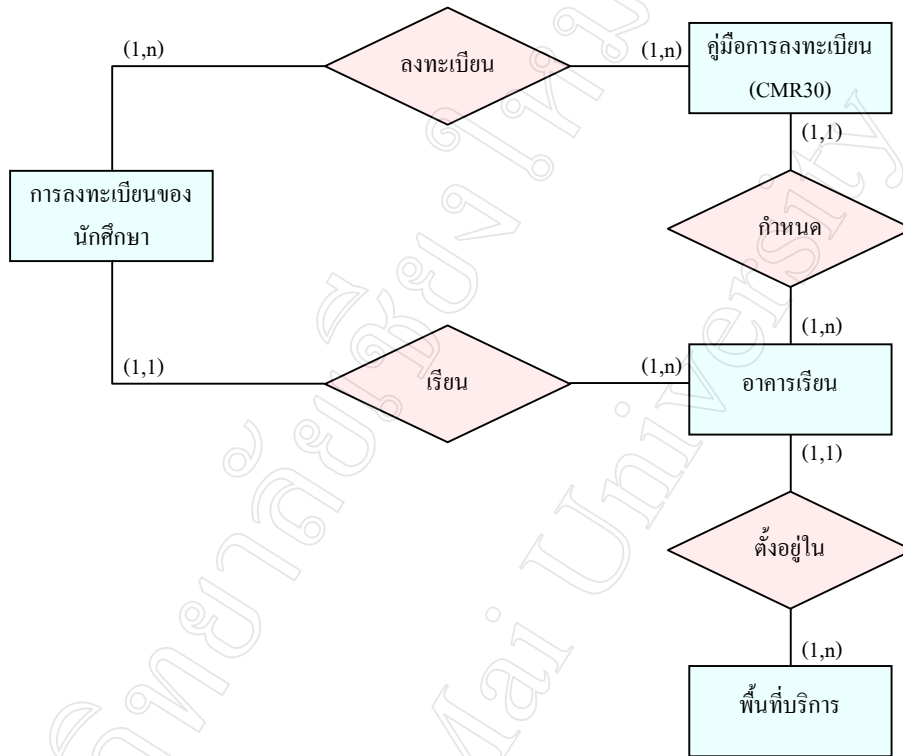
ภาพ 4.4 แสดงผังแสดงความสัมพันธ์ของเอ็นทิตี ระหว่างคู่มือการลงทะเบียน อาคารเรียน และพื้นที่บริการ

จากภาพ 4.3 สามารถนำมาเขียนรวมเป็นผังเดียวกันเพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังภาพ 4.5



ภาพ 4.5 แสดงผังแสดงความสัมพันธ์ของเอ็นทิตี ระหว่างการลงทะเบียนของนักศึกษา กับ คู่มือการลงทะเบียน และอาคารเรียน

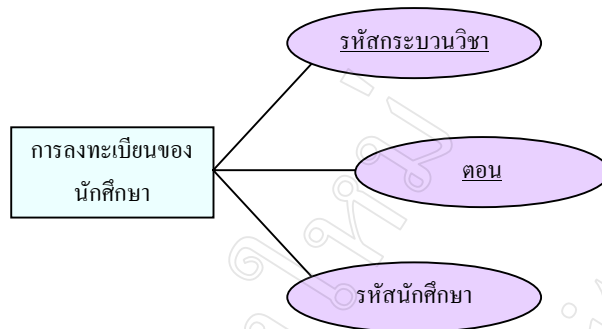
จากภาพ 4.4 และภาพ 4.5 จึงนำมาเขียนรวมเป็นผังเดียวกันให้เป็นผังสุดท้ายเพื่อให้เห็นภาพรวมของทั้งระบบ ดังภาพ 4.6



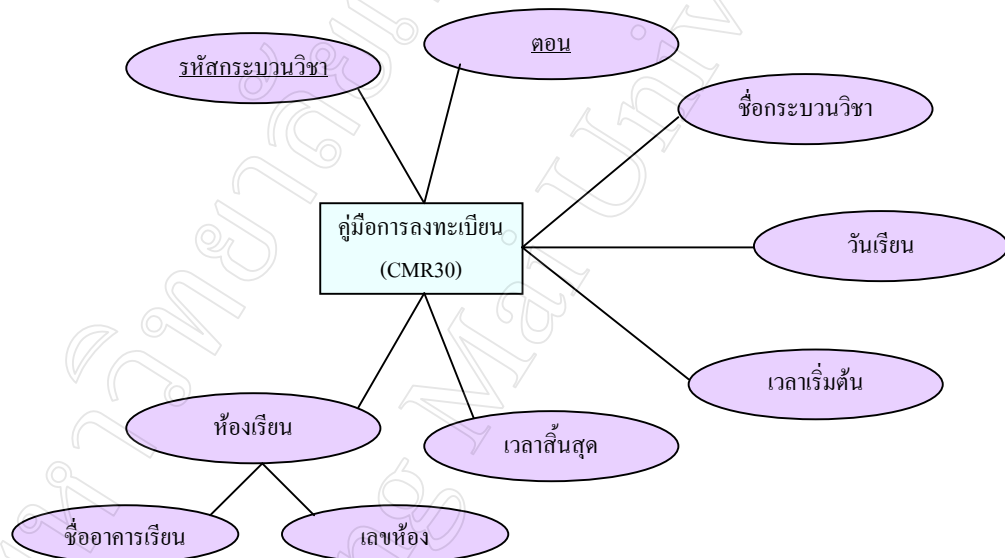
ภาพ 4.6 แสดงผังแสดงความสัมพันธ์ของเอ็นทิตี ของทั้งระบบ

จากข้อมูลที่รวบรวมได้เบื้องต้นดังที่เสนอไว้ในบทที่ 3 ประกอบกับผังความสัมพันธ์ของเอ็นทิตีที่ถูกกำหนดขึ้น นำสู่การกำหนดแอททริบิวต์ (Attribute) ให้กับเอ็นทิตีต่างๆ ซึ่งในการนำเสนอสำหรับส่วนการออกแบบระบบฐานข้อมูลนี้ จะได้นำเสนอเฉพาะแอททริบิวต์ที่มีความสำคัญต้องใช้กับการพัฒนาระบบเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมได้บางส่วนจะมีแอททริบิวต์อยู่มากกว่า และตามแนวคิดของการพัฒนาที่จะคงแอททริบิวต์เดิมโดยไม่เข้าไปเปลี่ยนแปลงระบบฐานข้อมูลเดิม โดยแอททริบิวต์ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นคีย์แอททริบิวต์ (Key Attribute) จะใช้ตัวอักษรขีดเส้นใต้เป็นสัญลักษณ์

ภาพ 4.7 แสดงเอ็นทิตีการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษา ซึ่งเป็นข้อมูลการลงทะเบียนของนักศึกษาที่ได้รับจากสำนักทะเบียนและประมวลผล โดยมีแอททริบิวต์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบได้แก่ รหัสกระบวนวิชา (COURSENO) ตอน (SECTION) รหัสนักศึกษา (ID) โดยมีรหัสกระบวนวิชาและตอนประกอบกันเป็นคีย์แอททริบิวต์



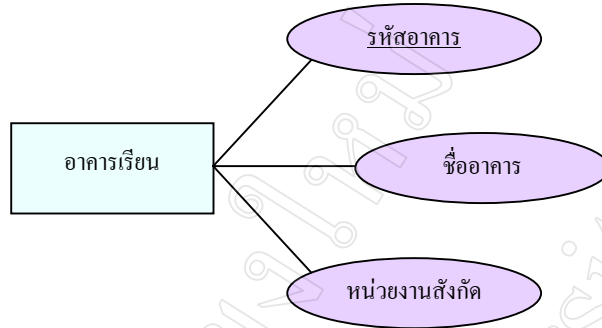
ภาพ 4.7 แสดงเอ็นทิตีและแอททริบิวต์ของการลงทะเบียนของนักศึกษา



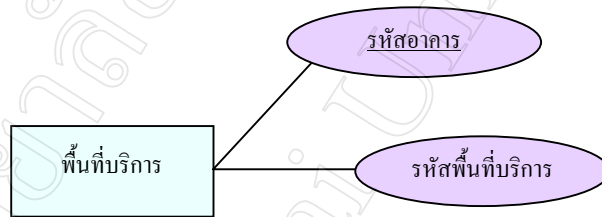
ภาพ 4.8 แสดงเอ็นทิตีและแอททริบิวต์ของคู่มือการลงทะเบียน

ภาพ 4.8 แสดงแอททริบิวต์ของเอ็นทิตีคู่มือการลงทะเบียน ซึ่งมีแอททริบิวต์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบได้แก่ รหัสกระบวนวิชา (COURSENO) ตอน (SECTION) ชื่อกระบวนวิชา (TITLE) วันเรียน (DAYLEC) เวลาเริ่มเรียน (BTLEC) เวลาสิ้นสุดการเรียน (FTLEC) และห้องเรียน (ROOM) ซึ่งจะประกอบไปด้วยชื่ออาคารเรียนและเลขห้อง โดยมีรหัสกระบวนวิชาประกอบกับตอนเป็นคีย์แอททริบิวต์

ส่วนเอ็นทิตีอาคารเรียนนั้น จะประกอบด้วยแอททริบิวต์ รหัสอาคารเรียน (BUILDNO) ชื่ออาคาร (NAME) และหน่วยงานสังกัด (FAC) โดยมีรหัสอาคารเรียนเป็นคีย์แอททริบิวต์ ดังภาพ 4.9



ภาพ 4.9 แสดงเอ็นทิตีและแอททริบิวต์ของอาคารเรียน



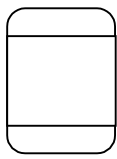

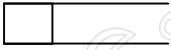
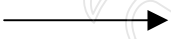
ภาพ 4.10 แสดงเอ็นทิตีและแอททริบิวต์ของพื้นที่บริการ

และสุดท้ายดังแสดงในภาพ 4.10 ซึ่งแสดงแอททริบิวต์ของเอ็นทิตีพื้นที่บริการ โดยประกอบด้วย รหัสอาคาร (BUILDNO) และรหัสพื้นที่บริการ (ZONENO) โดยมีรหัสอาคารเป็นคีย์แอททริบิวต์

## 4.2 การออกแบบกระบวนการทำงานของระบบ

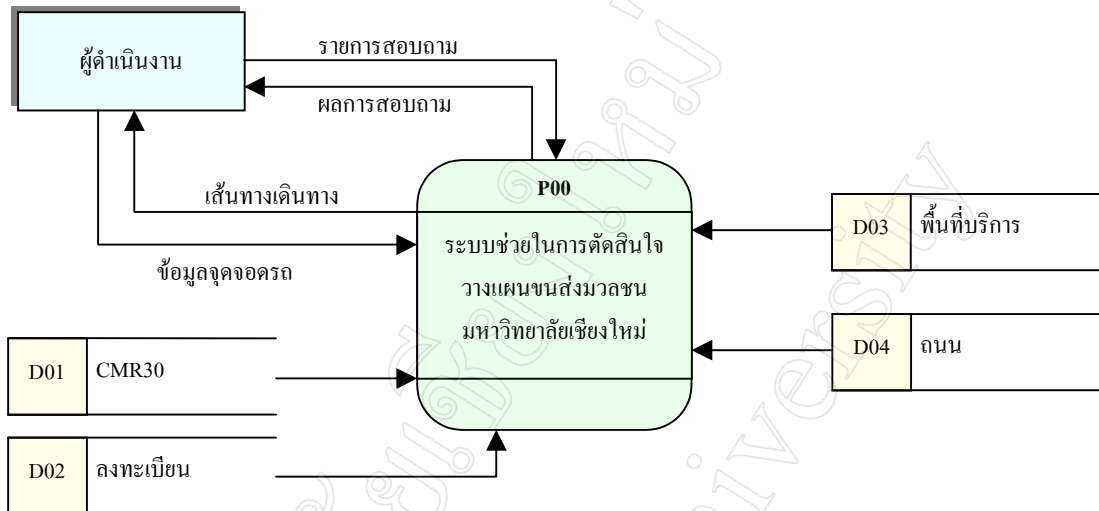
การออกแบบกระบวนการทำงานของระบบ (Process Design) ในการศึกษาี้เลือกใช้ผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagrams: DFD) เป็นเครื่องมือช่วยในการนำเสนอเพื่อให้เห็นภาพรวมของกระบวนการทำงานของระบบ ทั้งข้อมูลและขั้นตอนการทำงาน ซึ่งรูปแบบสัญลักษณ์ที่เลือกใช้เพื่อนำเสนอในการศึกษานี้เป็นของ Gane และ Sarson โดยมีสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในผังการไหลของข้อมูล

| สัญลักษณ์                                                                           | ชื่อ                         | ความหมาย                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|    | Process                      | การประมวลผลที่จะทำให้ข้อมูลนำเข้ากลายเป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ                 |
|  | Entity<br>source/destination | คนหรือกลุ่มของสิ่งต่างๆ ที่จุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของการเดินทางของข้อมูล |
|  | Data store                   | พื้นที่ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล อาจจะชั่วคราวหรือถาวร                        |
|  | Data flow                    | การเคลื่อนที่ของข้อมูลระหว่างวัตถุต่างๆ                                    |

ที่มา Michael L. Gibson and Cary T. Hughes, "Systems Analysis and Design : A Comprehensive Methodology with Case. P. 251 – 252.

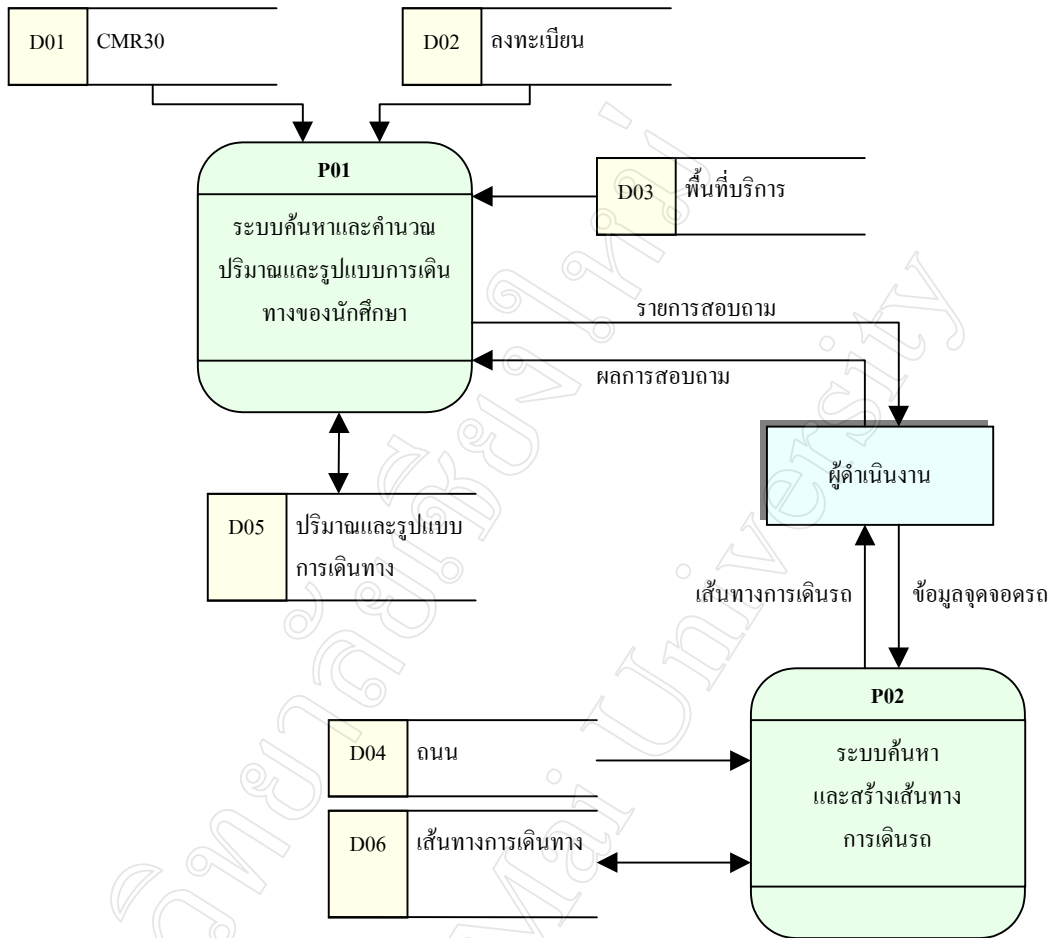
เพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบช่วยในการตัดสินใจวางแผนขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จึงได้นำเสนอในภาพแสดงการไหลของข้อมูล ระดับ 0 ของระบบไว้ดังนี้ (ภาพที่ 4.11)



ภาพ 4.11 แสดงผังการไหลของข้อมูล ระดับ 0 ของระบบช่วยในการตัดสินใจวางแผนขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

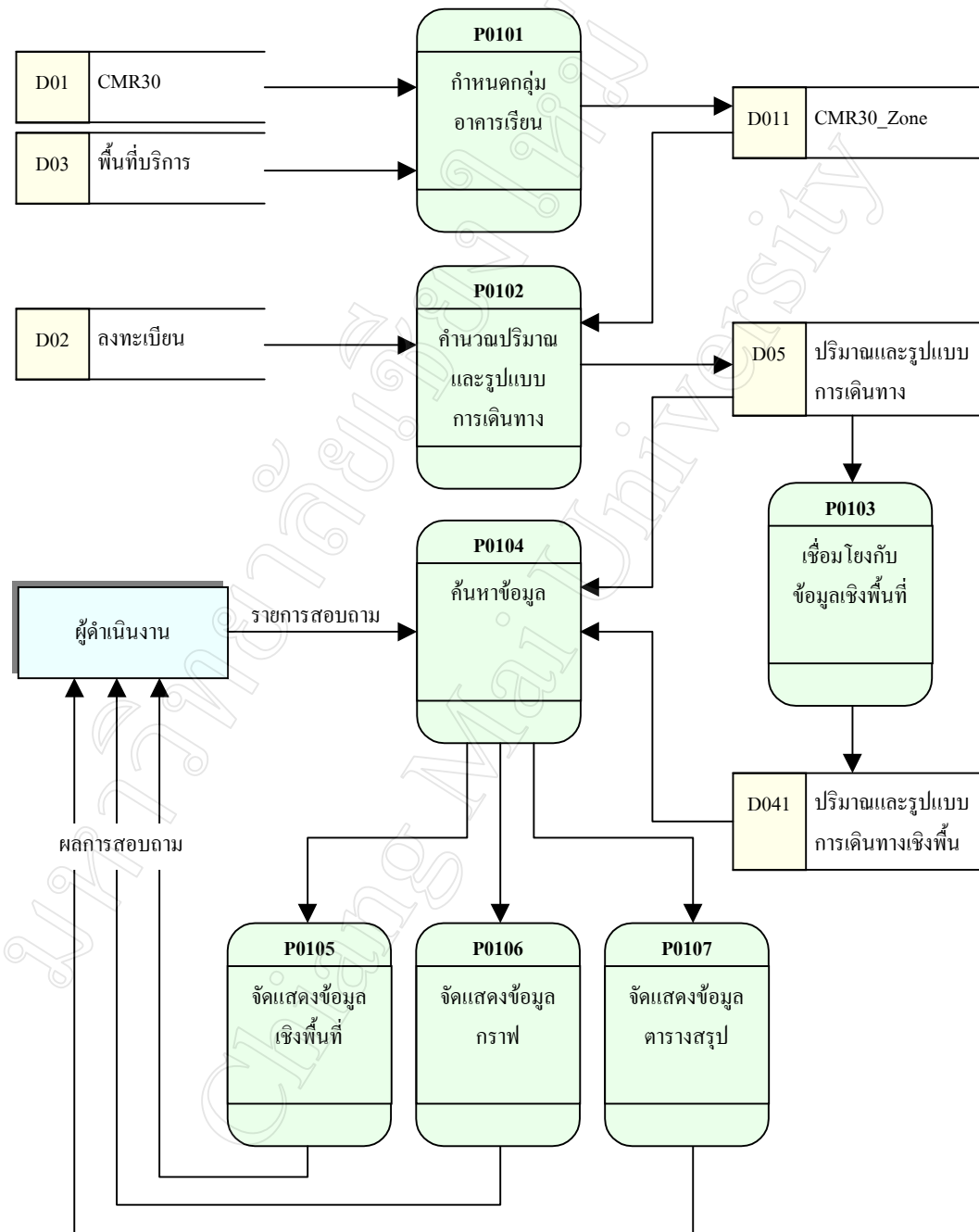
จากภาพ 4.11 ผู้ดำเนินงาน ซึ่งก็คือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน ที่ต้องการสารสนเทศจากระบบเพื่อใช้ช่วยตัดสินใจในการวางแผนขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะให้รายการสอบถามกับระบบ ซึ่งได้แก่ วัน เวลา และพื้นที่บริการที่ต้องการทราบถึงปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษา หรือการกำหนดจุดจอดรถโดยสารต่างๆ ระบบจะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประมวลผล โดยที่ข้อมูลหลักๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ ข้อมูลจากคู่มือการลงทะเบียน (D01: CMR30) ข้อมูลการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษา (D02: ลงทะเบียน) ข้อมูลพื้นที่บริการ (D03: พื้นที่บริการ) และข้อมูลเกี่ยวกับระบบถนน (D04: ถนน) ในที่สุดระบบจะให้ผลลัพธ์เป็นสารสนเทศที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ผลการสอบถามปริมาณและรูปแบบการเดินทาง ซึ่งจะเป็นส่วนที่ให้สารสนเทศเพื่อประกอบการตัดสินใจการวางแผนการขนส่ง และเส้นทางเดินทาง ซึ่งจะเป็นสารสนเทศที่ให้เพื่อใช้ในการกำหนดเส้นทางการเดินทางโดยสารที่สั้นที่สุดจากจุดจอดต่างๆ ที่ผู้ดำเนินงานกำหนด





ภาพ 4.12 แสดงผังการไหลของข้อมูล ระดับ 1 ของระบบช่วยในการตัดสินใจวางแผนขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จากภาพ 4.12 แสดงให้เห็นถึงการแยกย่อยระบบออกจากภาพรวม โดยที่สามารถแยกระบบออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือระบบที่ใช้ในการค้นหาและคำนวณปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาในแต่ละช่วงเวลา ที่ต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงทะเบียนเรียน และโชนของอาคารเรียนเพื่อวิเคราะห์ และให้เป็นสารสนเทศเกี่ยวกับปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาในแต่ละช่วงเวลา และระบบที่ใช้สำหรับค้นหาและสร้างเส้นทางเดินทาง โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับถนน และจุดจอตลอดที่ผู้ดำเนินงานกำหนดขึ้นมาวิเคราะห์ โดยผ่านต้นแบบ (Model) ทางด้านการวิเคราะห์ระบบเครือข่ายเพื่อเส้นทางเดินทางที่สั้นที่สุดที่จะเป็นไปได้ และให้เป็นสารสนเทศกับผู้ดำเนินงานเพื่อใช้ในการวางแผนเดินทางขนส่งมวลชนต่อไป



ภาพ 4.13 แสดงผังการไหลของข้อมูล ระดับ 2 ของระบบค้นหาและคำนวณปริมาณและรูปแบบการเดินทาง

จากภาพ 4.13 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการย่อยของระบบค้นหาและคำนวณปริมาณ และรูปแบบการเดินทาง จากข้อมูลคู่มือลงทะเบียนและพื้นที่บริการ นำมาผ่านกระบวนการเพื่อกำหนดพื้นที่บริการให้กับรายวิชาที่ปรากฏในคู่มือลงทะเบียน เนื่องจากข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในฐานข้อมูลของคู่มือลงทะเบียนจะมีเพียงรหัสของห้องเรียนซึ่งจะประกอบด้วยชื่ออาคารเรียนและเลขประจำห้องเรียน ซึ่งระบบจะต้องทำการแยกรหัสดังกล่าวออกและนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูลพื้นที่บริการ และที่สุดจึงสร้างเป็นฐานข้อมูลใหม่ที่มีข้อมูลจากคู่มือการลงทะเบียนและโซนของอาคารเรียนที่กระบวนวิชานั้นๆ ถูกกำหนดไว้ให้เป็นสถานที่เรียน (D011: CMR30\_Zone)

จากนั้นระบบจะนำข้อมูลคู่มือลงทะเบียนที่มีพื้นที่บริการกำกับอยู่มาผ่านกระบวนการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาปริมาณและรูปแบบการเดินทางในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษา มาประกอบการวิเคราะห์ และจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในฐานข้อมูลปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาแยกตามช่วงวันและเวลา

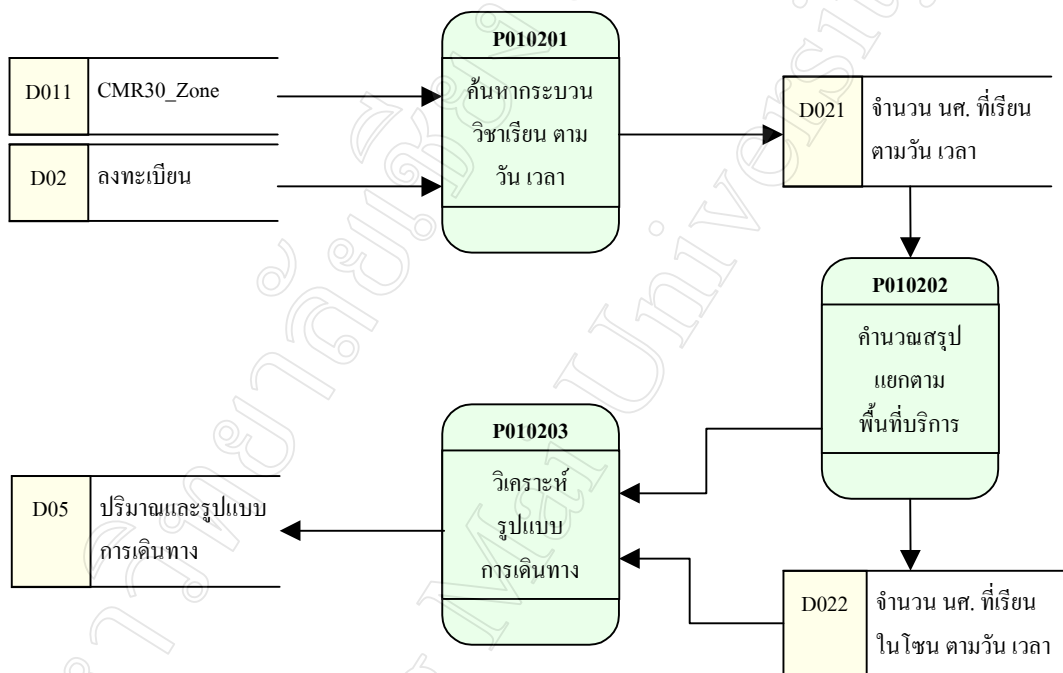
ข้อมูลปริมาณและรูปแบบการเดินทางที่ได้จากการวิเคราะห์จะต้องถูกนำไปเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อใช้ในการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการแสดงปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาเชิงพื้นที่ (D041: ปริมาณและรูปแบบการเดินทางเชิงพื้นที่)

ผู้ดำเนินงานจะทำการป้อนรายการสอบถามผ่านกระบวนการค้นหาข้อมูล ซึ่งได้แก่ วัน เวลา และพื้นที่บริการที่ต้องการทราบปริมาณและรูปแบบการเดินทาง ระบบจะต้องสืบค้นข้อมูลตามรายการสอบถามจากฐานข้อมูลปริมาณและรูปแบบการเดินทาง และฐานข้อมูลปริมาณและรูปแบบการเดินทางเชิงพื้นที่ เพื่อส่งเข้าสู่กระบวนการสำหรับการนำเสนอข้อมูล ซึ่งจะต้องสามารถนำเสนอข้อมูลกลับสู่ผู้ดำเนินงานได้ใน 3 รูปแบบ ได้แก่

- การนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยผ่านกระบวนการเพื่อนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อนำเสนอผ่านรูปแบบของแผนที่ให้เห็นถึงปริมาณและรูปแบบการเดินทาง ณ วัน เวลาที่กำหนด จากพื้นที่บริการที่กำหนดไปยังพื้นที่บริการต่างๆ
- การนำเสนอข้อมูลกราฟ โดยกระบวนการเพื่อนำเสนอข้อมูลกราฟ เพื่อนำเสนอข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการเดินทาง ณ วัน เวลา และพื้นที่บริการที่กำหนด ไปสู่พื้นที่บริการต่าง

- การนำเสนอข้อมูลตารางสรุป โดยกระบวนการเพื่อนำเสนอข้อมูลตารางสรุป เพื่อให้เห็นค่าตัวเลขที่เกิดขึ้นจริงในการเดินทาง ณ วัน เวลา และพื้นที่บริการที่กำหนด ไปยังพื้นที่บริการต่างๆ

ในส่วนของกระบวนการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาปริมาณและรูปแบบการเดินทางในแต่ละช่วงเวลานั้น ยังสามารถแยกย่อยกระบวนการได้ ดังแสดงในภาพ 4.14

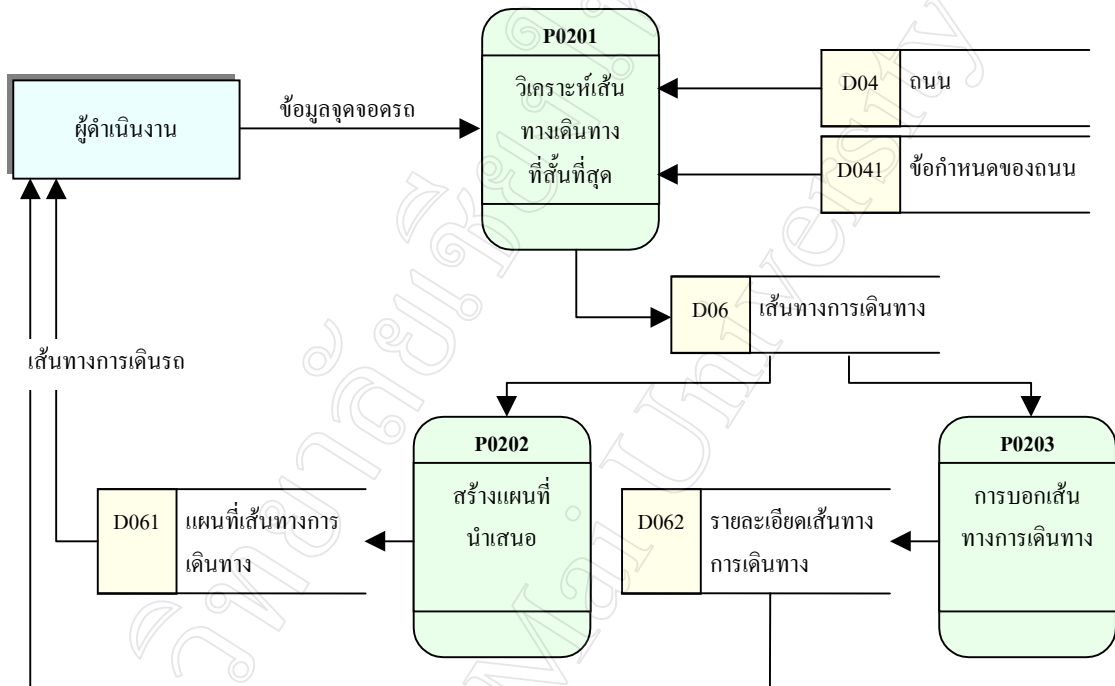


ภาพ 4.14 แสดงผังการไหลของข้อมูล ระดับ 3 ของระบบการคำนวณปริมาณการเดินทาง

จากภาพ 4.14 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาปริมาณและรูปแบบการเดินทางจากพื้นที่บริการหนึ่งๆ ไปยังพื้นที่บริการต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา โดยเริ่มจากกระบวนการค้นหากระบวนวิชาเรียนตามวัน เวลาต่างๆ โดยใช้ข้อมูลจากคู่มือการลงทะเบียนเรียนที่มีข้อมูลพื้นที่บริการกำกับอยู่ และสร้างความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาเพื่อนำมาคำนวณหาจำนวนนักศึกษาที่ต้องมีเรียนในช่วงวัน เวลานั้น (D021: จำนวนนักศึกษาที่เรียนตามวัน เวลา)

จากข้อมูลจำนวนนักศึกษาในช่วงวัน เวลาที่ได้ ผ่านเข้าสู่กระบวนการคำนวณเพื่อสรุปแยกตามพื้นที่บริการ เพื่อหาปริมาณของนักศึกษาที่ควรจะมีเรียนแยกตามพื้นที่บริการต่างๆ ตามวัน เวลา

สุดท้ายจึงใช้กระบวนการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเดินทางในแต่ละช่วงวัน เวลา โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ผ่านมากระบวนการคำนวณมาก่อนหน้า เพื่อหารูปแบบการเดินทางของนักศึกษาที่ต้องมีเรียนต่อเนื่องจากโซนหนึ่งสู่อื่นๆ ตามช่วงวัน เวลา โดยการสร้างความสัมพันธ์จากฐานข้อมูลและวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลตามช่วงเวลาต่างๆ



ภาพ 4.15 แสดงผังการไหลของข้อมูล ระดับ 2 ของระบบค้นหาและสร้างเส้นทางรถ

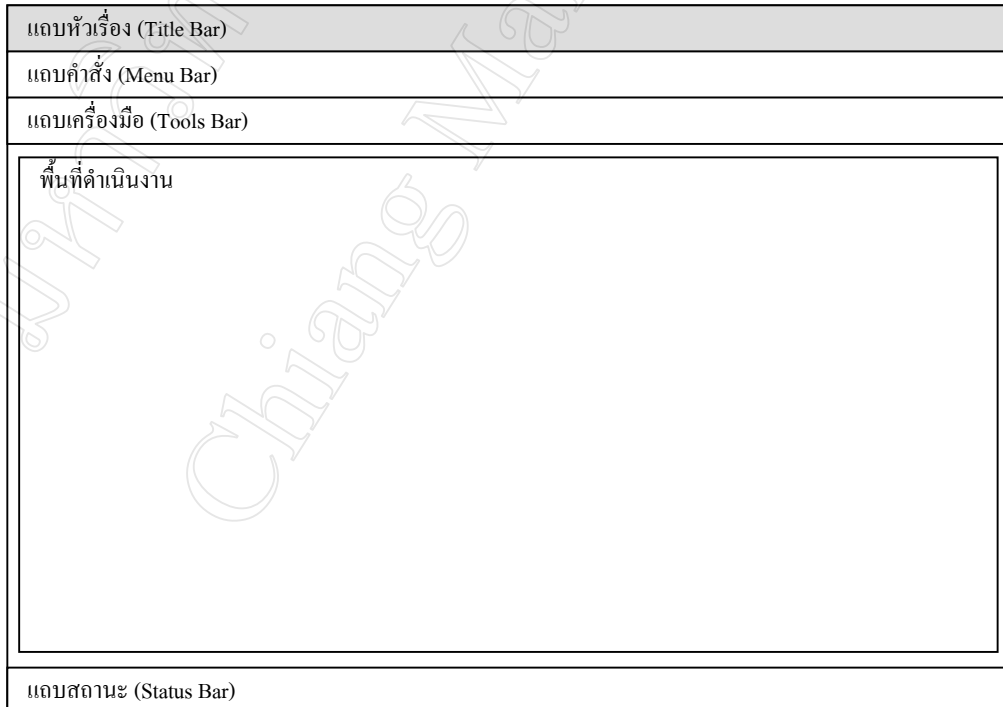
จากภาพ 4.15 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการในส่วนของการวิเคราะห์เพื่อหาเส้นทางเดินทางที่สั้นที่สุด โดยเริ่มจากผู้ดำเนินงานจะกำหนดจุดจอตลอดต่างๆ ในโครงข่ายถนนของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระบบจะนำข้อมูลดังกล่าววิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลถนน และข้อกำหนดต่างๆ ของถนน (D041: ข้อกำหนดของถนน) โดยผ่านตัวแบบทางด้านการวิเคราะห์โครงข่าย และจัดเก็บสารสนเทศที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้ที่ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บเส้นทางรถ (D06: เส้นทางรถ) และที่สุดจึงผ่านเข้าสู่กระบวนการเพื่อสร้างแผนที่ในการนำเสนอเส้นทางรถ และกระบวนการเพื่อสร้างคำอธิบายเพื่อบอกเส้นทางรถ โดยที่สารสนเทศที่ผ่านการบวนการดังกล่าวจะถูกจัดเก็บไว้ในส่วนฐานข้อมูลแผนที่เส้นทางรถ (D061: แผนที่เส้นทางรถ) และรายละเอียดเส้นทางรถ (D062: รายละเอียดเส้นทางรถ) และนำเสนอต่อผู้ดำเนินการในที่สุด

### 4.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ

สำหรับการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ (Interface Design) จะนำเสนอรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบในโปรแกรมต้นแบบอย่างคร่าวๆ เพื่อให้เห็นภาพรวมของแนวคิดการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบหลักๆ ที่จะต้องมีในระบบที่พัฒนา

จากแนวคิดเบื้องต้นในส่วนของการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 ในการที่จะใช้โปรแกรม ArcView เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ดังนั้นแนวคิดหลักของการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้จึงจะต้องให้มีความสอดคล้องกับความสามารถของโปรแกรมดังกล่าว และเนื่องจากโปรแกรม ArcView เป็นโปรแกรมที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้จึงใช้แนวคิดภายใต้ความสามารถของการทำงานแบบวินโดวส์เป็นหลัก

ระบบทั้งหมดจะอยู่ภายใต้กรอบการออกแบบเดียวกัน โดยยึดตามมาตรฐานของระบบโปรแกรมที่ใช้งานอยู่บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจกับรูปแบบของระบบได้ง่ายขึ้น ดังแสดงในภาพ 4.16



ภาพ 4.16 แสดงรูปแบบการออกแบบองค์ประกอบหลักของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ

องค์ประกอบหลักของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบที่จะต้องมีในทุกๆ ส่วนดำเนินงาน ได้ออกแบบโดยแบ่งออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

- แถบหัวเรื่อง ซึ่งจะเป็นส่วนที่แสดงชื่อระบบ และปุ่มในการควบคุมการเปิด-ปิดระบบ
- แถบคำสั่ง (Menu Bar) เป็นส่วนที่แสดงคำสั่งต่างๆ ที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถสั่งการทำงานจากระบบ
- แถบเครื่องมือ (Tools Bar) เป็นส่วนที่แสดงปุ่มเครื่องมือต่างๆ ที่ให้ผู้ใช้เรียกใช้ในการทำงาน
- พื้นที่ดำเนินงาน เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการดำเนินงานของผู้ใช้ และใช้สำหรับแสดงผล ทั้งส่วนข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบของตารางข้อมูล กราฟ และการจัดเตรียมแผนที่เพื่อการพิมพ์ รวมถึงการดำเนินงานอื่นๆ ของผู้ใช้ เช่น การสอบถามข้อมูล การกำหนดการแสดงผล เป็นต้น

ทางด้านออกแบบส่วนย่อยของติดต่อกับผู้ใช้ของระบบเพื่อช่วยการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กำหนดเป็นส่วนดำเนินการหลักๆ 4 ส่วน คือ

5. ส่วนดำเนินงานหลัก จะเป็นส่วนหลักของระบบที่จะต้องประกอบด้วยเตรียมการข้อมูลก่อนใช้งาน การสืบค้นและแสดงข้อมูลปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาตามวันเวลาที่กำหนด และส่วนการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุดจากจุดจอดต่างๆ ที่ผู้ใช้งานกำหนดขึ้น รวมถึงองค์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับข้อมูลในเชิงสารสนเทศภูมิศาสตร์

6. ส่วนดำเนินงานกับตารางข้อมูล จะเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวกับตารางข้อมูลที่แสดงปริมาณการเดินทางอยู่ เช่น การเรียงข้อมูล การเลือกข้อมูล และการใช้กราฟสรุปข้อมูล เป็นต้น

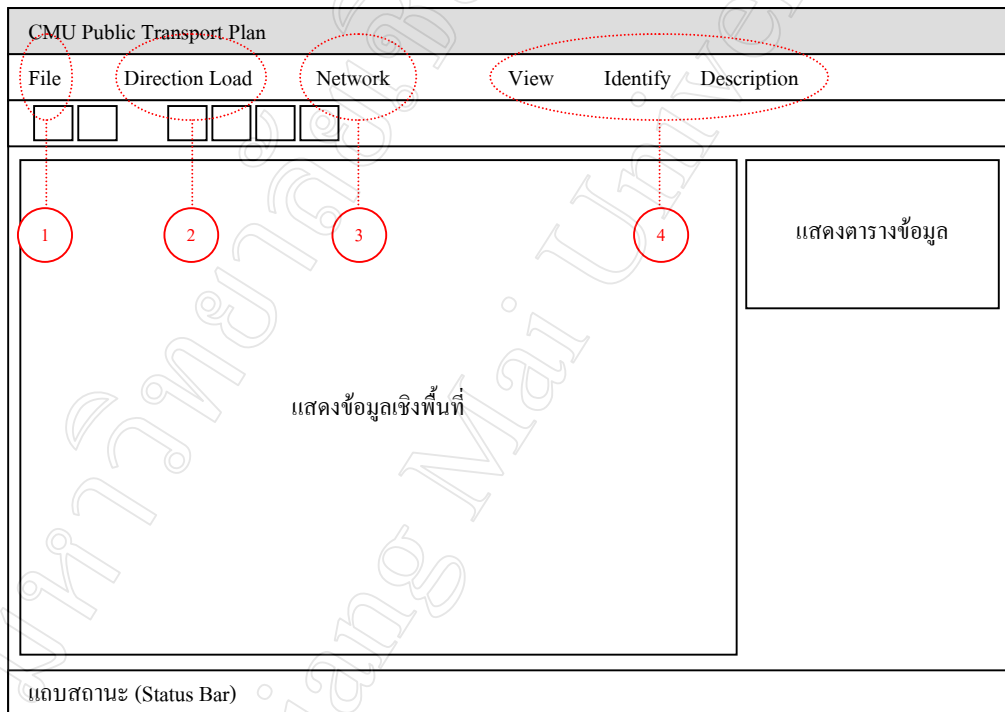
7. ส่วนดำเนินงานกับกราฟ จะเป็นส่วนช่วยให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบกราฟสรุปปริมาณการเดินทางได้ตามความต้องการ

8. ส่วนดำเนินงานกับการสร้างแผนที่เพื่อพิมพ์ จะเป็นส่วนที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำสารสนเทศที่ได้จัดทำเป็นแผนที่และพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อนำเสนอต่อไป

โดยมีรายละเอียดการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ตามส่วนดำเนินงานต่างๆ ดังนี้

### 4.3.1 ส่วนดำเนินงานหลัก

เนื่องจากเป็นส่วนหลักของระบบที่จะต้องประกอบด้วยเตรียมการข้อมูลก่อนใช้งาน การสืบค้นและแสดงข้อมูลปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาตามวัน เวลาที่กำหนด และ ส่วนการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุดจากจุดจอดต่างๆ ที่ผู้ใช้งานกำหนด ขึ้น รวมถึงองค์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับข้อมูลในเชิงสารสนเทศภูมิศาสตร์ แนวทางการออกแบบส่วนการติดต่อกับผู้ใช้จึงต้องเตรียมชุดคำสั่งต่างๆ เพื่อรองรับการทำงานให้ครบ ดังแสดงใน ภาพ 4.17



ภาพ 4.17 แสดงรายละเอียดการออกแบบส่วนดำเนินงานหลัก

จากภาพ 4.17 แถบคำสั่งจะมีคำสั่งที่สำคัญที่ต้องมีสำหรับการใช้งานอยู่ 4 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้สำหรับการเตรียมการข้อมูลก่อนใช้งาน (1) ส่วนสืบค้นเพื่อแสดงผลปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาตามวัน เวลาที่ใช้กำหนด (2) การวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุดจากจุดจอดที่ผู้ใช้งานกำหนด (3) และส่วนช่วยในการกำหนดการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ และการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากข้อมูลเชิงพื้นที่ (4) โดยมีรายละเอียดการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในแต่ละส่วนดังนี้



| CMU Public Transport Plan |                |         |      |          |             |
|---------------------------|----------------|---------|------|----------|-------------|
| File                      | Direction Load | Network | View | Identify | Description |
| Data Preparation          |                |         |      |          |             |
| .                         |                |         |      |          |             |
| .                         |                |         |      |          |             |

ภาพ 4.18 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนการเตรียมข้อมูล

| Get CMR_30 File    |                 |  |        |
|--------------------|-----------------|--|--------|
| ชื่อไฟล์           |                 |  | OK     |
| รายการไฟล์         | รายการไดเรกทอรี |  | Cancel |
| กำหนดประเภทของไฟล์ | กำหนดไดร์ฟ      |  |        |

ภาพ 4.19 แสดงรายละเอียดการออกแบบไดอะล็อกการค้นหาไฟล์ข้อมูลคู่มือการลงทะเบียน

| Get Register File  |                 |  |        |
|--------------------|-----------------|--|--------|
| ชื่อไฟล์           |                 |  | OK     |
| รายการไฟล์         | รายการไดเรกทอรี |  | Cancel |
| กำหนดประเภทของไฟล์ | กำหนดไดร์ฟ      |  |        |

ภาพ 4.20 แสดงรายละเอียดการออกแบบไดอะล็อกการค้นหาไฟล์ข้อมูลการลงทะเบียนของนักศึกษา

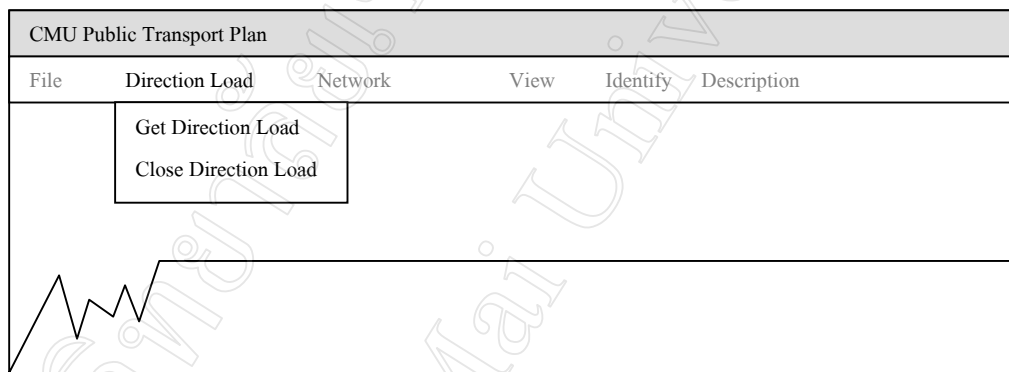
ภาพ 4.21 แสดงรายละเอียดการออกแบบไดอะล็อกการกำหนดฟิลด์บรรจุข้อมูลรหัสประจำตัวนักศึกษา

ภาพ 4.22 แสดงรายละเอียดการออกแบบไดอะล็อกการกำหนดฟิลด์บรรจุข้อมูลรหัสประจำตัววิชา

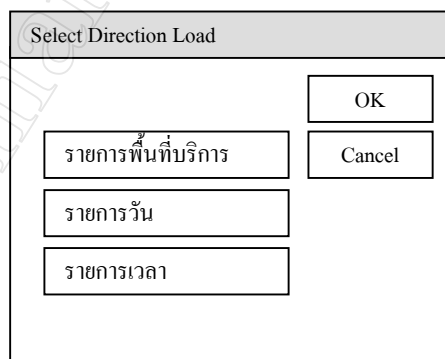
ภาพ 4.23 แสดงรายละเอียดการออกแบบไดอะล็อกการกำหนดฟิลด์บรรจุข้อมูลตอนของวิชา

หลังจากผู้ใช้เลือกคำสั่งจากแถบคำสั่งเพื่อให้เริ่มขั้นตอนการเตรียมการข้อมูล (ภาพ 4.18) จะต้องกำหนดไฟล์ที่เก็บข้อมูลคู่มือลงทะเบียน (ภาพ 4.19) และข้อมูลการลงทะเบียนของนักศึกษาโดยใช้ส่วนการนำเข้าข้อมูล (ภาพ 4.20) และสุดท้ายจึงกำหนดฟิลด์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลรหัสประจำตัวนักศึกษา (ภาพ 4.21) รหัสประจำวิชา (ภาพ 4.22) และตอนของแต่ละวิชา (ภาพ 4.23)

ในส่วนของส่วนสืบค้นเพื่อแสดงผลปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาตามวัน เวลาที่ใช้กำหนด นั้น หลังจากที่ผู้ใช้เลือกคำสั่งจากแถบคำสั่ง (ภาพ 4.24) จะต้องกำหนดพื้นที่บริการ วัน และเวลาที่ต้องการทราบปริมาณและรูปแบบการเดินทาง (ภาพ 4.25) โดยที่รายการเวลาจะต้องแปรไปตามการเลือกวันเพื่อให้สอดคล้องกับชั่วโมงเรียน

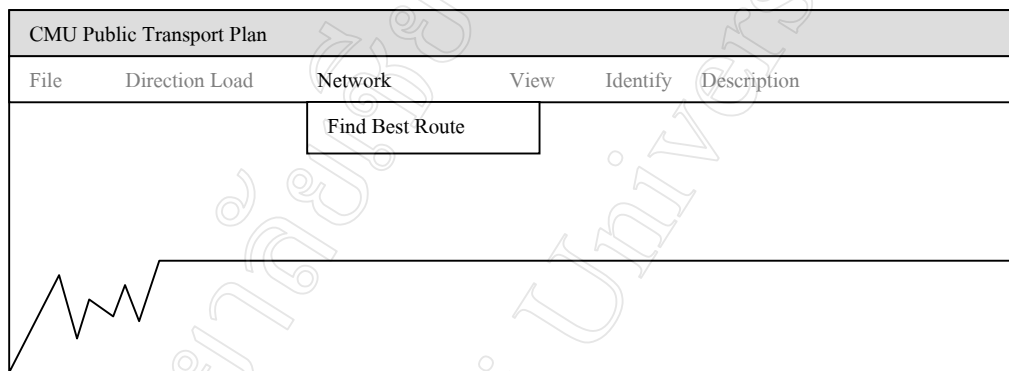


ภาพ 4.24 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนสืบค้นเพื่อแสดงผลปริมาณและรูปแบบการเดินทางของนักศึกษา

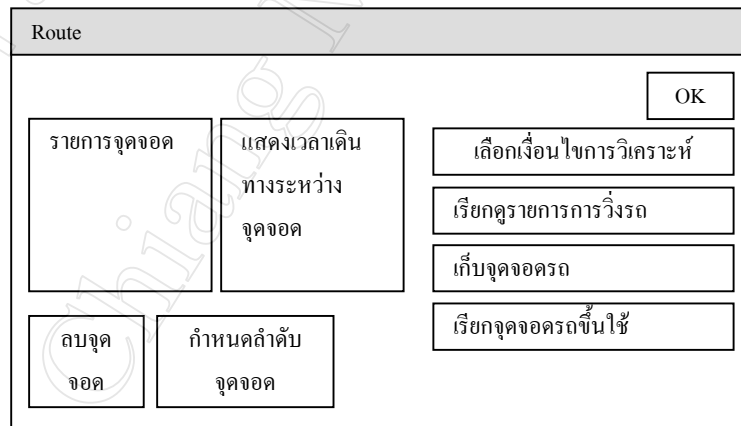


ภาพ 4.25 แสดงรายละเอียดการออกแบบไดอะล็อกการระบุพื้นที่บริการ วัน และเวลา

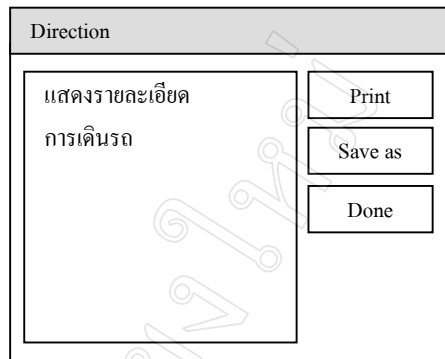
สำหรับส่วนการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุดจากจุดจุดที่ผู้ใช้กำหนด หลังจากที่ผู้ใช้เลือกคำสั่งจากแถบคำสั่ง (ภาพ 4.26) จะเข้าสู่ส่วนไดอะล็อกเพื่อให้ผู้ใช้กำหนดจุดจุด และจัดการจุดจุด เช่น การจัดลำดับใหม่ การลบจุดจุดที่กำหนดไว้ การเก็บจุดจุดเป็นไฟล์ และการเรียกไฟล์จุดจุดที่เคยเก็บไว้ขึ้นมาใช้งาน เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีส่วนของการกำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ และการเรียกดูผลการวิเคราะห์ (ภาพ 4.27) พร้อมกับให้ข้อมูลการเดินทาง (ภาพ 4.28)



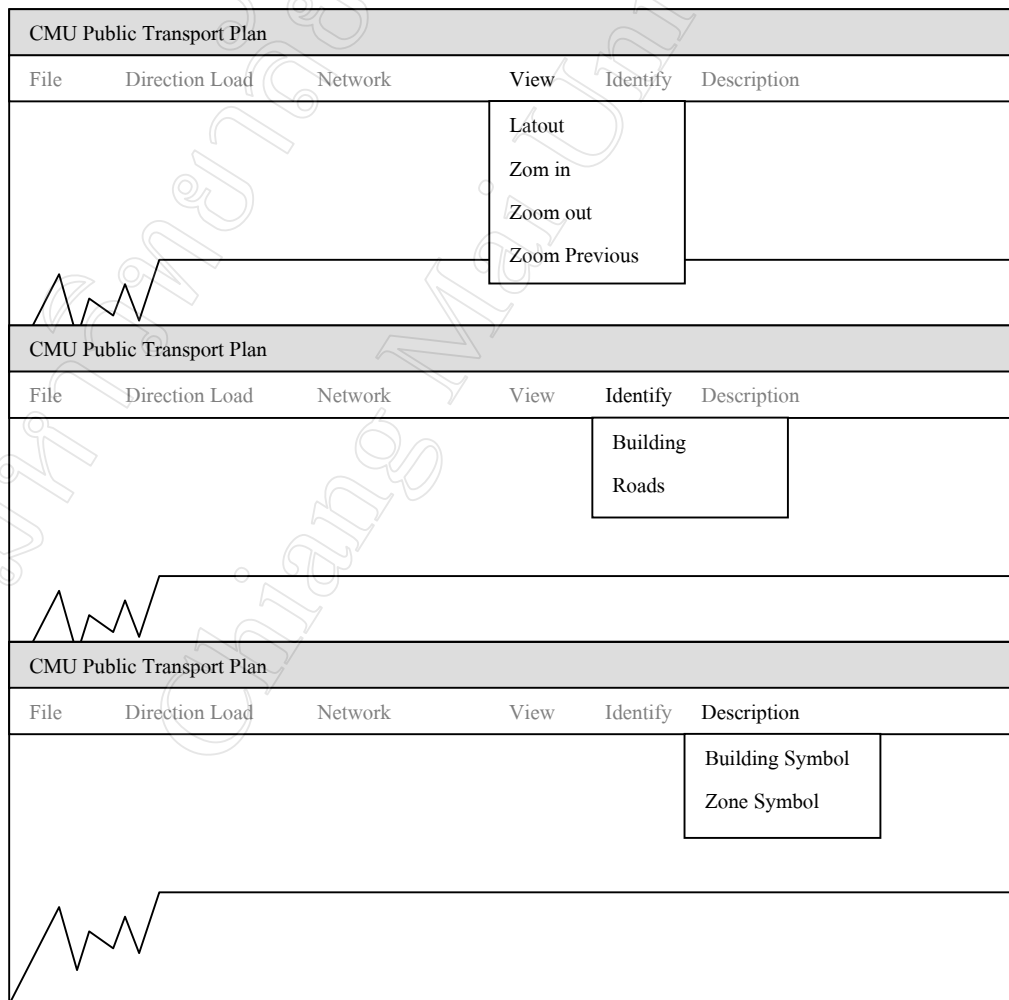
ภาพ 4.26 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนวิเคราะห์โครงข่าย



ภาพ 4.27 แสดงรายละเอียดการออกแบบไดอะล็อกการระบุรายละเอียดสำหรับการวิเคราะห์โครงข่าย



ภาพ 4.28 แสดงรายละเอียดการออกแบบไดอะแกรมการแสดงเส้นทางเดินรถ



ภาพ 4.29 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนช่วยในการกำหนดการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ และการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากข้อมูลเชิงพื้นที่

สำหรับแถบคำสั่งในส่วนช่วยในการกำหนดการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ และการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น กำหนดให้มีคำสั่ง 3 ชุดสำหรับให้ผู้ใช้เรียกใช้งาน ได้แก่

- ชุดคำสั่งสำหรับการควบคุมการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ (View) ซึ่งใช้สำหรับควบคุมมาตราส่วนการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Zoom In, Zoom Out, Zoom Previous) และคำสั่งสำหรับการสร้างแผนที่เพื่อเตรียมพิมพ์ (Layout)

- ชุดคำสั่งสำหรับการสอบถามข้อมูลเชิงพื้นที่เบื้องต้น เพื่อให้ผู้ใช้ระบุข้อมูลที่ต้องการสอบถามได้แก่ข้อมูลอาคาร (Building) และข้อมูลถนน (Roads)

- ชุดคำสั่งสำหรับการเปิดและปิดคำอธิบายสัญลักษณ์ (Description) ใช้สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดคำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงในข้อมูลเชิงพื้นที่

#### 4.3.2 ส่วนดำเนินงานกับตารางข้อมูล

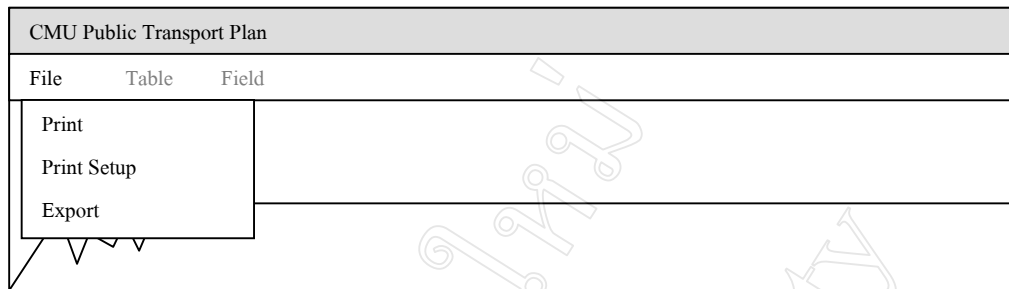
ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวกับตารางข้อมูลที่แสดงปริมาณการเดินทางที่น่าเสนออยู่ จะสามารถเลือกใช้ได้จากชุดคำสั่งในส่วนการดำเนินงานกับตารางข้อมูล

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในส่วนนี้จะเป็นการใช้คำสั่งในแถบคำสั่ง โดยผู้ใช้งานประกอบกับหน้าต่างส่วนแสดงตารางข้อมูล โดยกำหนดสิ่งที่จะต้องดำเนินการได้ตามแถบคำสั่งดังนี้

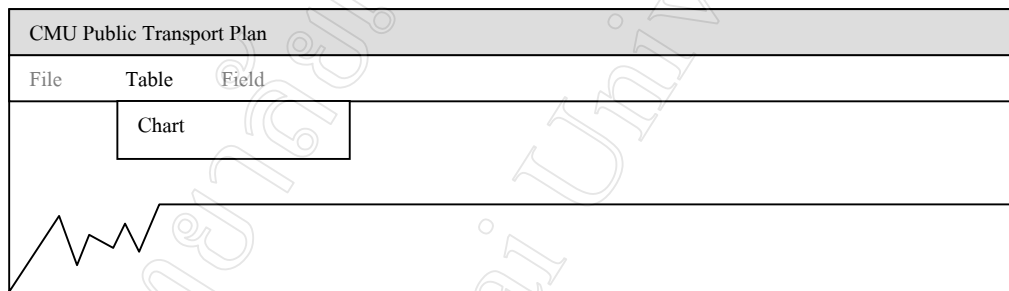
- การนำตารางข้อมูลที่เสนออยู่ส่งพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์ หรือแปลงตารางข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบอื่นๆ (ภาพ 4.29)

- การสร้างกราฟสรุปข้อมูลจากตารางข้อมูล (ภาพ 4.30)

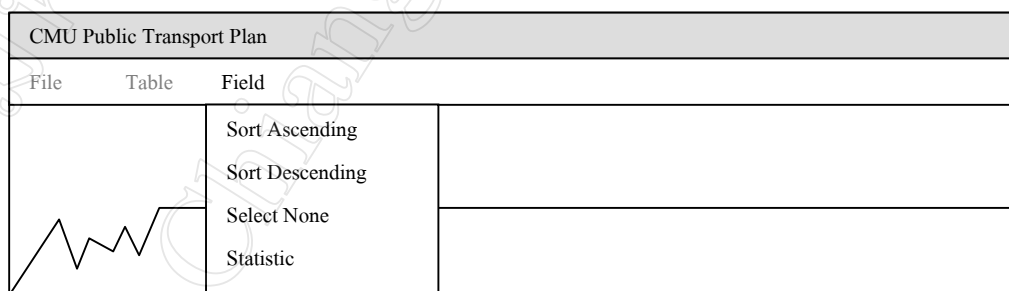
- การจัดการข้อมูล ได้แก่ การเรียงลำดับข้อมูล การเลือกข้อมูล และการคำนวณสรุปสถิติเบื้องต้นของข้อมูล (ภาพ 4.31)



ภาพ 4.29 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินงานกับตารางข้อมูล : ส่วนนำเสนอดารางข้อมูลทางเครื่องพิมพ์



ภาพ 4.30 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินงานกับตารางข้อมูล ส่วนสร้างกราฟสรุป

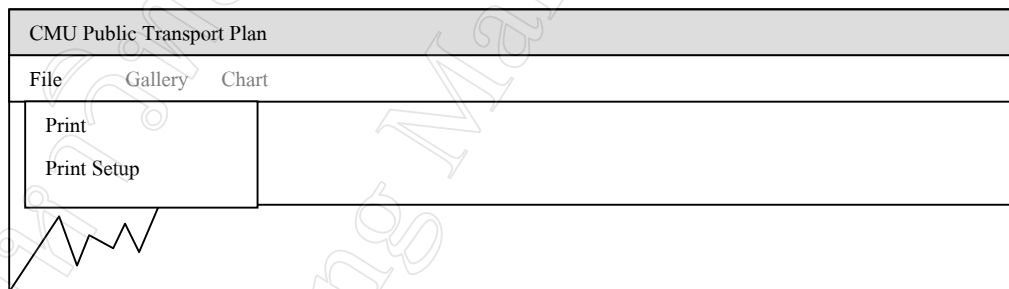


ภาพ 4.31 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินงานกับตารางข้อมูล : ส่วนการจัดการข้อมูล

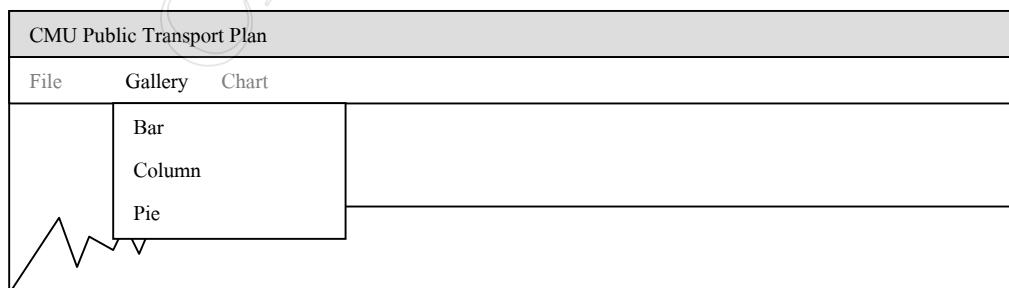
### 4.3.3 ส่วนดำเนินงานกับกราฟ

ส่วนดำเนินงานกับกราฟ จะเป็นส่วนช่วยให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบกราฟสรุปปริมาณการเดินทางได้ตามความต้องการ หลังจากทีระบบสร้างกราฟสรุปข้อมูลการเดินทางมาให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งการออกแบบได้กำหนดการทำงานไว้บนแถบคำสั่งทั้งหมด โดยมีรูปแบบการทำงานที่จะให้ผู้ใช้สามารถสั่งดำเนินการได้ดังนี้

- ส่วนการนำเสนอกราฟทางเครื่องพิมพ์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลกราฟสรุปปริมาณการเดินทางส่งพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์ได้ (ภาพ 4.32)
- ส่วนการปรับเปลี่ยนรูปแบบกราฟ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของกราฟตามความต้องการ (ภาพ 4.33)
- ส่วนการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของกราฟ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนคุณสมบัติต่างๆ ของกราฟ เช่น การเปิด-ปิดชื่อกราฟ การเปิด-ปิดรายละเอียดต่างของแกนกราฟ เป็นต้น (ภาพ 4.34)

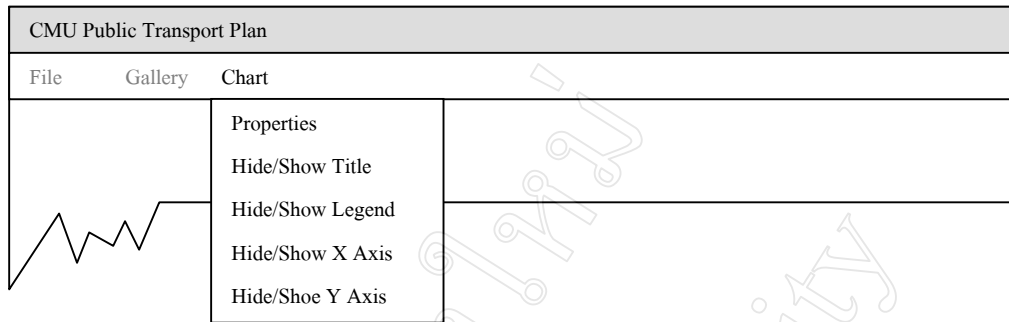


ภาพ 4.32 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินงานกับกราฟ : ส่วนการนำเสนอกราฟทางเครื่องพิมพ์



ภาพ 4.33 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินงานกับกราฟ : ส่วนการปรับเปลี่ยนรูปแบบกราฟ



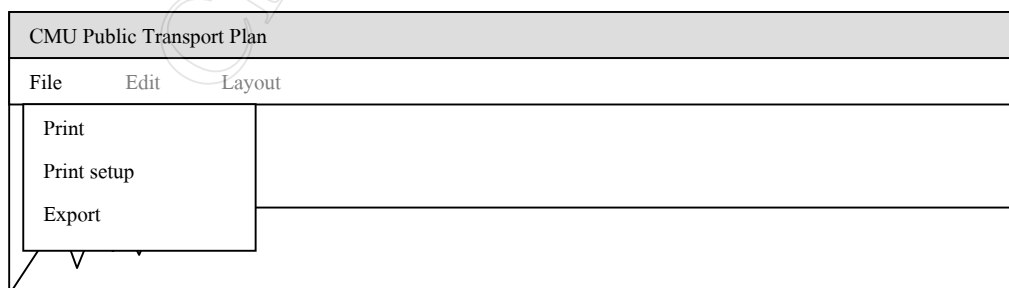


ภาพ 4.34 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินงานกับกราฟ : ส่วนการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของกราฟ

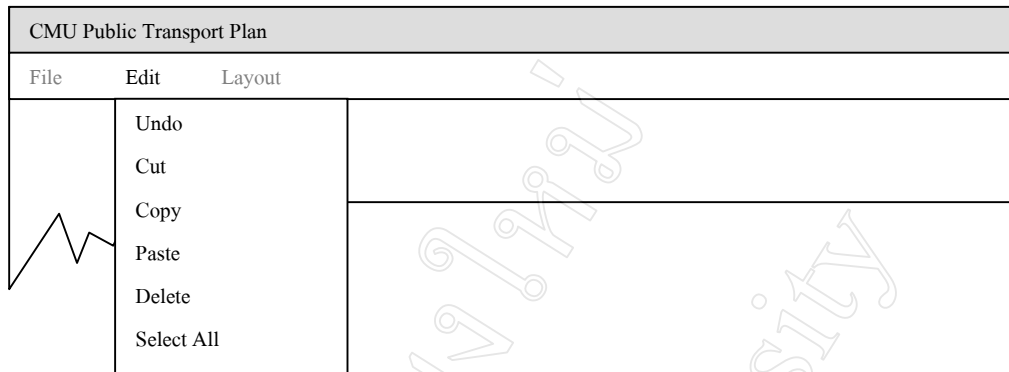
#### 4.3.4 ส่วนดำเนินงานกับการสร้างแผนที่เพื่อพิมพ์

หลังจากที่สร้างแผนที่ตามความต้องการ ระบบจะต้องมีส่วนดำเนินงานกับการสร้างแผนที่เพื่อพิมพ์ เพื่อเป็นส่วนที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำสารสนเทศที่ได้จัดทำเป็นแผนที่และพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อนำเสนอต่อไป ซึ่งการดำเนินงานในเบื้องต้นจะเป็นแบบอัตโนมัติ แต่คำสั่งที่เตรียมไว้จะใช้สำหรับในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการปรับแต่งตามความเหมาะสม โดยกำหนดไว้ดังนี้

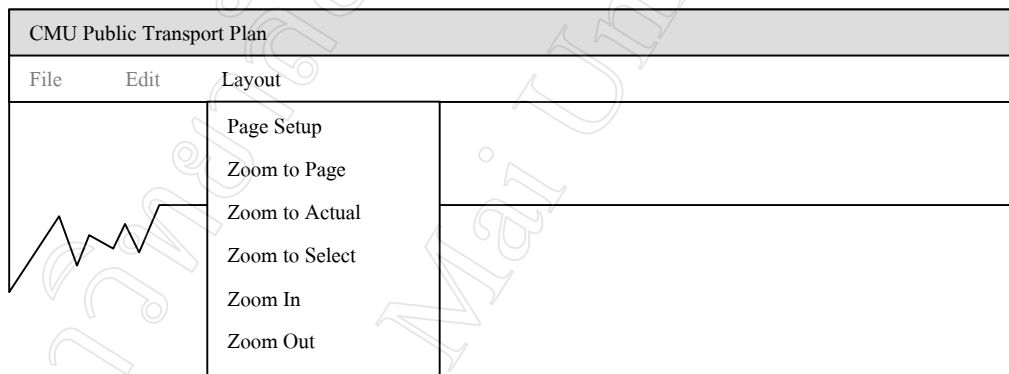
- ส่วนการสั่งพิมพ์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสั่งให้พิมพ์แผนที่ที่ได้ออกทางเครื่องพิมพ์ (ภาพ 4.35)
- ส่วนการแก้ไข สำหรับการยกเลิกการแก้ไขครั้งสุดท้าย การลบวัตถุที่ไม่ต้องการ การเลือก รวมถึงการทำสำเนาวัตถุ (ภาพ 4.36)
- ส่วนการจัดการการแสดงผล เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดกระดาษ รวมถึงการปรับมุมมองในขณะที่ทำงาน (ภาพ 4.37)



ภาพ 4.35 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินงานกับการสร้างแผนที่เพื่อพิมพ์ : ส่วนการสั่งพิมพ์



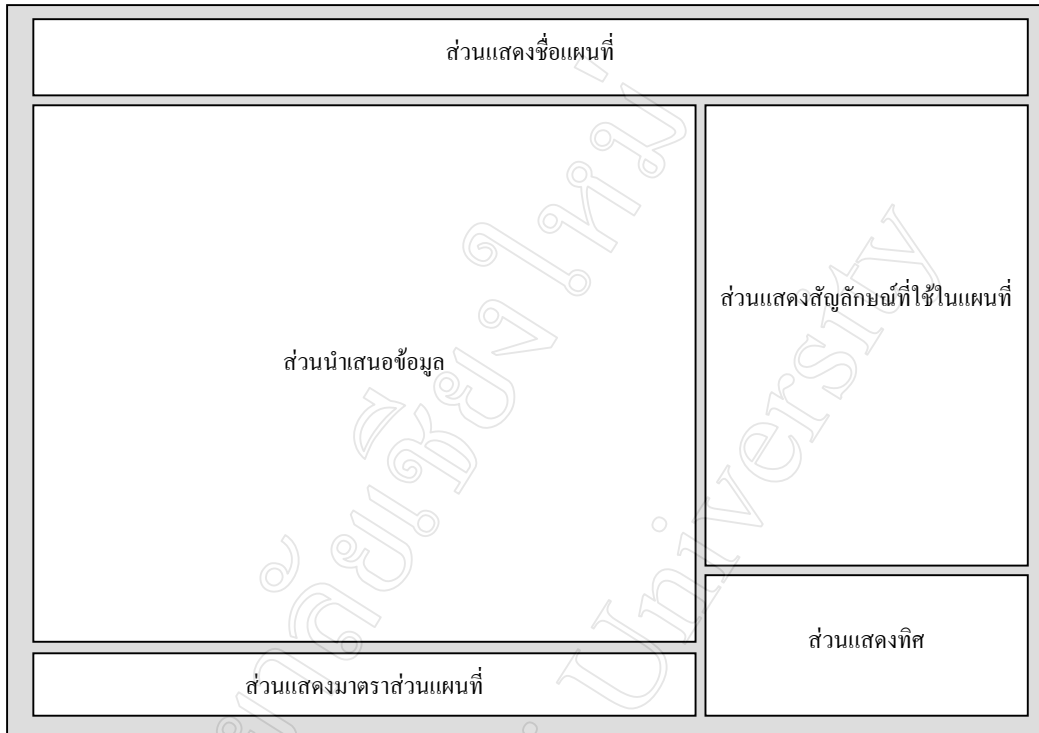
ภาพ 4.36 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินการกับการสร้างแผนที่เพื่อพิมพ์ : ส่วนการแก้ไข



ภาพ 4.37 แสดงรายละเอียดการออกแบบแถบคำสั่งส่วนดำเนินการกับการสร้างแผนที่เพื่อพิมพ์ : ส่วนการแก้ไข

#### 4.4 การออกแบบรูปแบบแผนที่เพื่อนำเสนอ

รูปแบบแผนที่เพื่อนำเสนอ จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบที่สำคัญครบถ้วน ตามหลักการของการจัดทำแผนที่ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านั้นได้แก่ ส่วนแสดงชื่อแผนที่ ส่วนนำเสนอข้อมูล ส่วนแสดงทิศ ส่วนแสดงมาตราส่วนแผนที่ และส่วนแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่ โดยมีรูปแบบโครงสร้างที่ออกแบบดังภาพ 4.38



ภาพ 4.38 แสดงรูปแบบโครงสร้างแผนที่เพื่อนำเสนอ

จากการแนวความคิดการออกแบบระบบทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบระบบฐานข้อมูล การออกแบบกระบวนการทำงาน การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และการออกแบบรูปแบบแผนที่ เพื่อเสนอ จะได้ใช้เป็นกรอบในการดำเนินการพัฒนาระบบต้นแบบต่อไป