

## บทที่ 2

### แนวคิดทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับ แนวคิด ทฤษฎี เครื่องมือและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณข้อมูลพอยในประเทศไทย ซึ่งได้รวบรวมการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบ เพื่อใช้เป็นแนวทางการศึกษาประกอบด้วยรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

#### 2.1 แนวคิด

- 2.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytic)
- 2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพยากรณ์ข้อมูล (Forecasting data)
- 2.1.3 แนวคิดเกี่ยวกับแผงหน้าปัด (Dashboard)
- 2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงผลข้อมูล (Data visualization)

#### 2.2 ทฤษฎี

- 2.2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบเว็บไซต์
- 2.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับอนุกรมเวลา (Time Series)
- 2.2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบ (visualization)
- 2.2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับออกแบบ (Dashboard)
- 2.2.5 ทฤษฎีการนอร์มัลไลเซชัน (Normalization)

#### 2.3 เครื่องมือในการออกแบบ และวิเคราะห์ข้อมูล

- 2.3.1 แบบจำลองอนุกรมเวลา (Time series analysis)
- 2.3.2 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย (CRISP-DM)
- 2.3.3 การแสดงผลแบบ (visualization)

#### 2.4 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 2.5 บทสรุป

## 2.1 แนวคิด

### 2.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการวิจัย วิธีการหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นวิธีการสร้างข้อสรุปจากการศึกษาจากข้อมูล จำนวนหนึ่ง ซึ่งมักไม่ใช้สถิติในการวิเคราะห์หรือถ้าใช้สถิติก็ไม่ได้ถือว่าสถิติเป็นวิธีการวิเคราะห์หลักแต่จะถือเป็นข้อมูลเสริมในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนั้น ผู้วิเคราะห์ข้อมูลนับเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญยิ่ง และควรมีความรู้ในเรื่องแนวคิดทฤษฎีอย่างกว้างขวาง มีความเป็นสหวิทยากรอยู่ในตัวเอง มีความสามารถทางภาษาสามารถเชื่อมโยงข้อความ และสร้างข้อสรุปเป็นกรอบแนวคิดและตีความหมายของข้อมูลได้หลาย ๆ แบบทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนั้นอาจไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะการวิจัยเชิงคุณภาพเท่านั้น แต่อาจใช้กับการวิจัยเชิงปริมาณที่ผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น แบบสอบถามปลายเปิดการสัมภาษณ์ การสังเกต จดบันทึก มาทำการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลที่รวบรวมมาตีความหมายและตอบคำถามหรือจุดมุ่งหมายของการวิจัย สำหรับสาระในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในบทความนี้ ผู้เขียนมุ่งนำเสนอสาระเกี่ยวกับเทคนิควิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การได้ข้อสรุปที่เป็นคำตอบของการวิจัย โดยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่สำคัญ ๆ และนักวิจัยนิยมใช้ ได้แก่ การจำแนกหรือการจัดกลุ่มข้อมูล การเปรียบเทียบเหตุการณ์การวิเคราะห์ส่วนประกอบการวิเคราะห์แบบอุปนัย และการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นเอกสาร ซึ่งเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพแต่ละเทคนิคนั้นผู้เขียนได้นำ เสนอรายละเอียดพร้อมตัวอย่างประกอบตามลำดับ ดังนี้

#### 2.1.1.1 เทคนิควิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์โดยการจำแนกชนิดข้อมูล (Typological Analysis) การวิเคราะห์โดยการจำแนกชนิดข้อมูล คือ การจำแนกข้อมูลเป็นชนิด (Typologies) คำว่า “Typologies” หมายถึง ขั้นตอนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งในกรณีที่นักวิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนักวิจัยจำเป็นต้องจัดระบบข้อมูลโดยอาศัยหลักเกณฑ์ ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ซึ่งการจำแนก หรือการจัดกลุ่มข้อมูลการจำแนกข้อมูลในระดับจุลภาค การจำแนกข้อมูลระดับนี้แบ่งเป็น 2 ประเภทย่อยได้แก่ การวิเคราะห์คำหลัก (Domain Analysis) กับการวิเคราะห์สารระบบ (Taxonomy Analysis) การวิเคราะห์คำหลัก หมายถึงการจำแนก จัดกลุ่มคำชุดหนึ่งให้อยู่ภายใต้คำอีกชุดหนึ่ง ซึ่งคำดังกล่าวนี้มีความหมายครอบคลุมคำชุดนั้น ๆ หรือ อาจกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์คำหลัก เป็นการจัดกลุ่มคำชุดหนึ่งให้อยู่ร่วมกันโดยอาศัยลักษณะความสัมพันธ์บางอย่างของคำแต่ละคำที่นำมาใช้จัดกลุ่ม ทั้งนี้ลักษณะความสัมพันธ์บางอย่างที่ว่านี้เป็น

ความสัมพันธ์เชิงวัฒนธรรมที่บุคคล แต่ละสังคมเป็นผู้จัดจำแนก เช่นคำว่า “คุณลักษณะครูที่ดี” นั้นมิได้ หมายถึงครูที่สอนเท่านั้นแต่คำนี้หมายรวมถึงการเป็นผู้ที่มีความสามารถด้านการสอนมีคุณธรรมจริยธรรมและบุคลิกที่เป็นแบบอย่างแก่นักเรียน มีความเข้าใจ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เป็นต้น

ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ก็คือการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรย่อยให้อยู่ภายใต้องค์ประกอบเดียวกันนั่นเอง (รัตนะ บัณฑิต, 2551. หน้า 198)

การจำแนกข้อมูลในระดับมหภาค เป็นการจำแนกข้อมูลตามเหตุการณ์ (Event) หรือการวิเคราะห์เหตุการณ์ ตามเรื่องราว (Event Analysis) ที่ปรากฏ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับมหภาคแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ การวิเคราะห์เหตุการณ์แบบอิงทฤษฎีและแบบไม่อิงทฤษฎีการวิเคราะห์เหตุการณ์แบบอิงทฤษฎี

1) การวิเคราะห์เหตุการณ์แบบอิงทฤษฎี คือ การแยกชนิดในเหตุการณ์นั้น ๆ โดยการยึดแนวคิดหรือกรอบการจำแนกเหตุการณ์โดยอาศัยทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งเป็นกรอบการจำแนก ซึ่งกรอบการจำแนกเหตุการณ์ที่นิยมใช้หรือมีลักษณะกลาง ๆ ที่มักนำมาใช้ร่วมกัน คือ การวิเคราะห์เหตุการณ์ออกเป็น 6 ประเภท คือ ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไร และทำไม

2) การวิเคราะห์เหตุการณ์แบบไม่อิงทฤษฎี คือ การจำแนกข้อมูลในเหตุการณ์หนึ่ง ๆ ที่จะวิเคราะห์ตามความเหมาะสมกับข้อมูล ซึ่งอาจใช้สามัญสำนึกหรือประสบการณ์ของผู้วิจัย ซึ่งผู้วิจัยจะจำแนกข้อมูลเป็นชนิดง่าย ๆ ตามประเภทที่ผู้วิจัยสังเกตเมื่อจำแนกข้อมูลเป็นชนิดแล้ว ผู้วิจัยจะพิจารณาความสม่ำเสมอของการเกิดของข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ นอกจากนี้แม้ว่าผู้วิจัยจะจำแนกเอง แต่ก็ต้องอาศัยมุมมองของบุคคลในสนามวิจัยเป็นพื้นฐานในการจำแนก ดังตัวอย่างจากงานวิจัยของรัตนะ บัณฑิต (2535) ที่คณะกรรมการการศึกษาซึ่งเป็นบุคคลในสนามวิจัยได้จำแนกครูออกเป็น 3 กลุ่ม

## 2.1 การวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบเหตุการณ์ (Constant Comparison)

การวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบเหตุการณ์ คือ การใช้วิธีการเปรียบเทียบ โดยการนำข้อมูลมาเทียบ เป็นปรากฏการณ์ วิธีการนี้ สามารถทำได้โดยการที่ผู้วิจัยสังเกต หรือรวบรวมข้อมูลได้หลาย ๆ อย่างแล้วนำมาแยกตามชนิด นำมาเปรียบเทียบกันโดยทำตารางหาความสัมพันธ์จากสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นและสรุปผลออกมาผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้จะทำให้ได้ข้อสรุปที่มีความเป็นนามธรรมมากขึ้นและครอบคลุมหรือสามารถใช้อ้างอิงเหตุการณ์

ที่เหมาะสม โดยมีวิธีการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบเหตุการณ์ ขั้นตอนในการวิเคราะห์  
ย่อย ๆ 4 ขั้นตอนดังนี้

- จัดชุดเหตุการณ์ใส่ตาราง ในขั้นตอนนี้เป็นกรนำข้อมูลเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จำแนกไว้มาใส่ในตารางเพื่อแยกประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละเหตุการณ์โดยแยกประเด็นในแต่ละเหตุการณ์เป็น 6 ประเด็นดังตัวอย่างการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบเหตุการณ์

- การเปรียบเทียบเหตุการณ์ หลังจากนำเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์ใส่ตารางแล้วดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างเหตุการณ์ใหม่ ๆ กับเหตุการณ์เดิมซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้ อาจเกิดขึ้นจากการแสดงพฤติกรรมของกลุ่มบุคคลเดิมหรือกลุ่มบุคคลอื่น ๆ แต่เหตุการณ์ ดังกล่าวนี้ได้รับการบันทึกลงตารางโดยการจำแนกประเด็นต่าง ๆ

- ประมวลข้อมูลเหตุการณ์แต่ละชุด แต่ละประเด็นของข้อมูลเหตุการณ์เข้าด้วยกันในขั้นตอนนี้เป็นกรนำเหตุการณ์แต่ละชุดที่จัดลงตารางตามประเด็นต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาลักษณะร่วม และลักษณะที่แตกต่างกัน หลังจากนั้นก็เขียนสรุปบรรยายเชื่อมโยงข้อมูลเหตุการณ์แต่ละชุดเข้าด้วยกัน เป็นการสังสมข้อค้นพบหรือข้อสรุปย่อย ๆ จากการเปรียบเทียบประเภทของข้อมูลและคุณลักษณะของประเภทซึ่งกันและกัน เมื่อเปรียบเทียบแล้ว ผู้วิจัยก็จะเริ่มเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นทำให้เกิดความสัมพันธ์ และเกิดเป็นแนวคิดย่อย ๆ

- ขยายวงของการเปรียบเทียบแล้วเลือกเป็นเหตุการณ์ที่เป็นกุญแจสำคัญ ผู้วิจัยจะใช้กรอบแนวคิดที่ได้จากการสรุปลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลในเหตุการณ์ต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่ 3 มาพิจารณาเหตุการณ์อื่น ๆ ที่มีอยู่เมื่อขยายวงของการเปรียบเทียบออกไป คุณสมบัติที่ได้คล้ายคลึงและที่แตกต่างกันของข้อมูลก็ยิ่งมีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งทำให้ผู้วิจัยพบข้อสรุปได้ ซึ่งข้อสรุปดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นกรอบแนวคิดเชิงนามธรรมเป็นฐานขั้นแรกของการนำไปสู่ทฤษฎีหรือข้อสรุปเชิงนามธรรมที่ใหญ่ขึ้น

การวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Component Analysis) ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของส่วนประกอบของข้อมูลแต่ละชุด แล้วนำคุณสมบัติของส่วนประกอบของข้อมูลมาเปรียบเทียบเพื่อหาลักษณะร่วมที่เหมือนกันและแตกต่างกัน หลังจากนั้นจึงทำการสรุปบรรยายให้เห็นถึงความหมายของข้อมูลเหล่านั้น โดยการวิเคราะห์ส่วนประกอบจะกระทำได้ก็ต่อเมื่อมีข้อมูลตั้งแต่สองชุดขึ้นไป แต่ไม่ควรมากเกินไป (สุภางค์ จันทวนิช, 2540 : 100) เพราะถ้าหากข้อมูลมากเกินไปจะทำให้ยากแก่การลงสรุปเกี่ยวกับคุณสมบัติของส่วนประกอบข้อมูลนั้น นอกจากนี้แล้วการลงสรุปข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบ

ควรเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดและได้จากการเก็บรวบรวมด้วยการวิเคราะห์ที่เจาะลึกหรือเน้นจุดสนใจ ทั้งนี้เพราะว่าข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาแยกส่วนประกอบได้หลายส่วน สำหรับการวิเคราะห์ส่วนประกอบของข้อมูลอาจสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1) เลือกข้อมูล (ที่ทำการวิเคราะห์จัดกลุ่มหรือกำหนดชื่อข้อมูลแล้ว) ที่จะนำมาแยกส่วนประกอบเพื่อหาคุณสมบัติที่ต้องการเปรียบเทียบ ซึ่งควรมีข้อมูลอย่างน้อยตั้งแต่สองชุดขึ้นไป แต่ก็ไม่ควรมากเกินไปควรพิจารณาให้เหมาะสมสะดวกต่อการเปรียบเทียบ

2) จดรายชื่อข้อมูล และส่วนประกอบที่จะแยกข้อมูลชุดนั้น ๆ ไว้ในกระดาษบันทึก เพื่อป้องกันการลืม

3) จัดทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติข้อมูลแต่ละชุดแยกตามส่วนประกอบ และใส่คุณสมบัติข้อมูลแต่ละชุดแยกตามส่วนประกอบลงในตารางถ้าคุณสมบัติของข้อมูลและส่วนประกอบใดขาดหายไปอาจต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

4) เปรียบเทียบคุณสมบัติของข้อมูลทั้งหมดตามส่วนประกอบ โดยพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างและสร้างข้อสรุปที่ได้จากการเปรียบเทียบโดยบรรยายโยงให้เห็นคุณสมบัติของข้อมูลตามส่วนประกอบนั้น ๆ

การวิเคราะห์สรุปอุปนัย (Analytic Induction) คือ การตีความสร้างข้อสรุปข้อมูล จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็นที่เก็บรวบรวมมาได้จากข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป เช่นการปฏิบัติงาน พฤติกรรมการสอน ตลอดจนการดำเนินชีวิต ความเป็นอยู่ ฯลฯ เมื่อผู้วิจัยได้เห็นหรือสังเกตหลาย ๆ เหตุการณ์ต่าง ๆ แล้วจึงลงมือสรุปแต่หากข้อสรุปนั้นยังไม่ได้รับการตรวจสอบอื่น ๆ ก็ถือว่าผลที่ได้เป็นสมมติฐาน หากได้รับการยืนยันก็ถือว่าเป็นข้อสรุปซึ่งมีความเป็นนามธรรมในระดับต้น ๆ ซึ่งการวิเคราะห์สรุปอุปนัย จัดได้ว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ต้องนำ มาใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพทุกเรื่อง ทั้งนี้เพราะการวิเคราะห์สรุปอุปนัย เป็นการพิจารณาลักษณะร่วมกันของข้อมูลรูปธรรมเพื่อสรุปรวมลักษณะดังกล่าว ซึ่งเป็นไปตามหลักของคำว่า “อุปนัย” (induction) ซึ่งหมายรวมถึงการหาความจริงจากข้อเท็จจริง (fact) ส่วนย่อยหลาย ๆ ส่วนที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมแล้วสรุปความจริงชุดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมครอบคลุมข้อเท็จจริงส่วนย่อยเหล่านั้น ยกตัวอย่าง เช่น จากการสังเกตและสัมภาษณ์ครูต้นแบบที่มีลักษณะของครูที่ดีจำนวน 3-5 คนเราได้อธิบายข้อเท็จจริงว่า ครูต้นแบบที่มีลักษณะครูที่ดี จะอุทิศเวลาให้กับการสอนทั้งในเวลาราชการ และนอกเวลาราชการ เตรียมการสอนและสื่อการเรียนการสอนล่วงหน้า หมั่นศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาการสอนของตนอย่างต่อเนื่องมีมนุษยสัมพันธ์ สำหรับวิธีการวิเคราะห์สรุปอุปนัยในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนั้น สามารถนำมาใช้ได้ 3 ลักษณะ

ได้แก่ การวิเคราะห์ สรุปข้อมูลจากบันทึกภาคสนามที่เป็นส่วนบันทึกละเอียดหรือบันทึกพรรณนา การวิเคราะห์ สรุปข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกหรือจัดกลุ่ม และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์ส่วนประกอบแล้ว

การวิเคราะห์ข้อมูลเอกสาร สามารถทำได้โดยวิธีการเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ วิธีเชิงปริมาณ คือ การทำให้ข้อมูลของเอกสารนั้น ได้แก่ ถ้อยคำประโยคหรือใจความที่ปรากฏในเอกสารเป็นจำนวนที่วัดได้แล้วเจงนับจำนวนของถ้อยคำประโยคหรือใจความเหล่านั้น วิธีกรวิเคราะห์ข้อมูลแบบนี้ที่รู้จักกันดี คือ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ซึ่งโดยปกติการวิเคราะห์เนื้อหาจะทำตามเนื้อหาที่ปรากฏ

### 2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพยากรณ์ข้อมูล (Forecasting data)

การพยากรณ์ หมายถึงการคาดการณ์ (Predict) เกี่ยวกับลักษณะ หรือแนวโน้มของสิ่งที่น่าสนใจที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อใช้เป็นสารสนเทศ (Information) ประกอบการตัดสินใจซึ่งการพยากรณ์จะต้องดำเนินการเป็นส่วนแรกสุดก่อนการวางแผน หรือการเตรียมการที่จะเริ่มกระทำการใด ๆ เพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการตัดสินใจ ดังนั้นในการดำเนินธุรกิจภายใต้ความไม่แน่นอนและการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วเช่นปัจจุบัน จึงจำเป็นที่จะต้องทราบถึงความเป็นไปในอนาคต โดยอาศัยเทคนิคการพยากรณ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานทางธุรกิจ สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า เพิ่มผลตอบแทนทางธุรกิจ ลดต้นทุนและความสูญเสียต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นเป็นต้น

การพยากรณ์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ในการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต ซึ่งอาจนำหลาย ๆ วิธีมาใช้แล้วแต่สถานการณ์ เช่น นำข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์อนาคต โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย หรือใช้ดุลยพินิจของผู้พยากรณ์เพียงอย่างเดียว หรืออาจใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกันเพื่อให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น

2.1.2.1 ช่วงเวลาของการพยากรณ์ สามารถแบ่งตามระยะเวลาของการพยากรณ์ได้ 3 ประเภทคือ

1) การพยากรณ์ในระยะสั้น เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่ไม่เกิน 1 ปี โดยทั่วไปมักจะอยู่ในช่วงไม่เกิน 3 เดือน เช่น การพยากรณ์การวางแผนจัดซื้อ การจัดตารางการทำงาน การมอบหมายงาน การพยากรณ์ยอดขาย และการพยากรณ์ระดับการผลิต

2) การพยากรณ์ระยะกลาง เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่อยู่ในช่วง 3 เดือน ถึง 3 ปี จะใช้มากในการพยากรณ์การวางแผนการขาย การวางแผนการผลิต การวางแผน ด้านงบประมาณเงินสด และการวิเคราะห์การวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ

3) การพยากรณ์ระยะยาว เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่มากกว่า 3 ปีขึ้นไปมักใช้สำหรับการวางแผนผลิตภัณฑ์ใหม่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน การขยายทำเลที่ตั้ง และการวิจัยพัฒนา

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นเทคนิคทางสถิติที่ภาครัฐบาลและภาคธุรกิจสามารถนำไปใช้พยากรณ์ค่าของตัวแปรที่สนใจได้ เช่น ภาคธุรกิจใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในการพยากรณ์ยอดขาย ภาครัฐบาลใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ในการพยากรณ์อัตราเงินเฟ้อช่วงหลายสิบปี ที่ผ่านมานักเศรษฐศาสตร์ก็ได้มีการวิจัยและพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาให้ลึกซึ้งมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อจะนำไปประยุกต์ใช้กับทฤษฎี ทางเศรษฐศาสตร์ หรือทฤษฎีทางธุรกิจ และการเงินได้อย่างถูกต้องมากขึ้น เราจะเห็นว่ามีงานวิจัยทางเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ และการเงินนำเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ดังนั้นควรทำความเข้าใจถึงเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ให้ถูกต้องเพื่อที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องที่สุด

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา เป็นการศึกษาถึงรูปแบบ และสาเหตุในการเคลื่อนไหวของข้อมูลประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ

1) ค่าแนวโน้ม (Secular Trend) ใช้สัญลักษณ์ T ค่าผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation) ใช้สัญลักษณ์ S การเคลื่อนไหวตามวัฏจักร (Cyclical Variation) ใช้สัญลักษณ์ C ส่วนสุดท้ายได้แก่ความผันแปรผิดปกติ (Irregular Variation) ใช้สัญลักษณ์ I โดยวินัส ฤชาชัย (2547) กล่าวถึงการวิเคราะห์ อนุกรมเวลาว่าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหรือเป็นฟังก์ชันกับเวลาได้แก่  $Y = f(t)$  โดยที่ Y คือตัวแปรตาม และ t คือตัวแปรอิสระ รูปแบบจำลองอนุกรมเวลา (Time series Model) ในทางเศรษฐศาสตร์นิยมใช้แบบจำลองในรูปผลคูณโดยที่ส่วนประกอบแต่ละส่วนมีผลกระทบต่อกันโดยวิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) ทำได้โดยการแทนค่าพยากรณ์ของส่วนประกอบแต่ละส่วนลงในรูปแบบจำลองของส่วนประกอบอนุกรมเวลาโดยไม่มีค่าพยากรณ์ของ I ซึ่งเกิดขึ้นไม่แน่นอน  $Y = T * S * C$  ค่าพยากรณ์ของ T คำนวณได้โดยการแทนค่า  $X_t$  ของช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปในสมการแนวโน้มที่ คำนวณขึ้นมาได้ ค่าพยากรณ์ S ของแต่ละฤดูกาลจะมีรูปแบบซ้ำเดิมทุก ๆ รอบค่าพยากรณ์ C มักใช้วิจารณญาณของผู้วิเคราะห์ว่าควรจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด หรืออาจใช้วิธีคำนวณค่าเฉลี่ยของ C ของช่วงเวลานั้น ๆ ในอดีต

2) ข้อมูลอนุกรมเวลา คือ ข้อมูลที่เกิดขึ้นที่มีระยะห่างเท่า ๆ กัน และต่อเนื่องกัน

3) การวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ การศึกษาหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร ที่เปลี่ยนไปตามเวลาในอดีตปัจจุบัน แล้วนำรูปแบบนั้นมาวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรนั้นในอนาคตส่วนประกอบของอนุกรมเวลา แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

3.1 แนวโน้ม (Trend) เป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาที่นานพอที่จะเห็นแนวโน้มของข้อมูลว่าในอนาคตจะเพิ่มขึ้น หรือลดลง ระยะเวลาที่จะทำให้สามารถเห็นแนวโน้มจะต้องนานกว่า 1 ปี แนวโน้มอาจจะอยู่ในรูปเส้นตรง หรือเส้นโค้ง

3.2 ความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งจะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี

3.3 ความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation) หมายถึง การเคลื่อนไหวของข้อมูลที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันในระยะเวลายาวมากกว่า 1 ปี

3.4 ความผันแปรที่ไม่แน่นอน (Irregular Variation) หรือความผันแปรอย่างสุ่ม (Random Variable) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ไม่ มีรูปแบบที่แน่นอน ดังนั้นจึงไม่สามารถคาดคะเน หรือพยากรณ์ความผันแปรที่ไม่แน่นอนโดยใช้ข้อมูลจากอดีตได้

#### 2.1.3 แนวคิดเกี่ยวกับแผงหน้าปัด (Dashboard)

แผงหน้าปัด (Dashboard) คือการแสดงผลข้อมูลที่จะต้องใช้ในการบรรลุวัตถุประสงค์หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งฝากรวมและการจัดการภายในหน้าจอเดียวสามารถดูข้อมูลได้เพียงการมองครั้งเดียว (Pauwels et al., 2009) หรือการแสดงผลผ่านหน้าจอให้ผู้ใช้งานโดยไม่ต้องมีตัวชี้วัดแผงหน้าปัดคือการแสดงผลและการถ่ายภาพด้วยเครื่องมือการจัดการแสดงให้เห็นผ่านหน้าจอเดียวด้วยสารสนเทศเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานหรือวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1) ความสอดคล้อง (Consistency) เพื่อให้เกิดความสอดคล้องระหว่างการวัดผล และกระบวนการที่ใช้ในการวัดผล

2) การตรวจสอบ (Monitoring) เพื่อเป็นการตรวจสอบการดำเนินงาน หรืออาจเป็นทั้งการตรวจสอบและการประเมินว่าใครหรืออะไรที่ทำงานได้ดี

3) การวางแผน (Planning) ใช้ในการวางแผนถึงเป้าหมายและกลยุทธ์ในอนาคตที่ควรจะเป็นจากสถานะปัจจุบันขององค์กร

4) การสื่อสาร (Communication) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารการดำเนินธุรกิจต่อหุ้นส่วนสำคัญ และไม่เฉพาะการดำเนินงานแต่รวมถึงการวัดเปรียบเทียบมูลค่าขององค์กรในการดำเนินการแผงหน้าปัดที่มีประสิทธิภาพนั้นไม่จำเป็นต้องให้ผู้ดูทุกรายละเอียดว่าเกิด



อะไรขึ้นบ้าง แต่จะแสดงตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลักที่เป็นตัวเลข ซึ่งเป็นการแสดงยอดสรุป มีส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมได้เองแผงหน้าปัดที่มีคุณสมบัติพิเศษไม่เหมือนใครเกิดอะไรขึ้นบ้าง แต่จะแสดงตัวชี้วัดผลการดำเนินงานมีส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมได้เอง (Domo Inc, 2012) กล่าวคือแผงหน้าปัดคือการแสดงหน่วยงานที่เป็นตัวชี้วัดผลการปฏิบัติงานหลักผู้ใช้งานสามารถมองและเข้าใจข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องของผู้ใช้ส่งผลให้การดำเนินงานภายในองค์กรมีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงผลข้อมูล (Data visualization)

Data Visualization หรือ Information Visualization คือ การถ่ายทอดข้อมูลในเชิงปริมาณที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคำว่า “ประสิทธิภาพ” ในที่นี้หมายถึง มีความชัดเจน (Clarity), มีความแม่นยำ (Precision), และมีประสิทธิภาพ (Efficiency) หากไม่มีการทำ Data Visualization อาจทำให้เราไม่สามารถค้นพบนัยยะของข้อมูลในแง่ของแนวโน้ม, รูปแบบพฤติกรรม และความสัมพันธ์เชื่อมโยงได้ ส่วนผสมที่สำคัญในการทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำ Visualization ได้แก่

1) Visual cues / Visual encoding: การแปลงข้อมูลให้แสดงในลักษณะของรูปร่าง, สี หรือขนาด เช่น ถ้าลองดูกราฟด้านบน จะสังเกตได้ว่าจุดแต่ละจุดแสดงข้อมูลจำนวนโฮมรันในแต่ละปี หรือเส้นที่ลากระหว่างแต่ละจุดแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโฮมรันจากปีหนึ่งไปอีกปีหนึ่ง

2) Coordinate systems: หมายถึงระบบพิกัดที่ช่วยทำให้เกิดพื้นที่ที่มีโครงสร้างสำหรับใส่ข้อมูลที่ต้องการแสดง รูปแบบพื้นฐานที่เราเห็นได้ทั่วไป

3) Scale / Data types: จะต้องสอดคล้องกับระบบพิกัดข้างต้น โดย Data types พื้นฐานนั้นมีอยู่ 3 ประเภทได้แก่ ข้อมูลเชิงตัวเลข (Numeric), ข้อมูลที่เป็นหมวดหมู่ (Categorical) และข้อมูลตามลำดับเวลา (Time Series)

4) Context: ในกรณีที่ได้รับสารไม่คุ้นเคยกับข้อมูล เป็นหน้าที่ของ Data Scientist ที่จะต้องระบุบริบทของข้อมูลให้ชัดเจน และอธิบายว่าควรอ่านข้อมูลจากกราฟอย่างไร อย่างเช่น การตั้งชื่อกราฟ, ระบุแกน X แกน Y ว่าคืออะไร, หรือการระบุเหตุการณ์บางอย่างที่สำคัญลงบนแกนลำดับเวลา เพื่อให้ผู้อ่านสามารถตีความและเข้าใจได้มากขึ้น

การเลือกรูปแบบ Visualization ให้เหมาะสมกับข้อมูล ในปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีเข้าถึงทุกคน ทำให้การรับรู้ข่าวสาร ข้อมูลต่าง ๆ เป็นไปได้ง่าย และรวดเร็วมากขึ้นคนที่นำเสนอข้อมูลจึงต้องนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจ เข้าใจง่าย และรวดเร็ว จึงเกิดการสร้าง Data Visualization ขึ้นมา Data Visualization เป็นการใช้ภาพเพื่อแสดงข้อมูลในเชิงปริมาณที่วัด

ได้ซึ่งอาจนำเสนอออกมาในรูปแบบ แผนภูมิ กราฟ กราฟิก และอื่น ๆ อีกมากมาย เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย และรวดเร็ว การเลือกรูปแบบ Visualization ให้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้การนำเสนอข้อมูลน่าสนใจและมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเลือกแผนภูมียอดนิยมที่ใช้กันบ่อย ๆ ดังนี้

1) แผนภูมิแท่ง (Bar Charts) เป็นแผนภูมิที่ประกอบด้วยแกนนอน แกนตั้ง ที่นิยมแสดงออกมาในรูปแท่งสี่เหลี่ยมที่สามารถบอกความสูงได้ เหมาะสำหรับการเปรียบเทียบจำนวนของข้อมูลในแต่ละชุด เช่น รายรับในแต่ละเดือน, ยอดขายที่ขายได้จริงเปรียบเทียบกับเป้าหมายยอดขายที่ตั้งไว้ เป็นต้น ซึ่งแผนภูมิแท่งยังสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท

1.1 แผนภูมิแท่งแบบจัดกลุ่ม แผนภูมิแท่งแบบจัดกลุ่ม เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูลที่มีข้อมูลย่อย ๆ อยู่ภายใต้ข้อมูลใหญ่เป็นการเน้นให้เห็นข้อมูลย่อยนั้น ๆ

1.2 แผนภูมิแท่งแบบวางซ้อนกัน แผนภูมิแท่งแบบวางซ้อนกัน เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูลที่ต้องการให้เห็นข้อมูลย่อยในแต่ละข้อมูลใหญ่และยังแสดงให้เห็นสัดส่วนของข้อมูลย่อยต่าง ๆ เหล่านั้นได้ด้วย ใช้แผนภูมินี้เมื่อมีชุดข้อมูล หลายชุดและต้องการเน้นผลรวมทั้งหมด

2) แผนภูมิเส้น (Line Charts) แผนภูมิเส้น มีลักษณะคล้ายแผนภูมิแท่ง ซึ่งประกอบด้วยแกนนอน แกนตั้ง เพียงแต่เปลี่ยนจากแท่งข้อมูลเป็นจุดบนแผนภูมินั้นเอง แผนภูมิประเภทนี้เหมาะกับการนำเสนอข้อมูลตัวเลขที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นช่วงใช้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามเวลาเพื่อดูแนวโน้ม

3) แผนภูมิวงกลม (Pie Charts) แผนภูมิวงกลมเหมาะกับการนำเสนอข้อมูลที่มีส่วนประกอบย่อยที่รวมกันเป็นส่วนใหญ่ มีการแบ่งส่วนให้ดูง่าย และสวยงามแต่ในทางกลับกันอาจจะดูยากในเรื่องของการประมาณขนาดของแต่ละชิ้น ยิ่งถ้ามีจำนวนชิ้นมาก จะยิ่งแยกยาก เพราะต้องใช้หลายสี ในการนำเสนอข้อมูล

4) แผนภูมิโดนัท (Doughnut Charts) แผนภูมิโดนัทมีหลักการออกแบบเช่นเดียวกับแผนภูมิวงกลมแต่สามารถแสดงชุดข้อมูลได้มากกว่า 1 ชุด โดยนำเสนอข้อมูลเป็นวงกลมซ้อนกันหลาย ๆ

5) แผนภูมิพื้นที่ (Area Charts) มีหน้าตาคล้ายแผนภูมิเส้น แต่มีการแรเงาพื้นที่ใต้เส้นข้อมูล หรือระหว่าง 2 เส้นเพื่อแสดงให้เห็นปริมาณความแตกต่างระหว่างเส้นเหมาะสำหรับเน้นความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาแสดงให้เห็นผลรวมของความแตกต่างระหว่างข้อมูล

6) แผนภูมิเรดาร์ (Radar Charts) มีลักษณะคล้ายแผนภูมิเส้นที่มีการแสดงผลแบบวงกลมจำนวนเหลี่ยมของเรดาร์เท่ากับจำนวนหัวข้อของข้อมูล แผนภูมินี้ไม่ได้บอกถึงความต่อเนื่องของข้อมูลแต่เหมาะสำหรับการนำเสนอข้อมูลเป็นหัวข้อ แล้วนำมาวิเคราะห์หาจุดอ่อน จุดแข็งของข้อมูล

7) แผนภูมิต้นไม้ (Tree Maps) คือการนำเสนอข้อมูลแบบแสดงให้เห็นพื้นที่แสดงผลได้ในแบบลำดับชั้น เหมือนแบบโครงสร้างต้นไม้ อาจจะนำเสนอข้อมูลที่ต้องการให้เห็นถึงเขตพื้นที่ แสดงพื้นที่สีที่แตกต่างกันได้

8) แผนภูมิรูปภาพ (Picture Graph) เป็นแผนภูมิที่ประกอบไปด้วยแกนนอนและแกนตั้ง แต่เลือกใช้รูปภาพ หรือไอคอนแทนจำนวนของสิ่งของนั้น ๆ เช่น การแสดงผลจำนวนของนมที่ขายได้ในแต่ละเดือน โดยนำเสนอทั้งนมรสจืด รสช็อกโกแลต เปรียบเทียบในแต่ละเดือนซึ่งมีการนำเสนอลักษณะคล้ายกับกราฟแท่ง แต่เปลี่ยนจากแท่งเป็นรูปภาพของนม 2 รสชาติแทน ก็ทำให้การนำเสนอข้อมูลน่าสนใจมากขึ้น

## 2.2 ทฤษฎี

### 2.2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบเว็บไซต์

เว็บไซต์เป็นสื่อที่ได้รับความนิยมอย่างมากบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งเว็บไซต์เป็นสื่อที่อยู่ในความควบคุมของผู้ใช้โดยสมบูรณ์ กล่าวคือ ผู้ใช้สามารถตัดสินใจเลือกได้ว่า จะดูเว็บไซต์ใดและจะไม่เลือกดูเว็บไซต์ใด ได้ตามต้องการ จึงทำให้ผู้ใช้ไม่มีความอดทนต่ออุปสรรคและปัญหาที่เกิดจากการออกแบบเว็บไซต์ผิดพลาดถ้าผู้ใช้เห็นว่าเว็บที่กำลังดูอยู่นั้นไม่มีประโยชน์ต่อตัวเขาหรือไม่เข้าใจว่าเว็บไซต์นี้จะใช้งานอย่างไร เขาก็สามารถที่จะเปลี่ยนไปดูเว็บไซต์อื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากในปัจจุบันมีเว็บไซต์อยู่มากมาย และยังมีเว็บไซต์ที่เกิดขึ้นใหม่ ๆ ทุกวัน ผู้ใช้จึงมีทางเลือกมากขึ้น และสามารถเปรียบเทียบคุณภาพของเว็บไซต์ต่าง ๆ ได้เอง

#### 2.2.1.1 องค์ประกอบของการออกแบบเว็บไซต์

1) ความเรียบง่าย (Simplicity) หมายถึง การจำกัดองค์ประกอบเสริมให้เหลือเฉพาะองค์ประกอบหลัก กล่าวคือในการสื่อสารเนื้อหากับผู้ใช้นั้น เราต้องเลือกเสนอสิ่งที่เราต้องการนำเสนอจริง ๆ ออกมาในส่วนของกราฟิก สี สัน ตัวอักษรและภาพเคลื่อนไหว ต้องเลือกให้พอเหมาะ

2) ความสม่ำเสมอ (Consistency) หมายถึง การสร้างความสม่ำเสมอให้เกิดขึ้นตลอดทั้งเว็บไซต์ โดยอาจเลือกใช้รูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเว็บไซต์ก็ได้ เพราะถ้าหา

กว่าแต่ละหน้าในเว็บไซต่นั้นมีความแตกต่างกันมากจนเกินไป อาจทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนและไม่แน่ใจว่ากำลังอยู่ในเว็บไซตใดหรือไม

3) ความเป็นเอกลักษณ์ (Identity) ในการออกแบบเว็บไซตต้องคำนึงถึงลักษณะขององค์กรเป็นหลัก เนื่องจากเว็บไซตจะสะท้อนถึงเอกลักษณ์และลักษณะขององค์กร การเลือกใช้ตัวอักษร ชุดสี รูปภาพหรือกราฟิก จะมีผลต่อรูปแบบของเว็บไซตเป็นอย่างมาก ตัวอย่างเช่น ถ้าเราต้องออกแบบเว็บไซตของธนาคารแต่เรากลับเลือกสีส้มและกราฟิกมากมาย อาจทำให้ผู้ใช้คิดว่าเป็นเว็บไซตของสวนสนุกซึ่งส่งผลต่อความเชื่อถือขององค์กรได้

4) เนื้อหา (Useful Content) ถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในเว็บไซต เนื้อหาในเว็บไซตต้องสมบูรณ์และได้รับการปรับปรุงพัฒนาให้ทันสมัยอยู่เสมอ ผู้พัฒนาต้องเตรียมข้อมูล และเนื้อหาที่ผู้ใช้ต้องการให้ถูกต้องและสมบูรณ์ เนื้อหาที่สำคัญที่สุดคือเนื้อหาที่ทีมผู้พัฒนาสร้างสรรค์ขึ้นมาเอง และไม่ไปซ้ำกับเว็บอื่น

5) ระบบเนวิเกชัน (User-Friendly Navigation) เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญต่อเว็บไซตมาก เพราะจะช่วยไม่ทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนระหว่างดูเว็บไซตระบบเนวิเกชัน จึงเปรียบเสมือนป้ายบอกทาง

6) คุณภาพของสิ่งที่ปรากฏให้เห็นในเว็บไซต (Visual Appeal) ลักษณะที่น่าสนใจของเว็บไซตนั้น ขึ้นอยู่กับความชอบส่วนบุคคลเป็นสำคัญ แต่โดยรวมแล้วก็สามารถสรุปได้ว่าเว็บไซตที่น่าสนใจนั้นส่วนประกอบต่าง ๆ ควรมีคุณภาพ

7) ความสะดวกของการใช้ในสภาพต่าง ๆ (Compatibility) การใช้งานของเว็บไซตนั้นไม่ควรมีข้อจำกัด กล่าวคือ ต้องสามารถใช้งานได้ดีในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ไม่มีการบังคับให้ผู้ใช้ต้องติดตั้งโปรแกรมอื่นใดเพิ่มเติม นอกเหนือจากเว็บเบราว์เซอร์

8) ความคงที่ในการออกแบบ (Design Stability) ถ้าต้องการให้ผู้ใช้งานรู้สึกว่เว็บไซตมีคุณภาพ ถูกต้อง และเชื่อถือได้ ควรให้ความสำคัญกับการออกแบบเว็บไซตเป็นอย่างมาก

9) ความคงที่ของการทำงาน (Function Stability) ระบบการทำงานต่าง ๆ ในเว็บไซต ควรมีความถูกต้องแน่นอน ซึ่งต้องได้รับการออกแบบสร้างสรรค์ และตรวจสอบอยู่เสมอ ตัวอย่างเช่น ลิงค์ต่าง ๆ ในเว็บไซต

### 2.2.1.2 การออกแบบเว็บไซต

ในการออกแบบเว็บไซตนั้นประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ มากมาย เช่น การออกแบบโครงสร้าง ลักษณะหน้าตา หรือการเขียนโปรแกรม แต่มีหลายคนที่พัฒนาเว็บไซต โดยขาดการวางแผนและทำงานไม่เป็นระบบ ตัวอย่างเช่น การลงมือออกแบบ

โดยการใช้โปรแกรมช่วยสร้างเว็บ เนื้อหาและรูปแบบก็เป็นไปตามที่นึกขึ้นได้ขณะนั้น และ เมื่อเห็นว่าคู่มือแล้วก็เปิดตัวเลย ทำให้เว็บนั้นมีเป้าหมายและแนวทางที่ไม่แน่นอนจนผลลัพธ์ที่ได้จึงเสี่ยง กับความล้มเหลวค่อนข้างมาก กระบวนการแรกของการออกแบบเว็บไซต์คือการกำหนดเป้าหมายของเว็บไซต์กำหนดกลุ่มผู้ใช้ ซึ่งการจะให้ได้มา ซึ่งข้อมูลผู้พัฒนาต้องเรียนรู้ผู้ใช้ หรือจำลองสถานการณ์ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เราสามารถออกแบบเนื้อหาและการใช้งานเว็บไซต์ได้อย่างเหมาะสม ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง

- 1) กำหนดเป้าหมายของเว็บไซต์
- 2) กำหนดกลุ่มผู้ใช้เป้าหมาย

### 2.2.1.3 ออกแบบหน้าเว็บไซต์ (Page Design)

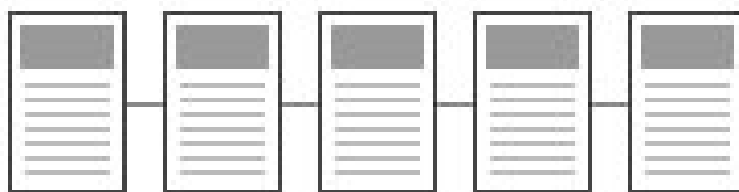
หลักสำคัญในการออกแบบหน้าเว็บก็คือ การใช้รูปภาพและองค์ประกอบต่าง ๆ ร่วมกันเพื่อสื่อความหมาย เกี่ยวกับเนื้อหาหรือลักษณะสำคัญของเว็บไซต์ โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อการสื่อความหมายที่ชัดเจนและน่าสนใจ บนพื้นฐานของความเรียบง่ายและความสะดวกของผู้ใช้ ดังนี้

- 1) ความเรียบง่าย ได้แก่ มีรูปแบบที่เรียบง่าย ไม่ซับซ้อน และใช้งานได้สะดวก
- 2) ความสม่ำเสมอ ได้แก่ ใช้รูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเว็บไซต์
- 3) ความเป็นเอกลักษณ์ การออกแบบเว็บไซต์ควรคำนึงถึงลักษณะขององค์กร เพราะรูปแบบของเว็บไซต์จะสะท้อนถึงเอกลักษณ์และลักษณะขององค์กรนั้น ๆ เช่น ถ้าเป็นเว็บไซต์ของทางราชการ จะต้องดูน่าเชื่อถือไม่เหมือนสวนสนุก ฯลฯ
- 4) เนื้อหาที่มีประโยชน์ เนื้อหาเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในเว็บไซต์
- 5) ระบบเนวิเกชันที่ใช้งานง่าย ต้องออกแบบให้ผู้ใช้เข้าใจง่ายและใช้งานสะดวก ใช้กราฟิกที่สื่อความหมายร่วมกับคำอธิบายที่ชัดเจน
- 6) ลักษณะที่น่าสนใจ หน้าตาของเว็บไซต์จะต้องมีความสัมพันธ์กับคุณภาพขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น คุณภาพของกราฟิกที่จะต้องสมบูรณ์ การใช้สี
- 7) คุณภาพในการออกแบบ การออกแบบและเรียบเรียงเนื้อหาอย่างรอบคอบ สร้างความรู้สึกว่าเว็บไซต์มีคุณภาพ ถูกต้อง และเชื่อถือได้
- 8) การใช้งานอย่างไม่จำกัด ผู้ใช้ส่วนใหญ่สามารถเข้าถึงได้มากที่สุดเลือกเบราว์เซอร์ชนิดใดก็ได้ในการเข้าถึงเนื้อหาสามารถแสดงผลได้ทุกระบบปฏิบัติการ
- 9) สิ่งต่าง ๆ จะต้องเชื่อมโยงไปหน้าที่มีอยู่จริงและถูกต้อง ระบบการทำงาน ต่าง ๆ ในเว็บไซต์จะต้องมีความแน่นอนและทำหน้าที่ได้อย่างถูกต้อง

#### 2.2.1.4 การออกแบบโครงสร้างเว็บไซต์ (Site Structure Design)

โครงสร้างเว็บไซต์ ( Site Structure ) การออกแบบโครงสร้างของเว็บไซต์สามารถทำได้หลากหลายแบบ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความชอบและความถนัดของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการนำเสนอ เพราะจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานของกลุ่มเป้าหมายมากที่สุด โดยโครงสร้างของเว็บไซต์ส่วนใหญ่ก็จะประกอบไปด้วย 4 รูปแบบดังนี้

1) โครงสร้างแบบเรียงลำดับ (Sequential Structure) จะเป็นโครงสร้างแบบธรรมดาที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด เนื่องจากมีความง่ายต่อการจัดระบบข้อมูล และสามารถนำเสนอเรื่องราวตามลำดับได้เป็นอย่างดี เหมาะกับเว็บไซต์ที่มีขนาดเล็ก มีเนื้อหาที่ไม่ซับซ้อน ส่วนใหญ่ก็จะเป็นพวกเว็บไซต์ที่ให้ความรู้ หรือเว็บไซต์องค์กรขนาดเล็ก โดยลักษณะการลิงค์เนื้อหา ก็จะลิงค์ไปที่หน้า มีทิศทางในการเข้าสู่เนื้อหาต่าง ๆ ในแบบเส้นตรง ใช้ปุ่มเดินทาง ถอยหลังในการกำหนดทิศทาง จึงทำให้การใช้งานเป็นไปอย่างง่าย แต่โครงสร้างเว็บไซต์แบบเรียงลำดับก็มีข้อเสีย คือจะทำให้ผู้ใช้งานต้องเสียเวลาในการเข้าสู่เนื้อหาเพราะไม่สามารถกำหนดทิศทางในการเข้าสู่เนื้อหาด้วยตัวเองได้



ภาพที่ 2.1 เว็บไซต์ที่มีโครงสร้างแบบเรียงลำดับ (Sequential Structure)

ที่มา : <https://www.1belief.com/article/website-design/>

2) โครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchical Structure) นิยมใช้กับเว็บไซต์ที่มีความซับซ้อนของข้อมูล เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น โดยจะมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ และมีการนำเสนอรายละเอียดย่อยๆ ที่ลดหลั่นกันมา ทำให้สามารถทำความเข้าใจกับโครงสร้างเนื้อหาได้ง่ายขึ้น โดยจะมีไฮมเพจเป็นจุดเริ่มต้น และจุดรวมจุดเดียวที่จะนำไปสู่การเชื่อมโยงเนื้อหาเป็นลำดับจากบนลงล่าง



ภาพที่ 2.2 เว็บไซต์ที่มีโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure)

ที่มา : <https://www.1belief.com/article/website-design/>

3) โครงสร้างแบบตาราง (Grid Structure) เป็นโครงสร้างการออกแบบเว็บไซต์ที่มีความซับซ้อน แต่ก็มีคามยืดหยุ่นในระดับหนึ่ง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่เนื้อหาต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น การออกแบบในลักษณะนี้จะมีการเชื่อมโยงเนื้อหาในแต่ละส่วนซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนทิศทาง หรือกำหนดทิศทางในการเข้าสู่เนื้อหาด้วยตัวเองได้ จึงไม่ทำให้เสียเวลา แถมยังทำให้เว็บไซต์มีความทันสมัยขึ้น



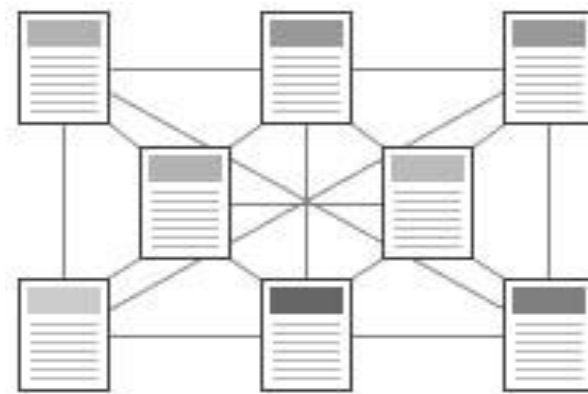
ภาพที่ 2.3 เว็บไซต์ที่มีโครงสร้างแบบตาราง (Grid Structure)

ที่มา : <https://www.1belief.com/article/website-design/>

ในการจัดระบบโครงสร้างแบบนี้ เนื้อหาที่นำมาใช้แต่ละส่วนควรมีลักษณะที่เหมือนกัน และสามารถใช้รูปแบบร่วมกัน หลักการออกแบบคือนำหัวข้อทั้งหมดมาบรรจุลงในที่เดียวกันซึ่งโดยทั่วไป จะเป็นหน้าแผนภาพ (Map Page) ที่แสดงในลักษณะเดียวกับโครงสร้างของเว็บ เมื่อผู้ใช้คลิกเลือก หัวข้อใด ก็จะไปสู่หน้าเนื้อหา (Topic Page) ที่แสดงรายละเอียด

ของหัวข้อนั้น ๆ และภายในหน้านั้น ก็จะมีการเชื่อมโยงไปยังหน้ารายละเอียดของหัวข้ออื่นที่เป็นเรื่องเดียวกัน นอกจากนี้ยังสามารถนำโครงสร้างแบบเรียงลำดับและแบบลำดับขั้นมาใช้ร่วมกันได้อีกด้วย ถึงแม้โครงสร้างแบบนี้ อาจจะสร้างความยุ่งยากในการเข้าใจได้และอาจเกิดปัญหาการคงค้าง ของหัวข้อ (Cognitive Overhead) ได้ แต่จะเป็นประโยชน์ที่สุดเมื่อผู้ใช้ได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ ระหว่างเนื้อหา ในส่วนของการออกแบบจ าเป็นจะต้องมีการวางแผนที่ดี เนื่องจากมีการเชื่อมโยงที่เกิดขึ้น ได้หลายทิศทาง นอกจากนี้การปรับปรุงแก้ไขอาจเกิดความยุ่งยากเมื่อต้องเพิ่มเนื้อหาในภายหลัง

4) เว็บที่มีโครงสร้างแบบใยแมงมุม (Web Structure) โครงสร้างประเภทนี้จะมีความยืดหยุ่นมากที่สุด ทุกหน้าในเว็บสามารถจะเชื่อมโยงไปถึงกัน ได้หมด เป็นการสร้างรูปแบบการเข้าสู่เนื้อหาที่เป็นอิสระ ผู้ใช้สามารถ กำหนดวิธีการเข้าสู่เนื้อหาได้ด้วยตนเองการเชื่อมโยงเนื้อหาแต่ละหน้าอาศัยการโยงใยข้อความที่มีมโนทัศน์ (Concept) เหมือนกันของแต่ละหน้าในลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์หรือไฮเปอร์มีเดีย โครงสร้างลักษณะนี้จัดเป็นรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนตายตัว (Unstructured) นอกจากนี้การเชื่อมโยงไม่ได้จำกัดเฉพาะเนื้อหาภายในเว็บนั้น ๆ แต่สามารถเชื่อมโยงออกไปสู่เนื้อหาจากเว็บภายนอกได้



ภาพที่ 2.4 เว็บที่มีโครงสร้างแบบใยแมงมุม (Web Structure)

ที่มา : <https://www.1belief.com/article/website-design/>

#### 2.2.1.5 การใช้สีในการออกแบบเว็บไซต์

การสร้างสีบนหน้าเว็บเป็นสิ่งที่สื่อความหมายของเว็บไซต์ได้อย่างชัดเจน การเลือกใช้สีให้เหมาะสมกลมกลืน ไม่เพียงแต่จะสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้แต่ยังสามารถทำให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างเว็บไซต์ได้ สีเป็นองค์ประกอบหลักสำหรับการตกแต่งเว็บ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้สีระบบสีที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์ มี



ระบบการแสดงผลผ่านหลอดลำแสงที่เรียกว่า CRT (Cathode ray tube) โดยมีลักษณะระบบสีแบบบวก อาศัยการผสมของของแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน หรือระบบสี RGB สามารถกำหนดค่าสีจาก 0 ถึง 255 ได้ จากการรวมสีของแม่สีหลักจะทำให้เกิดแสงสีขาว มีลักษณะเป็นจุดเล็ก ๆ บนหน้าจอไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ จะมองเห็นเป็นสีที่ถูกผสมเป็นเนื้อสีเดียวกันแล้ว จุดแต่ละจุดหรือพิกเซล (Pixel) เป็นส่วนประกอบของภาพบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยจำนวนบิตที่ใช้ในการกำหนดความสามารถของการแสดงสีต่าง ๆ เพื่อสร้างภาพบนจอขึ้นเรียกว่า บิตเดป (Bit-depth) ในภาษา HTML มีการกำหนดสีด้วยระบบเลขฐานสิบหก ซึ่งมีเครื่องหมาย (#) อยู่ด้านหน้าและตามด้วยเลขฐานสิบหกจำนวนอักษรอีก 6 หลัก โดยแต่ละไบต์ (byte) จะมีตัวอักษรสองตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม เช่น #FF12AC การใช้ตัวอักษรแต่ละไบต์นี้เพื่อกำหนดระดับความเข้มของแม่สีแต่ละสีของชุดสี RGB โดย 2 หลักแรก แสดงถึงความเข้มของสีแดง 2 หลักต่อมา แสดงถึงความเข้มของสีเขียว 2 หลักสุดท้ายแสดงถึงความเข้มของสีน้ำเงิน

สีมีอิทธิพลในเรื่องของอารมณ์การสื่อความหมายที่เด่นชัด กระตุ้นการรับรู้ทางด้านจิตใจมนุษย์ สีแต่ละสีให้ความรู้สึก อารมณ์ที่ไม่เหมือนกัน สีบางสีให้ความรู้สึกสงบ บางสีให้ความรู้สึกตื่นเต้นรุนแรง สีจึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการออกแบบเว็บไซต์ ดังนั้นการเลือกใช้โทนสีภายในเว็บไซต์เป็นการแสดงถึงความแตกต่างของสีที่แสดงออกทางอารมณ์ มีชีวิตชีวาหรือเศร้าโศก รูปแบบของสีที่สายตาของมนุษย์มองเห็น สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- 1) สีโทนร้อน (Warm Colors) เป็นกลุ่มสีที่แสดงถึงความสุขความผ่อนคลาย ความอบอุ่น และดึงดูดใจ สีกลุ่มนี้เป็นกลุ่มสีที่ช่วยให้หายจากความเฉื่อยชา มีชีวิตชีวามากยิ่งขึ้น

- 2) สีโทนเย็น (Cool Colors) แสดงถึงความที่ดูสุภาพ อ่อนโยนเรียบง่าย เป็นกลุ่มสีที่มีคนชอบมากที่สุด สามารถโน้มน้าวในระยะไกลได้

- 3) สีโทนกลาง (Neutral Colors) สีที่เป็นกลาง ประกอบด้วย สีดำ สีขาว สีเทา และสีน้ำตาล กลุ่มสีเหล่านี้คือ สีกลางที่สามารถนำไปผสมกับสีอื่น ๆ เพื่อให้เกิดสีกลางขึ้นมา

### 2.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับอนุกรมเวลา

การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาจะขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของเวลาในอดีตเป็นพื้นฐานกล่าวคือ การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือค่าสังเกตที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้น หรือการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในช่วงเวลาในอดีต ที่อนุกรมเวลามีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในอดีตนั้น ทำให้สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ว่าในอนาคตลักษณะการเปลี่ยนแปลงควรอยู่ในทิศทาง การเคลื่อนไหวแบบใด หรือรูปแบบใดได้ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะหนึ่ง (Stationary) คือ ข้อมูลที่ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกระบวนการเชิงสุ่ม (Random process) นั้นมีค่าคงที่เมื่อเวลาได้เปลี่ยนไปและค่าความแปรปรวนระหว่างสองคาบเวลาขึ้นอยู่กับความล่า (lag) ระหว่างคาบเวลาทั้งสองนั้นโดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ การวัดความถูกต้องเป็นฟังก์ชันของค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยไม่ว่าค่าหนึ่งถึงทิศทางนั้น คือพิจารณาค่า  $|e_t|, e_t^2$   $\frac{|e_t|}{y_t}$  แทนการพิจารณาค่าคลาดเคลื่อนธรรมดาโดยฟังก์ชันของค่าคลาดเคลื่อนดังกล่าวจะใช้วัดความถูกต้อง ได้แก่ค่า MAPE ตามลำดับ การที่ค่าเหล่านี้มีค่าน้อยเป็นผลเนื่องมาจากค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ( $e_t$ ) ต่ำที่สุด ดังนี้ MAPE (Mean Absolute Percentage Error) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าจริง โดยไม่คิดเครื่องหมาย ค่า MAPE เป็นค่าวัดความแม่นยำที่ไม่มีหน่วย จึงเหมาะที่จะใช้กับการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์เดียวกันหรือเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้อนุกรมเวลาชุดเดียวกันต่างกับการใช้ค่า MAD ตรงที่หากข้อมูลจริงเป็น 0 การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์โดยใช้ MAPE จะไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับการใช้ค่า MAD ซึ่งการวัดค่า MAPE มีสูตรดังต่อไปนี้

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{y_t} \times 100$$

เมื่อ  $e_t$  คือ ความคลาดเคลื่อน  $y_t$  คือ ข้อมูลจริง และ  $n$  คือ จำนวนข้อมูลค่า MAPE เป็นค่าที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับอนุกรมเวลาต่างชุดกันเมื่อพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดียวกันค่าวัดความถูกต้องที่ใช้กันอยู่มีหลายค่าและยังไม่มีผลการวิจัยใดที่ระบุว่าค่าวัดความถูกต้องใดเหมาะสมที่สุดซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่า RMSE

ในการตัดสินใจเลือกวิธีพยากรณ์เพราะเป็นค่าที่ให้ความคลาดเคลื่อนที่สม่ำเสมอในทุก ๆ รหัสเวลา

#### 2.2.2.1 องค์ประกอบของอนุกรมเวลา

ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ผู้วิเคราะห์จะแยกองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นอนุกรมเวลา โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงการผลิต เทคโนโลยี สภาพอากาศ เป็นต้น ในการหาคุณลักษณะของอนุกรมเวลา เราสามารถใช้แบบจำลองได้หลายแบบ แบบจำลองที่ใช้โดยนักเศรษฐศาสตร์แบบหนึ่ง คือ แบบจำลองแบบคลาสสิก (classical model) เป็นการอธิบายถึงองค์ประกอบของการแปรผันของอนุกรมเวลา 4 ส่วน ดังนี้

1) ค่าแนวโน้ม (Secular trend) แทนด้วย  $T_t$  เป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลมีลักษณะราบเรียบ แนวโน้ม อาจมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งในทางเพิ่มขึ้นหรือลดลง ค่าแนวโน้มของข้อมูลเป็นการเคลื่อนไหวในช่วงระยะเวลาที่ค่อนข้างนานพอสมควร ควรเป็นข้อมูลรายปี และควรมีข้อมูลอย่างน้อย 15 ปี ซึ่งจะแสดงทิศทางของอนุกรมเวลา ตัวอย่าง กราฟแสดงค่าแนวโน้มของผลผลิตเคมีภัณฑ์ชนิดหนึ่ง

2) การเปลี่ยนแปลงหรือความแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal Variation) แทนด้วย  $S_t$  เป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลมีลักษณะการเพิ่มขึ้น หรือลดลงในลักษณะเดียวกันของรอบระยะเวลาหนึ่งที่แน่นอน เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล หน่วยของระยะเวลาสำหรับข้อมูลอาจเป็นรายชั่วโมง รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส สำหรับข้อมูลรายปีไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลนั้นกำหนดระยะเวลาการเกิดซ้ำในรอบหนึ่ง ๆ ได้ค่อนข้างแน่นอน ตัวอย่างเช่น ยอดขายรายเดือนของห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง

3) การเปลี่ยนแปลงหรือความแปรผันตามวัฏจักร (Cyclical Variation) แทนด้วย  $C_t$  การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร มีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวในลักษณะซ้ำ ๆ กันและจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล จะต่างกันก็ตรงที่การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรแต่ละรอบจะใช้ระยะเวลานานกว่า คือ ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรในทางธุรกิจ เรียกว่า "วัฏจักรธุรกิจ" (Business Cyclical) โดยทั่วไปประกอบด้วยระยะเจริญรุ่งเรือง (prosperity) ระยะฝืดเคือง (recession) ระยะตกต่ำ (depression) และระยะขยายตัว (recovery)

### 2.2.2.2 รูปแบบของอนุกรมเวลา

จากปัจจัยทั้ง 4 ข้างต้น ถ้า Y แทนข้อมูลอนุกรมเวลาชุดหนึ่ง ๆ เราสามารถกำหนดแบบจำลองได้ 2 แบบ ดังนี้

1) แบบจำลองผลบวก (Additive model) ถือว่าข้อมูลในแต่ละอนุกรมเวลาประกอบด้วยผลบวกขององค์ประกอบทั้ง 4 อย่าง  $Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$

2) แบบจำลองผลคูณ (Multiplicative model) ถือว่าข้อมูลในแต่ละอนุกรมเวลาประกอบด้วยผลคูณขององค์ประกอบทั้ง 4 อย่าง  $Y_t = T_t * S_t * C_t * I_t$  โดยทั่วไปข้อมูลอนุกรมเวลา ในทางธุรกิจจะมีความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลองผลคูณ เนื่องจากเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในรูปอัตราร้อยละ ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการใช้แบบจำลองผลบวก

### 2.2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบ (Visualization)

รูปแบบของจินตทัศน์ (Visualization) รูปแบบของจินตทัศน์ที่ใช้ในการแสดงผลสารสนเทศนั้นมีจำนวนมาก ซึ่งการเลือกใช้ก็ขึ้นอยู่กับสารสนเทศที่ต้องการแสดง รวมถึงผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดการตอบสนองต่อ สารสนเทศนั้น ๆ ในงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาแนวทางการ ออกแบบแผงหน้าปัดโดยใช้ซอฟต์แวร์ IBM Cognos ดังนั้นจึงมีรูปแบบแผนภูมิที่สามารถสร้างบนซอฟต์แวร์ IBM Cognos ตามที่ได้อธิบายไว้ในคู่มือการใช้งาน IBM Cognos *Business Intelligence V10.1 Handbook* ดังนี้

1) แผนภูมิแท่ง (Column and Bar Chart) แผนภูมิแท่งใช้ในการแสดงข้อมูลตามช่วงเวลาหรือข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องกัน โดยมีทั้งแผนภูมิแท่งแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้ทั้งข้อมูลเดียว หรือหลายข้อมูล เหมาะต่อการดูข้อมูลที่เรียงลำดับตามค่าต่ำสุดหรือสูงสุด นอกจากนี้แผนภูมิแท่ง สามารถแสดงข้อมูลหลาย ๆ ข้อมูลเรียงกันเป็นชั้นภายในแผนภูมิแท่งเดียวกันเป็นแผนภูมิแท่งแบบชั้น (Stack Charts) (Browne et al., 2010) ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการแสดงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เป็นชุด เพื่อให้ค่าที่แสดงสามารถเปรียบเทียบกันได้ง่ายเมื่อมีค่าข้อมูลที่ต้องเปรียบเทียบแสดงอยู่ด้วยกัน อาจใช้ในการแสดงข้อมูลตามช่วงเวลาสั้น ๆ ข้อมูลการขายตามหมวดหมู่สินค้า (Kerzner, 2011) สามารถใช้การวัดหลายอย่างได้ภายในแผนภูมิเดียวกันโดยไม่ทำให้ข้อมูลดูหนาแน่นเกินไป สามารถใช้ในการแจ้งเตือนผู้ใช้แผงหน้าปัดถึงค่าที่ผิดปกติไปจากเป้าหมายที่วางไว้ ข้อควรระวังคือ ต้องมั่นใจในความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากถ้าค่าข้อมูลผิดก็ทำให้แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ และแนวโน้มที่ผิด (Smietana, 2010)

2) แผนภูมิเส้น (Line Charts) แผนภูมิเส้นมีความคล้ายคลึงกับแผนภูมิแท่งเพียงแต่จะใช้จุดเป็นตัวบอกค่าของข้อมูลแทนตัวแท่ง แล้วมีการลากเส้นเชื่อมแต่ละจุดจึงเหมาะสำหรับการแสดงข้อมูล แนวโน้มหลาย ๆ แนวโน้มเปรียบเทียบกัน แต่ก็ไม่ควรใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลหลาย ๆ ค่า เพราะจะแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูลได้ยากกว่าการแสดงแบบเป็นชั้นในแผนภูมิแท่ง (Browne et al., 2010) เหมาะสำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ต้องการที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของข้อมูล หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งข้อมูลการวัดค่าในช่วงเวลา แผนภูมิเส้นยังให้การเปรียบเทียบการวิเคราะห์แนวโน้มใช้ข้อมูลหลายชุดซ้อนกันในหนึ่งแผนภูมิ (Kerzner, 2011) ในแผนภูมิเส้นสามารถใช้จุดบอกตำแหน่งของข้อมูลที่ชัดเจนได้ เนื่องจากถ้าใช้แต่เส้นก็จะทราบเฉพาะแนวโน้มของข้อมูล หรือการใช้จุดอย่างเดียว ก็ให้เห็นแต่ข้อมูล ณ ตำแหน่งนั้น ๆ แต่จะไม่เห็นแนวโน้ม ปัจจุบันจึงมีการใช้แผนภูมิเส้นและจุด (Spline) ด้วยกัน เพื่อให้เห็นทั้งค่าข้อมูลและแนวโน้ม (Smietana, 2010) ควรทำเส้นให้จุด ของข้อมูลเด่นว่ามีข้อมูลที่ตำแหน่งใด (Juice Inc., 2009)

3) แผนภูมิพื้นที่ (Area Chart) แผนภูมิพื้นที่สามารถใช้สีในบริเวณพื้นที่ใต้กราฟได้ แทนการลากเส้น เพื่อแสดงแนวโน้มของข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ (Browne et al., 2010) การใช้สีเพื่อแสดงพื้นที่ใต้หรือเหนือกราฟของแผนภูมิเส้นใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบแนวโน้มตามช่วงเวลาของข้อมูล (Kerzner, 2011)

4) แผนภูมิจุด (Point Charts) แผนภูมิจุดมีลักษณะคล้ายแผนภูมิเส้นเพียงแต่แสดง เฉพาะตำแหน่งค่าข้อมูล โดยไม่มีการลากเส้นเพื่อแสดงแนวโน้ม แผนภูมิจุดมีประโยชน์สำหรับ การแสดงข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้จุดแทนข้อมูลตามแกนโดยวางตามลำดับ (Browne et al., 2010)

5) แผนภูมิแบบผสม (Combination Charts) แผนภูมิแบบผสมใช้ในการแสดงค่าข้อมูลหลายค่าโดยใช้แผนภูมิแท่ง แผนภูมิพื้นที่ หรือแผนภูมิเส้น รวมไว้ในแผนภูมิเดียวกัน มีประโยชน์ในการเน้นความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละชุด (Browne et al., 2010)

6) แผนภูมิแบบกระจาย (Scatter Plot) แผนภูมิแบบกระจายมักใช้ในการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างชุดเพื่อดูความแตกต่างตามตำแหน่งของข้อมูลที่ปรากฏบนแผนภูมิ (Browne et al., 13 2010) ใช้ในกรณีที่ต้องการดูความสัมพันธ์ของข้อมูล มากกว่าค่าของข้อมูลจะเป็นการดูแนวโน้มใน ภาพรวมว่าข้อมูลชุดนี้มีค่าไปในทิศทางใด (Smietana, 2010)

7) แผนภูมิฟอง (Bubble Charts) แผนภูมิฟองมีลักษณะคล้ายแผนภูมิแบบกระจายเพียงแต่จะมีตัววัดเพิ่มขึ้นโดยเป็นขนาดของฟองตามค่าของข้อมูล โดยมักใช้ในการแสดงข้อมูลด้านการเงิน (Browne et al., 2010) แสดงค่าเป็นกลุ่มของข้อมูลด้วยขนาดของฟอง

(วงกลม หรือ ทรงกลม) ที่แตกต่างกันตามค่าของข้อมูล ใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลเดียวกันแต่ ต่างช่วงเวลา หรือเปรียบเทียบ ระหว่างข้อมูลที่แตกต่างกันด้วย (Kerzner, 2011) การเลือกใช้ ควรแน่ใจในเรื่องการอธิบายขนาดของฟองสบู่แต่ละฟอง ว่ามีการกำหนดค่าได้ถูกต้องและ ชัดเจน (Smietana, 2010)

8) แผนภูมิสี่ส่วน (Quadrant Charts) โดยหลักแล้วจะใช้แผนภูมิสี่ส่วนเป็นแกนพื้นหลังให้แผนภูมิฟอง ซึ่งจะแบ่งพื้นที่เป็นส่วนเท่า ๆ กัน ในการแบ่งส่วนของแผนภูมิอาจใช้สีในการแยกความแตกต่างของแต่ละส่วน ซึ่งขนาดของส่วนที่แบ่งอาจแบ่งย่อยลงไปได้อีกเสมือนเป็นมาตรวัดในแผนภูมิ สามารถใช้แผนภูมิสี่ส่วนในการแบ่งหมวดหมู่เพื่อวางข้อมูลตามหมวดหมู่เช่นการวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งโอกาส และอุปสรรค (SWOT Analysis) เป็นต้น

9) แผนภูมิมวงกลม (Pie Charts) แผนภูมิมวงกลมใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในส่วนนั้น เปรียบเทียบกับสัดส่วนทั้งหมดของแผนภูมิ ซึ่งหากต้องการแสดงข้อมูลจริงเป็นแผนภูมิแท่งแบบเป็น ชั้นมากกว่าแผนภูมิมวงกลมไม่ใช่ตัวเลือกที่ดีในการแสดงข้อมูลที่มีค่าเป็นศูนย์หรือมีค่าติดลบ (Browne et al., 2010) เป็นแผนภูมิที่มีองค์ประกอบมากกว่าแผนภูมิแบบอื่น โดยเป็นเรื่องยากมากที่จะแยกแยะความแตกต่างของสัดส่วนของข้อมูลกับการแบ่งพื้นที่ตามค่าข้อมูล นอกจากนี้จะเป็นกรณีของชุดข้อมูลขนาดเล็กที่มีความแตกต่างของค่าข้อมูลอยู่มาก และแผนภูมิมวงกลมที่ยังก่อให้เกิดปัญหาสำหรับการใส่คำอธิบาย เพราะมีทั้งสี่ของ แผนภูมิและรายละเอียดต่าง ๆ ภายใน ซึ่งการใส่คำอธิบายอื่นเพิ่มอาจก่อให้เกิดการสับสนในการดูข้อมูล (Kerzner, 2011) แผนภูมิมวงกลมเป็นแผนภูมิสำหรับการแสดงองค์ประกอบข้อมูลที่มีส่วนประกอบค่อนข้างน้อยและมีเพียงหนึ่งตัวชี้วัดเชิงปริมาณ และการแสดงแผนภูมิมวงกลม ต้องคิดค่าข้อมูลรวมเป็น 100% และข้อมูลที่ไม่เป็นค่าลบ ใช้การแสดงค่าข้อมูลทั้งหมดด้านนอกแผนภูมิ โดยเรียงค่าข้อมูลตามลำดับที่แสดงในแผนภูมิ (Smietana, 2010)

10) แผนภูมิจุดนำ (Bullet Charts) แผนภูมิจุดนำเป็นรูปแบบหนึ่งของแผนภูมิแท่ง เป็นการแสดงตัว วัดที่สำคัญ ใช้ในการเปรียบเทียบตัววัดตั้งแต่ 1 ตัวหรือมากกว่านั้น โดยสามารถวัดโดยเปรียบเทียบ กับสีของพื้นหลังที่จะแสดงตัววัดที่มากขึ้น เช่น ระดับความพึงพอใจที่ดี จนถึงระดับที่ไม่ดี และเนื่องจากเป็นแสดงสารสนเทศที่ไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่มาก จึงสามารถใส่แผนภูมิจุดนำเป็นส่วนหนึ่งในการแสดงรายงานบนแผงหน้าปัด (Browne et al., 2010) จะแสดงการวัดมูลค่าในแกนแนวนอน ซึ่งอาจมีการเพิ่มบริบทของข้อมูลเข้าไปโดยการใช้สีเป็นตัวบอกระดับความพึงพอใจ ทำให้มองข้อมูลเข้าใจได้ในครั้งเดียว (Smietana, 2010)

11) แผนภูมิมาตรวัด (*Gauge Charts*) แผนภูมิมาตรวัดหรืออาจเรียกว่าแผนภูมิหน้าปัด (*Dial Charts*) หรือแผนภูมิมาตรอัตราเร็ว (*Speedometer Charts*) มีความคล้ายกับแผนภูมิจุดนำในแง่การเปรียบเทียบตัววัดหลายค่าเพียงแต่ใช้เข็มในการแสดงค่า ซึ่งการอ่านค่าสามารถทำได้ง่ายเหมือนการอ่านค่าจากหน้าปัดและแต่ละค่าที่แสดงจะเปรียบเทียบด้วยช่วงสีที่อยู่บนแผนภูมิ โดยแผนภูมิมาตรวัดนั้นเป็นทางเลือกที่ดีกว่าแผนภูมิจุดนำเมื่อต้องเปรียบเทียบค่ามากกว่าสองค่าขึ้นไป โดยแผนภูมินี้มักถูกใช้ในการแสดงตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลักบนแผงหน้าปัดสำหรับผู้บริหารระดับสูง สำหรับการออกรายงานโดยใช้ PDF และ HTML จะจำกัดอยู่ที่แผนภูมิ และใน Microsoft Excel จะไม่สนับสนุนการแสดงผลแผนภูมิประเภทนี้ (*Browne et al., 2010*) ใช้ในการบอกสถานะปัจจุบันโดยจะใช้สีแดง ส้ม เหลือง เขียว ในการบอกถึงระดับของปัญหาตั้งแต่มาก (สีแดง) จนถึงระดับปกติ (สีเขียว) สามารถช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ ระหว่างค่าที่วัดแต่ว่าจะค่อนข้างสิ้นเปลืองเนื้อที่ จึงควรเลือกใช้เมื่อมีพื้นที่มากเพียงพอ (*Smietana, 2010*)

12) แผนภูมิพาเรโต (*Pareto Charts*) แผนภูมิพาเรโตเป็นลำดับของหมวดหมู่ที่เรียงจากความถี่มากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุด โดยจะมีเส้นการสะสม (*Cumulation Line*) ซึ่งเป็นการแสดงอัตราส่วนร้อยละยอรวมสะสมทั้งหมดของแผนภูมิแท่ง โดยแผนภูมินี้จะใช้ในการ ควบคุมคุณภาพ ทำให้สามารถระบุและลดสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นตามลำดับความสำคัญของปัญหาและสามารถที่จะสร้างแผนภูมิพาเรโตได้ทั้งก่อนและหลังการแก้ปัญหาเพื่อเป็นการ เปรียบเทียบให้เห็นถึงสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไป (*Browne et al., 2010*)

13) แผนภูมิแท่งแบบก้าวหน้าหรือแผนภูมิน้ำตก (*Progressive Column Charts or Waterfall Charts*) เป็นแผนภูมิที่ แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อจากแผนภูมิแท่งหรือแผนภูมิแท่งแบบเป็นชั้น โดยมักใช้ในการเปรียบเทียบค่าข้อมูล 1 ข้อมูลต่อข้อมูลทั้งหมด โดยใน Microsoft Excel ไม่สนับสนุนการแสดงผลแผนภูมิประเภทนี้ (*Browne et al., 2010*)

14) แผนภูมิมาริเมกโก (*Marimekko Charts*) เป็นแผนภูมิชั้นซึ่งความกว้างของชั้นของแท่งแผนภูมิจะเป็น สัดส่วนของข้อมูล 1 ข้อมูลต่อข้อมูลทั้งหมด โดยส่วนที่เป็นความสูงของแต่ละแนวแท่งแผนภูมินั้นจะเป็นอัตราร้อยละของมูลค่ารวมแนวตามลำดับ (*Browne et al., 2010*)

15) แผนภูมิเรดาร์หรือแผนภูมิแมงมุม (*Radar or Spider Charts*) แผนภูมิเรดาร์เป็นแผนภูมิที่ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลหลายค่าตามแกนหลายแกนโดยจะใส่ค่าข้อมูลโดยเริ่มจากตรงกลางที่มีแกนวัดค่าเป็นรัศมี มีประโยชน์ในการเปรียบเทียบข้อมูลหลายชุดและหลายตัววัด และมีประโยชน์ในการดูค่าผิดปกติ (*Browne et al., 2010*) ข้อมูลจะถูกใส่ค่าตามระยะห่าง

จากจุดศูนย์กลาง แต่ละจุดข้อมูลที่มีส่วนประกอบในแนวตั้ง คือ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของ แกน แผนภูมิเรดาร์มีประโยชน์สำหรับการแสดงข้อมูลวัฏจักร เช่น ระดับการรับพนักงานรายวัน หรือผลรวมรายได้รายเดือนในการออกแบบสามารถวางซ้อนเป้าหมาย และเกณฑ์การให้บริบท สำหรับตัวชี้วัดเชิงปริมาณ (Smietana, 2010)

#### 2.2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบ (Dashboard)

แดชบอร์ด เป็นแบบหน้าเดียว ซึ่งมักเรียกว่าพื้นที่ว่างเปล่าที่ใช้การแสดงผลภาพเพื่อบอกเล่าเรื่องราวหนึ่ง ๆ ได้เนื่องจากจำกัดอยู่เพียงหนึ่งหน้าแดชบอร์ดที่ออกแบบมาอย่างดีจะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของเรื่องราวเท่านั้น แดชบอร์ดเป็นวิธีที่ยอดเยี่ยมในการตรวจสอบธุรกิจของคุณ ในการค้นหาคำตอบ และดูเมตริกที่สำคัญที่สุดของคุณอย่างรวดเร็ว การแสดงผลบนแดชบอร์ดอาจมาจากหนึ่งหรือหลายชุดข้อมูลพื้นฐานและจากรายงานหนึ่งหรือหลายรายงานพื้นฐาน แดชบอร์ดสามารถรวมข้อมูลภายในองค์กรและข้อมูลบนระบบคลาวด์ ให้มุมมองแบบรวมโดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งที่ข้อมูลอยู่ แดชบอร์ดไม่ได้เป็นเพียงภาพที่สวยงาม เนื่องจากแดชบอร์ดสามารถโต้ตอบได้และมีการอัปเดตโต้กลับเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐาน

##### 2.2.4.1 Dashboard ใน Pentaho

1) Dashboard by Pentaho จะมีลักษณะพิเศษคือสามารถ set template, settheme, และสามารถตั้งเวลา ในการ refresh ตัวเอง เพื่อ update ข้อมูลที่อาจมีการอัปเดตลงบน Database ได้การ Set Template นั้นทำเพื่อหากมีกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบข้อมูลเกิดขึ้นจะทำให้สามารถเห็นข้อแตกต่างระหว่างข้อมูลได้อย่างชัดเจน

2) Dashboard by CDE จะแตกต่างจาก Dashboard by Pentaho คือผู้ใช้จะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Html, Java เนื่องจาก Dashboard by CDE เราจะสามารถปรับแต่งส่วนแสดงผลได้ โดยเราสามารถแก้ไขหรือปรับแต่งได้โดยเปลี่ยนแปลงโค้ดในส่วนของฟังก์ชัน Dashboard by CDE มีข้อดีคือเราจะสามารถปรับแต่ง และเพิ่มฟังก์ชันการแสดงผลได้มากกว่า Dashboard by Pentaho

##### 2.2.4.2 หลักในการออกแบบแดชบอร์ด

1) Users ต้องเข้าใจผู้ใช้งานเป็นอันดับแรก การเข้าใจผู้ใช้นั้น ให้ยึดตามหลักการของ Design Thinking จงหา Insight ของผู้ใช้ หรือ ตอบให้ได้ว่า ทำไมเขาถึงใช้คำถามหลัก ของการออกแบบ Dashboard ก็คือ ผู้ใช้จะเอา Dashboard ไปใช้ทำอะไรเช่น ช่วยตัดสินใจติดตามผลการดำเนินงาน ใช้เตือนเมื่อมีสิ่งผิดปกติ ในอดีต เวลาส่งคนไปเก็บ Requirement กับผู้ใช้ ก็จะชอบไปถามว่า อยากดูข้อมูลอะไรบ้าง อยากดูเป็นกราฟไหน ซึ่งพอไปทำกราฟมา



เสร็จเรียบร้อย ผู้ใช้มักจะบอกว่า ไม่เห็นตรงกับที่อยากได้เลย อันนี้เกิดจากการที่เราไม่ได้เข้าใจจริง ๆ ว่าเค้าอยากจะทำอะไร ถ้าเราเข้าใจถึงรูปแบบว่าเค้าจะเอา Dashboard ไปใช้อย่างไรเราก็จะออกแบบได้ตรงใจมากขึ้น

2) Content เมื่อเข้าใจแล้วว่า ผู้ใช้อยากเอา Dashboard ไปใช้อย่างไรก็ต้องมาคิดต่อว่า เนื้อหา หรือ สิ่งที่เค้าจะต้องเอาไปใช้นั้น มีอะไรบ้าง ซึ่งก็ขอแบ่งเป็น measures หรือ ตัวเลขที่เราสนใจ เช่น ยอดขาย จำนวนลูกค้า dimensions หรือ มุมมองที่เราอยากวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ตามช่วงเวลา ตามกลุ่มสินค้า ตามพื้นที่ การเลือก measures นั้นถ้าเราสามารถช่วยคิด ช่วยออกแบบให้การวัดผลนั้น มีความน่าสนใจ หรือ ตรงประเด็นมากขึ้นก็จะทำให้ Dashboard นั้นมีความน่าสนใจมากขึ้นไปอีก

3) Presentation หลังจากที่เราได้แล้ว จะใช้ measures และ dimensions แบบไหนก็ถึงเวลาที่มาเลือกกราฟให้

4) Navigation เมื่อมีหลายกราฟแล้ว จะเอามาประกอบกันเป็น Dashboard การจัดวางกราฟก็เป็นส่วนสำคัญ หลักง่าย ๆ คือ กราฟที่เป็นเรื่องเดียวกัน ก็ควรวางไว้ใกล้ๆ กันอย่าให้คนต้องอ่านกราฟหนึ่งแล้วกระโดดข้ามไปอีกกราฟ แบบกระโดดไปมา

### 2.2.5 การนอร์มัลไลเซชัน (Normalization)

การทำงานนอร์มัลไลเซชัน เป็นวิธีการในการกำหนดแอตทริบิวต์ให้กับแต่ละเอนทิตีเพื่อให้ได้โครงสร้างของตารางที่ดี สามารถควบคุมความซ้ำซ้อนของข้อมูลหลีกเลี่ยงความผิดปกติของข้อมูล โดยทั่วไปผลลัพธ์ของการนอร์มัลไลเซชัน จะได้ตารางที่มีโครงสร้างซับซ้อนน้อยลง แต่จำนวนของตารางจะมากขึ้น

การทำงานนอร์มัลไลเซชัน จะประกอบด้วยนอร์มัลฟอร์ม (Normal Form) แบบต่าง ๆ ที่มีเงื่อนไขของการทำให้อยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบฐานข้อมูลว่า ต้องการลดความซ้ำซ้อนในฐานข้อมูลให้อยู่ในระดับใด ซึ่งประกอบด้วยนอร์มัลฟอร์มแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) นอร์มัลฟอร์มที่ 1 (First Normal Form : 1NF)
- 2) นอร์มัลฟอร์มที่ 2 (Second Normal Form : 2NF)
- 3) นอร์มัลฟอร์มที่ 3 (Third Normal Form : 3NF)
- 4) บอยซ์คอดด์นอร์มัลฟอร์ม (Boyce-Codd Normal Form : BCNF)
- 5) นอร์มัลฟอร์มที่ 4 (Fourth Normal Form : 4NF)
- 6) นอร์มัลฟอร์มที่ 5 (Fifth Normal Form : 5NF)

### 2.2.5.1 การแปลงให้อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 1 (First Normal Form: 1NF)

คุณสมบัติของรีเลชันของแบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์ คือข้อมูลในแต่ละทึปเฟิลจะต้องไม่ซ้ำกัน และค่าในแต่ละแอตทริบิวต์จะต้องไม่สามารถถูกแบ่งแยกย่อยลงไปได้อีก หรือมีความเป็นอะตอมมิก(Atomic) รวมถึงจะต้องมีค่าเพียงค่าเดียวที่อยู่ในแต่ละแอตทริบิวต์หรือมีความเป็นซิงเกิลแวลู (Single Value) ซึ่งในการทำนอร์มัลไลเซชันให้อยู่ในนอร์มัลฟอร์มที่ 1 ก็อาศัยคุณสมบัติดังกล่าวไว้ข้างต้น

#### 1.1) รีพีตติ้งกรุป (Repeating Group)

การที่ข้อมูลใน 1 ทึปเฟิล สามารถมีค่าในแต่ละแอตทริบิวต์ได้มากกว่าหนึ่งค่า (Multivalued) จะทำให้เกิดรีพีตติ้งกรุป ดังตารางที่แสดงในภาพข้างล่าง ซึ่งเลขที่โครงการหนึ่งหมายเลขประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลหลายกลุ่ม ซึ่งทำให้รีเลชันดังกล่าว ขาดคุณสมบัติซิงเกิลแวลู

ภาพที่ 2.5 แสดงการเกิดรีพีตติ้งกรุป

#### การทำงานของพนักงานในโครงการ

เลขที่โครงการ	ชื่อโครงการ	รหัสพนักงาน	ชื่อพนักงาน	ตำแหน่งงาน	ค่าแรง/ ชม.	จำนวน ชม.
11	RFID	103	สมชาย	Engineer	500	23.8
		101	วิชา	Programmer	500	19.4
		102	สุรชัย	Administrator	200	12.6

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

#### 1.2) นิยามของนอร์มัลฟอร์มที่ 1

รีเลชันจะอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 1 ก็ต่อเมื่อมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- 1) มีการกำหนดแอตทริบิวต์ที่เป็นคีย์
- 2) ต้องไม่มีรีพีตติ้งกรุปแต่ละแถวหรือคอลัมน์จะมีค่าได้เพียง 1
- 3) แอตทริบิวต์ทุกตัวต้องขึ้นอยู่กับคีย์หลัก

จากภาพข้างบน เมื่อการการนอร์มัลไลเซชันให้อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 1 จะได้ตารางที่แตกย่อยออกมาเป็น 2 ตาราง ดังภาพข้างล่าง ซึ่งมีคุณสมบัติตามนอร์มัลฟอร์มที่ 1 แล้ว

### การทำงานของพนักงาน

รหัสพนักงาน	ชื่อพนักงาน	ตำแหน่งงาน	ค่าแรง/ ชม.	จำนวน ชม.
103	สมชาย	Engineer	500	23.8
101	วิชา	Programmer	500	19.4
102	สุรัชย์	Administrator	200	12.6

### ชื่อโครงการ

เลขที่โครงการ	ชื่อโครงการ
11	RFID

## ภาพที่ 2.6 แสดงรีเลชันที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 1

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

### 2.2.5.2 การแปลงให้อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 2 (Second Normal Form : 2NF)

ในหนึ่งรีเลชันจะประกอบด้วยแอตทริบิวต์ต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ที่ขึ้นต่อกัน ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดว่าแอตทริบิวต์ใดเป็นตัวกำหนดข้อมูลหรือคีย์แอตทริบิวต์ (Key Attribute) และแอตทริบิวต์ใดเป็นข้อมูลที่ถูกกำหนดหรือนอนคีย์แอตทริบิวต์ (Nonkey Attribute)

#### 1.1) ฟังก์ชันนัลดีเพนเดนซี (Functional Dependency: FD)

ในการทำนอร์มัลไลเซชัน จะต้องมีความเข้าใจหลักการของฟังก์ชันดีเพนเดนซี (Function Dependency: FD) เสียก่อน โดยมีคำจำกัดความคือ B ขึ้นอยู่กับ A ถ้าทราบค่าของ A ก็จะทำให้รู้ค่าของ B ได้ ฟังก์ชันนัลดีเพนเดนซี สามารถแสดงด้วยการใช้เครื่องหมายลูกศร ( $\rightarrow$ ) ตัวอย่างเช่น  $A \rightarrow B$  แสดง B เป็นฟังก์ชันนัลดีเพนเดนซ์กับ A กล่าวคือ ถ้ารู้ค่า A ก็จะทำให้ทราบค่าของ B ด้วย ทุกค่าของ A ที่มีค่าเท่ากัน จะได้ค่าเท่ากันเสมอ

#### 1.2) พาเชียลดีเพนเดนซี (Partial Dependency)

พาเชียลดีเพนเดนซี หมายถึง การที่มีแอตทริบิวต์บางแอตทริบิวต์ที่ขึ้นอยู่กับเพียงบางส่วนของคีย์หลักเท่านั้น ตัวอย่างเช่น จากตารางในภาพข้างล่าง แอตทริบิวต์ชื่อพนักงานจะขึ้นอยู่กับคีย์รหัสพนักงานในขณะที่แอตทริบิวต์ชื่อแผนก จะขึ้นอยู่กับคีย์รหัสแผนก จะเห็นว่า ข้อมูลที่อยู่ในรีเลชันเดียวกันแต่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับคีย์ใดคีย์หนึ่งทั้งหมด

### พนักงานในแผนก

รหัสพนักงาน	ชื่อพนักงาน	รหัสแผนก	ชื่อแผนก
103	สมชาย	501	บัญชี
101	วิษา	601	การตลาด
102	สุรัชย์	301	สารสนเทศ

ภาพที่ 2.7 แสดงรีเลชันที่มีพาร์เซียลตีเพนเดนซี

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

### 1.3) นิยามของนอร์มัลฟอร์มที่ 2

รีเลชันจะอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 2 ก็ต่อเมื่อมีคุณสมบัติตามเงื่อนไข

- 1) รีเลชันนั้นเป็นนอร์มัลฟอร์มที่ 1 อยู่แล้ว
- 2) รีเลชันนั้นไม่มีพาร์เซียลตีเพนเดนซี

ตัวอย่างรีเลชันพนักงานในแผนกในภาพข้างบน เมื่อทำการแตกออกเป็นรีเลชันย่อยที่ไม่มีพาร์เซียลตีเพนเดนซีแล้ว จะได้เป็นรีเลชันสองรีเลชัน คือรีเลชันพนักงาน และรีเลชันแผนก ซึ่งอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 2 แล้ว ดังภาพข้างล่าง

พนักงาน		แผนก	
รหัสพนักงาน	ชื่อพนักงาน	รหัสแผนก	ชื่อแผนก
03	สมชาย	501	บัญชี
101	วิษา	601	การตลาด
102	สุรัชย์	301	สารสนเทศ

รีเลชันที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 2 แล้ว

ภาพที่ 2.8 แสดงรีเลชันที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 2

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

### 2.2.5.3 การแปลงให้อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 3 (Third Normal Form: 3NF)

ในหนึ่งรีเลชันจะประกอบคีย์แอตทริบิวต์และนอนคีย์แอตทริบิวต์ คีย์แอตทริบิวต์จะต้องเป็นตัวกำหนดความหมายหรือการมีอยู่ของแอตทริบิวต์อื่น ๆ ที่อยู่ในรีเลชันเสมอ

#### 1.) ทรานซิทีฟดีเพนเดนซี (Transitive Dependency)

ทรานซิทีฟดีเพนเดนซี หมายถึง การที่มีฟังก์ชันนัลดีเพนเดนซี ระหว่างแอตทริบิวต์ที่ไม่ได้เป็นส่วนของคีย์ใด ๆ แต่มีแอตทริบิวต์อื่น ๆ มาขึ้นกับแอตทริบิวต์นั้น ตัวอย่างเช่น จากตารางในภาพข้างล่าง แอตทริบิวต์ชื่อพนักงาน และรหัสตำแหน่งงานจะขึ้นอยู่กับคีย์รหัสพนักงาน ในขณะที่แอตทริบิวต์ค่าแรงต่อชั่วโมงของพนักงาน จะขึ้นอยู่กับแอตทริบิวต์รหัสตำแหน่งงานซึ่งไม่ใช่คีย์อีกต่อหนึ่งทำให้มีทรานซิทีฟดีเพนเดนซีเกิดขึ้นในรีเลชันนี้

การทำงานของพนักงาน

รหัสพนักงาน	ชื่อพนักงาน	รหัสตำแหน่ง	ค่าแรง/ ชม.
103	สมชาย	702	500
101	วิธา	704	500
102	สุรัชย์	705	200

ภาพที่ 2.9 แสดงตารางที่มีทรานซิทีฟดีเพนเดนซี

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

#### 2.) นิยามของนอร์มัลฟอร์มที่ 3

รีเลชันจะอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 3 ก็ต่อเมื่อมีคุณสมบัติตามเงื่อนไข

1.1) รีเลชันนั้นเป็นนอร์มัลฟอร์มที่ 2 อยู่แล้ว

1.2) รีเลชันนั้นไม่มีทรานซิทีฟดีเพนเดนซี

ตัวอย่างรีเลชัน การทำงานของพนักงาน ในภาพข้างบน เมื่อทำการแตกออกเป็นรีเลชันย่อยที่ไม่มีทรานซิทีฟเดอนซีแล้ว จะได้เป็นรีเลชันสองรีเลชัน คือรีเลชันพนักงาน และรีเลชันตำแหน่งงาน ซึ่งอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 3 แล้วดังภาพข้างล่าง

พนักงาน		ตำแหน่งงาน	
รหัสพนักงาน	ชื่อพนักงาน	รหัสตำแหน่ง	ค่าแรง/ชม.
103	สมชาย	702	500
101	วิษา	704	500
102	สุรัชย์	705	200

ภาพที่ 2.10 แสดงตารางที่มีรีเลชันที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 3

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

#### 2.2.5.4 การแปลงให้อยู่ในรูปบอยซ์คอดด์นอร์มัลฟอร์ม (Boyce-Codd Normal Form: BCNF)

ในหนึ่งรีเลชันอาจจะประกอบด้วยหลายแคนดิเดตคีย์ (Candidate Key) ทุกแอตทริบิวต์ในรีเลชันจะต้องขึ้นอยู่กับแคนดิเดตคีย์เสมอ เราสามารถกำหนดนิยามของ รีเลชันที่อยู่ในรูปของบอยซ์คอดด์นอร์มัลฟอร์ม ก็ต่อเมื่อรีเลชันมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- 1.) รีเลชันนั้นเป็นนอร์มัลฟอร์มที่ 3 อยู่แล้ว
- 2.) ทุกแอตทริบิวต์ในรีเลชันจะต้องขึ้นอยู่กับแคนดิเดตคีย์

รีเลชันจะอยู่ในรูปบอยซ์คอดด์นอร์มัลฟอร์ม ถ้าทุกแอตทริบิวต์ขึ้นอยู่กับแคนดิเดตคีย์ (Candidate Key) ดังนั้นถ้าใน 1 รีเลชันมีแคนดิเดตคีย์เพียงตัวเดียวแล้ว นอร์มัลฟอร์มที่ 3 และบอยซ์คอดด์นอร์มัลฟอร์ม จะเหมือนกัน โอกาสที่คุณสมบัติของบอยซ์คอดด์นอร์มัลฟอร์มจะถูกละเมิดนั้น เกิดขึ้นได้น้อย และจะเกิดได้กับรีเลชันที่มีแคนดิเดตคีย์มากกว่าหนึ่งเท่านั้น ดังตัวอย่างในภาพข้างล่าง รีเลชันการลงทะเบียนเรียน รีเลชันดังกล่าวอยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 3 แล้วแต่ก็ยังมีบางส่วนมีปัญหาอยู่ตรงจุดที่แอตทริบิวต์รหัสวิชาเรียน และผลการเรียนขึ้นอยู่กับคีย์นักศึกษา และคีย์ผู้สอน แต่ในขณะที่เดียวกันรหัสผู้สอนก็ขึ้นอยู่กับรหัสวิชาเรียน ทำให้ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงผู้สอนในวิชา 301 จะต้องมีการ

การเปลี่ยนแปลงถึง 2 ทับเพิล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดหากทำการแก้ไข ไม่ครบถ้วน และถ้านักศึกษารหัส 135 ถอนการลงทะเบียนวิชา 280 ข้อมูลของผู้ที่สอนวิชานี้ จะหายไปจากระบบเลย ถ้าเราลบข้อมูลนี้

การเรียน

รหัสนักศึกษา	รหัสผู้สอน	รหัสวิชาเรียน	ผลการเรียน
125	25	201	A
125	20	301	C
135	20	280	B
144	25	270	C
144	20	301	B

ภาพที่ 2.11 แสดงตารางที่มีรีเลชันที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 3 แต่ไม่อยู่ในรูปของบอยซ์ ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

เราสามารถทำการแตกตารางออกมาให้อยู่ในรูปของบอยซ์คอตต์ นอร์มัลฟอร์มได้ โดยการแยกแอตทริบิวต์รหัสวิชาเรียนและรหัสผู้สอนซึ่งขึ้นอยู่กับแอตทริบิวต์ รหัสวิชาเรียน ออกมาเป็นอีกหนึ่งรีเลชัน และแยกแอตทริบิวต์ รหัสนักศึกษา รหัสผู้สอน และผลการเรียนออกมาเป็นอีกหนึ่งรีเลชัน ดังแสดงในภาพข้างล่าง

ผู้สอนประจำวิชา		ผลการเรียน		
รหัสวิชาเรียน	รหัสผู้สอน	รหัสนักศึกษา	รหัสผู้สอน	ผลการเรียน
201	25	125	25	A
270	25	125	20	C
280	20	135	20	B
301	20	144	25	C
		144	20	B

ภาพที่ 2.12 แสดงตารางที่มีรีเลชันที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 3 ที่อยู่ในรูปของบอยซ์ ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

### 2.2.5.5 การแปลงให้อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 4 (Fourth Normal Form: 4NF)

ในขณะที่การทำให้อยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มต่าง ๆ ที่ผ่านมาจะเกี่ยวข้องกับการขึ้นตรงต่อกันของข้อมูลในแต่ละแอตทริบิวต์หรือฟังก์ชันนัลดีเพนเดนซี แต่การทำให้อยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 4 จะเกี่ยวข้องกับรูปแบบของการขึ้นตรงต่อกันของข้อมูลในระดับที่ซับซ้อนกว่า

#### 1) มัลติแวลูดีเพนเดนซี (Multivalued Dependency)

ถ้าแต่ละแอตทริบิวต์ในหนึ่งรีเลชัน แบ่งออกเป็นกลุ่มของข้อมูลอิสระ เช่น แอตทริบิวต์ X, Y และ Z แบ่งออกเป็นกลุ่มข้อมูลของ X, Y และ Z ที่เป็นอิสระต่อกัน มัลติแวลูดีเพนเดนซี  $X \twoheadrightarrow Y$  หมายถึงว่าค่า X หนึ่งค่าสามารถที่จะบอกค่า Y ได้หลาย ๆ (X Multi-Determine Y) ไม่ว่า Z จะมีค่าเป็นอะไรก็ตาม

โดยปกติ ถ้า R ประกอบด้วย Attribute X, Y และ Z ( $Z = R - \{XY\}$ ) ดังนั้น ถ้า  $X \twoheadrightarrow Y$  แล้ว  $X \twoheadrightarrow Z$  เสมอ สามารถเขียนใหม่เป็น  $X \twoheadrightarrow Y | Z$  ถ้า Y เป็นสับเซตของ X หรือ X อยู่นิยาม  $Y = R$  แล้ว เราเรียก  $X \twoheadrightarrow Y$  ว่า ทริวีลีมัลติแวลูดีเพนเดนซี (Trivial Multivalued Dependency) ซึ่งจะต่างจากฟังก์ชันนัลดีเพนเดนซี  $X \rightarrow Y$  ที่ X จะสามารถบอกค่า Y ได้แค่เพียงค่าเดียว ดังตัวอย่างภาพข้างล่าง เนื่องจากแอตทริบิวต์ รหัสโครงการ รหัสบริษัท

โครงการก่อสร้าง

รหัสโครงการ	รหัสบริษัท	ที่ตั้งโครงการ
A001	B001	จันทบุรี
A001	B001	ระยอง
A001	B002	จันทบุรี
A001	B002	ระยอง

ภาพที่ 2.13 แสดงตารางที่มีรีเลชันที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 4

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

#### 2) นิยามของนอร์มัลฟอร์มที่ 4

รีเลชันจะอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 4 ก็ต่อเมื่อมีคุณสมบัติตามเงื่อนไข

##### 2.1) รีเลชันนั้นเป็นบอยซ์คอดด์นอร์มัลฟอร์มอยู่แล้ว



## 2.2) รีเลชันนั้นไม่มีทริเวียลล์ดีแวลูดีเพนเดนซี

จากรีเลชันในภาพข้างบน เราสามารถจัดทริเวียลล์ดีแวลูดีเพนเดนซี โดยการแตกรีเลชันดังกล่าวออกเป็นรีเลชันย่อย 2 รีเลชัน ซึ่งจะทำให้ทั้งสองรีเลชันอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 4 ดังภาพข้างล่าง

บริษัทในโครงการ		ที่ตั้งโครงการ	
รหัสโครงการ	รหัสบริษัท	รหัสโครงการ	ที่ตั้งโครงการ
A001	B001	A001	จังหวัดบุรี
A001	B002	A001	ระยอง

ภาพที่ 2.14 แสดงตารางที่มีรีเลชันที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 4

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

### 2.2.5.6 การแปลงให้อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 5 (Fifth Normal Form: 5NF)

การแปลงให้อยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 5 จะพิจารณาถึงการขึ้นต่อกันของข้อมูลในการแยกข้อมูลในรีเลชันออกเป็นรีเลชันย่อย และประกอบรีเลชันย่อยกลับเป็นรีเลชันใหญ่เช่นเดิม ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าเมื่อรวมกันใหม่ด้วยวิธีการจอยน์แล้ว จะได้รีเลชันกลับมาเหมือนเดิมทุกประการหรือไม่

- 1) จอยน์โอเปอเรชัน (Join Operation)
- 2) จอยน์ดีเพนเดนซี (Join Dependency)
- 3) นิยามของ 5NF รีเลชันจะเป็น 5NF

3.1) รีเลชันนั้นเป็นนอร์มัลฟอร์มที่ 4 อยู่แล้ว

3.2) การแบ่งแยกรีเลชันมีคุณสมบัติจอยน์ดีเพนเดนซี

จากตัวอย่างในภาพข้างล่าง รีเลชัน วิชาเรียนประจำภาคอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 4 แล้ว เนื่องจากแอตทริบิวต์ภาคการศึกษาเป็นตัวกำหนดแอตทริบิวต์รหัสวิชาหลาย ค่า ในขณะที่แอตทริบิวต์รหัสวิชา ก็เป็นตัวกำหนดแอตทริบิวต์รหัสชั้นเรียนหลาย ค่า รีเลชันนี้จึงไม่มีทริเวียลล์ดีแวลูดีเพนเดนซี ต่อไปเราจึงทำการทดสอบคุณสมบัติ นอร์มัลฟอร์มที่ 5 ของรีเลชันวิชาเรียนประจำภาค โดยเมื่อนำรีเลชันดังกล่าวมาทำการแตก

ย่อยออกเป็นสามรหัสคือ รหัสชั้นภาคการศึกษา รหัสชั้นวิชาเรียนของชั้นเรียน และรหัสชั้นเรียนประจำภาค และทำการ JOIN ทั้งสามรหัสรวมกลับเป็นหนึ่งรหัสอีกครั้งจะได้จำนวนข้อมูลเท่ากับรหัสชั้นก่อนที่จะมีแตกเป็นรหัสชั้นย่อยทุกประการ ซึ่งก็คือรหัสชั้นดังกล่าวมีคุณสมบัติ JOIN ดีเพนเดนซีและอยู่ในรูปของนอร์มัลฟอร์มที่ 5



ภาพที่ 2.15 แสดงตารางคุณสมบัติที่มีรหัสชั้นที่อยู่ในรูปนอร์มัลฟอร์มที่ 5

ที่มา : <https://msit5.wordpress.com>

## 2.3 เครื่องมือในการออกแบบ และวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.1 แบบจำลองอนุกรมเวลา (Time series analysis) แบบจำลองอนุกรมเวลา เป็นแบบจำลองเศรษฐมิติที่ใช้ข้อมูลในอดีตอธิบายหรือทำนายตัวแปรนั้น ๆ ในอนาคต เช่น การส่งออก โดยแบบจำลองอนุกรมเวลาเป็นแบบจำลองที่นักเศรษฐศาสตร์ มีความเห็นตรงกันว่าเป็นแบบจำลองที่มีความแม่นยำในการคาดการณ์ระยะสั้นมากกว่าแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แบบจำลองการพยากรณ์สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม

1) แบบจำลองอนุกรมเวลา (Time Series Model) เป็นแบบจำลองทางสถิติที่ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตเพื่อคาดการณ์ตัวแปรในอนาคต เช่น AR, ARIMA และ ARIMAX เป็นต้น

2) แบบจำลองเชิงโครงสร้าง (Structural Model) มีการกำหนดความสัมพันธ์ของตัวแปรทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ในแบบจำลองตามทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ไว้ เช่น DSGE Macro Model และ CGE

2.3.2 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย (CRISP-DM) งานวิทยาการด้านข้อมูล (Data Science) ซึ่งกำลังมีบทบาทอย่างมากในโลกยุคปัจจุบัน และทวีความสำคัญยิ่งขึ้น

ในอนาคตก็มี CRISP-DM เป็นกระบวนการหลักในการจัดทำเหมืองข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ และใช้ประโยชน์ในทางธุรกิจ กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วย CRISP-DM หรือ Cross Industry Standard Process for Data Mining พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1996 โดยความร่วมมือของ 3 บริษัท คือ Daimler Chrysler, SPSS และ NCR ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1) รู้จักและเข้าใจในธุรกิจ (Business understanding) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการ ที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจโดยรวม หัวข้อโครงการ หรือที่ปรึกษาด้านการวางระบบวิเคราะห์ข้อมูล จะต้องทำการสัมภาษณ์หรือรับฟังปัญหาความต้องการจากผู้บริหารองค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ ที่จะนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ประโยชน์ โดยความต้องการทั้งหมดจะนำมาจัดลำดับความสำคัญและกำหนดวัตถุประสงค์ที่จะนำไปสู่รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลขององค์กร เช่น ผู้บริหารห้างสรรพสินค้า ต้องการรู้ว่าอะไรเป็นเหตุปัจจัยที่ทำให้ลูกค้าเป้าหมายตัดสินใจและเลือกที่จะเข้าห้าง ไม่ว่าจะเพื่อการจับจ่ายซื้อของ ใช้เป็นสถานที่นัดพบ/พักผ่อน หรือหาอาหารรับประทาน ร้านขายสินค้าออนไลน์อยากทราบว่าผู้คนกำลังให้ความสนใจในสินค้า/บริการประเภทใดอยู่ แหล่งข้อมูลออนไลน์ใดที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า เป็นต้น

2) สร้างฐานข้อมูลให้ครบ (Data understanding) ขั้นตอนการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล ตลอดจนการพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ โดยเลือกว่าจะใช้ข้อมูลทั้งหมดหรือบางส่วนในการวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ในอดีตการศึกษาหาแนวโน้มความต้องการตลาด หรือพฤติกรรมผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อสินค้า เป็นเรื่องที่ยุ่งยากและต้องว่าจ้างบริษัทวิจัยสำรวจภาพรวม ควบคู่กับการพิจารณารายการสั่งซื้อสินค้าที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของบริษัท แต่ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในปัจจุบันและการทำธุรกรรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ข้อมูลมากมายมหาศาลวิ่งผ่านไปมาอยู่ในระบบเว็บไซต์หรือแอปที่เป็นช่องทางในการทำธุรกรรมต่าง ๆ จึงเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญ อีกทั้งยังได้ข้อมูลความสนใจของคนที่พร้อมยอมให้อย่างเต็มที่จากห้องแชทต่าง ๆ ที่มีการพูดคุยหาหรือกัน ปัจจุบันการแกะรอยหรือสะกดรอยตามคนได้ดีที่สุดเกิดขึ้นได้ง่ายมากจากออนไลน์ ไม่ว่าจะ เป็นพิกัดตำแหน่งที่อยู่ของเราที่อนุญาตให้แอป ต่าง ๆ เข้าถึง

3) เตรียมข้อมูลให้พร้อมใช้ (Data preparation) ขั้นตอนการแปลงข้อมูลที่ได้รวบรวมมาและเลือกไว้ให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมสำหรับนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้ โดยการทำให้เป็นข้อมูลที่ถูกต้อง (Data cleaning) มักใช้เวลาค่อนข้างมาก ระบบการรับข้อมูลป้อนเข้าสู่ระบบที่ทันสมัยในปัจจุบันจะลดการคัดข้อมูลจากคนให้น้อยที่สุด แต่จะใช้วิธีการสแกน การติ๊กเลือก เพื่อลดความผิดพลาดให้น้อยที่สุด เพราะขั้นตอนใช้เวลามากกว่า 50%

ของเวลารวมทั้งหมด การลดข้อผิดพลาดของข้อมูลได้มากเท่าใดก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น

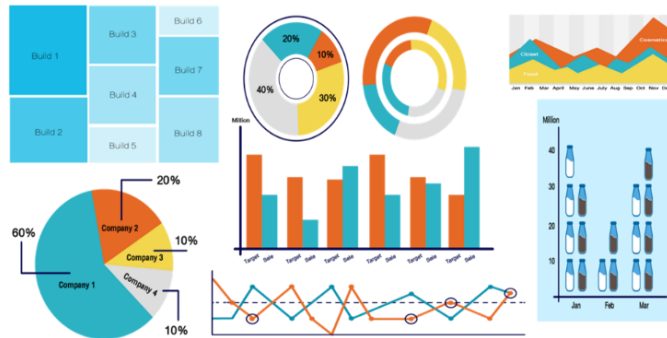
4) จัดทำและเลือกโมเดลที่ใช้ (Modeling) ขั้นตอนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์และสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสามารถใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ สอดคล้องกัน อาทิ การจำแนก (Classification) การแบ่งกลุ่ม (Clustering) และการสร้างความสัมพันธ์ (Association rule) ในร้านสะดวกซื้อ จะนำข้อมูลการซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละรายมาหาความสัมพันธ์ เช่น คนที่ซื้อเครื่องดื่มแต่ละชนิดมักจะซื้อขนมหรือของกินอะไรอยู่ด้วยกัน การใช้จ่ายของแต่ละคนจะอยู่ที่ประมาณกี่บาท คนส่วนใหญ่ที่เข้ามาจะซื้อสินค้าที่ขึ้นต่อคน และเพื่อให้ทราบข้อมูลของผู้ซื้อ ร้านค้ามักจะใช้การออกบัตรเติมเงินที่จูงใจให้ใช้จากส่วนลดหรือสะสมแต้ม ทำให้สามารถติดตามประวัติการใช้จ่ายได้ง่ายขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีการนำกล้องจับภาพผู้ซื้อในการแยกแยะเพศ อายุ และไลฟ์สไตล์ของคน

5) ประเมินผลก่อนตัดสินใจ (Evaluation) เป็นขั้นตอนก่อนนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ไปใช้งาน ด้วยการวัดประสิทธิผลของผลลัพธ์ที่ได้กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในขั้นตอนแรก ว่ามีนัยสำคัญหรือความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้อาจต้องกลับไปทบทวนขั้นตอนที่ 2 – 4 ซ้ำอีกครั้ง ในกรณีที่ผลลัพธ์ไม่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอหรือไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

6) เผยแพร่ผลวิเคราะห์ (Deployment) ขั้นตอนการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งานเป็นการทั่วไป อาจจัดทำเป็นรูปแบบของรายงาน (Report) หรือแผนภาพ (Dashboard) ที่พร้อมให้ฝ่ายต่าง ๆ นำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน กำหนดกลยุทธ์ ในทางธุรกิจต่อไป

### 2.3.2 การแสดงผลแบบ (visualization)

2.3.2.1 การแสดงผลแบบ visualization ด้วย Tableau PublicTableau ทำหน้าที่แปลงข้อมูล (Data) ให้เป็นภาพ (Visualization) ตัวอย่างของการแปลงข้อมูลเป็นภาพเป็นสิ่งที่เรารู้จักกันดี และมีมานานแล้วก็คือการสร้างกราฟนั่นเอง จะเห็นได้ว่าการสร้าง ตาราง กราฟแท่ง กราฟเส้น กราฟวงกลม (pie) มาก่อนแล้วกราฟที่กล่าวมาถือเป็น Visualization อย่างหนึ่ง แต่ก็ยังมีกราฟรูปแบบอื่น ๆ อีกมากมายที่มีประสิทธิภาพและทรงพลัง 3 ในการสื่อสารมากกว่า รูปด้านล่างคือตัวอย่าง Visualization ที่สร้างโดย Tableau



ภาพที่ 2.16 กราฟในลักษณะต่าง ๆ

ที่มา : <https://sites.google.com/>

Tableau เป็นซอฟต์แวร์สำหรับทำ Data Visualization ที่ได้รับความนิยมอันดับต้นของโลก Gartner ได้จัดให้ Tableau อยู่ใน Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platform โดยได้คะแนนอยู่ในกลุ่มของผู้นำ (Leader) และมีคะแนน Ability to Execute สูงที่สุด Tableau ในมุมมองด้าน BI นั้น Tableau มีความโดดเด่นในการนำเสนอข้อมูลผ่าน Dashboard ที่สวยงามและมีประสิทธิภาพ โดยให้นิยามตัวเองว่าเป็น Modern BI ที่ส่งเสริมการทำ Self Service BI ให้สำเร็จได้ Tableau ในมุมมองด้าน Analytics นั้น Tableau มีความโดดเด่นในการทำ Descriptive Analytics และ Diagnostic Analytics ถ้าหากต้องการทำ Analytics ในระดับที่สูงขึ้นก็สามารถเชื่อมต่อกับภาษา R หรือ Python ได้

### 2.3.2.2 ลักษณะเด่นของ Tableau Public

1) ใช้งานง่ายด้วยหลัก Drag-and-Drop Interface โดยสามารถสร้าง Visualization จากการ Drag ข้อมูล (Dimension หรือ Measure) ไป Drop บน Shelf ต่าง ๆ (มีอยู่ประมาณ 10 Shelves เท่านั้น) แล้วโปรแกรม Tableau จะตีความ และสร้างเป็นภาพให้เห็นทันที

2) Tableau พัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำ User Experience มาปรับปรุง ซอฟต์แวร์อยู่ตลอดเวลา โดยซอฟต์แวร์ มีการลงทุน R&D ในสัดส่วนที่สูงมาก และมีการ Upgrade เวอร์ชัน หลักเป็นประจำทุกปี ทำให้การแสดงผลทั้งใน Desktop, Mobile หรือแม้แต่ Browser แสดงผลได้ง่ายและสวยงาม

3) เพราะ Tableau ออกแบบมาเพื่อ Business User ไม่จำเป็นต้องเป็น IT User หรือผู้ที่เรียนจบมาทางด้านคอมพิวเตอร์ Tableau มองว่าผู้ที่เข้าใจข้อมูลน่าจะเป็นคนที่มีความรู้เกี่ยวกับข้อมูล ไม่ใช่มีความรู้ที่สงสัยแล้วต้องให้ฝ่าย IT เป็นคนวิเคราะห์หรือทำ Report ให้ Tableau สามารถทำแบบนี้ได้จำเป็นต้องทำให้ซอฟต์แวร์ใช้งานง่ายพอ Benchmark ที่สำคัญก็คือโปรแกรม Microsoft Excel (ซึ่งแทบจะใช้งานเป็นแทบทุกคน) Tableau ได้พิสูจน์และเป็นที่ยอมรับว่า Tableau ใช้ทำกราฟได้ง่ายกว่า เร็วกว่า และสะดวกกว่า Excel

4) ภาษา VizQL ผู้ปิดทองหลังพระให้กับ Tableau VizQL คือ Visual Query Language ที่แปลงการ Drag-and-Drop เป็น Query การดึงข้อมูลแล้วแสดงผลเป็นภาพ โดย ทำหน้าที่จัดการความซับซ้อนเบื้องหลังของการ Query และ Analysis VizQL ได้ถูกจดสิทธิบัตรโดย Tableau รูปด้านล่างแสดงการทำงานของ VizQL ผลของ VizQL ทำให้ผู้ใช้งานได้รับประสบการณ์อันน่าประทับใจในการสร้าง Visualization เพราะเราจะเห็นภาพทันทีที่เรา Drag-and-Drop ส่งผลให้เราสามารถตอบคำถามได้เร็วเท่าที่เราคิด นี่เป็นเหตุผลที่ Tableau สามารถทำ Data Exploration ได้โดดเด่นกว่าคู่แข่งมาก

## 2.4 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กฤติยา พุดติ (2560) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขยายตัวของพื้นที่เมืองและอาคารประเภทที่อยู่อาศัยของเทศบาลนครนนทบุรีและศึกษาแนวโน้มการเกิดปริมาณขยะมูลฝอยในขนาดตจากการขยายตัวอาคารประเภทที่อยู่อาศัยในพื้นที่เทศบาลนครนนทบุรีส่วนใหญ่ มีประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณการทิ้งขยะนั้นเพิ่มจำนวนขึ้น ซึ่งทำให้การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการใช้ชีวิตประจำวัน เพื่อลดปริมาณขยะจะช่วยสามารถลดค่าใช้จ่าย และในอดีตมีการเกิดอุทกภัยขึ้นในแต่ละจังหวัดก็จะส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทยทำให้เกิดความเสียหายเพิ่มโดยปริมาณขยะมูลฝอยนั้นเพิ่มจำนวนมากจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในประเทศไทยและมีการคัดแยกขยะ เพื่อให้มีการจัดการปริมาณขยะที่ลดลง ทำให้ขยะแต่ละบางประเภทมีการนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยที่ปริมาณขยะไม่เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้เกิดการกำจัดขยะแบบถูกวิธี เช่น การฝังกลบ การนำกลับมาใช้ใหม่ จึงเล็งเห็นความสำคัญของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ของเรื่องปริมาณขยะมูลฝอย ในประเทศไทย โดยที่จะเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลอื่น ๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อประกอบการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาและการลดปริมาณขยะโดยการนำข้อมูล

ปริมาณขยะมูลฝอยมาเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล การรายงานผลของการพยากรณ์ผ่านเว็บไซต์ เพื่อที่จะคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำ และเหมาะสมกับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ปี 2553-2562 โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลทางดาด้า ไม่นิ่ง เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาพยากรณ์และเปรียบเทียบข้อมูลด้วยเทคนิคทางสถิติ การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในวิธีการคาดประมาณจำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษาโดยใช้สมการ exponential method คำนวณจำนวนประชากรในอนาคตในช่วง 10, 20 และ 50 ปี ข้างหน้าด้วยสูตร  $P_t = P_0 e^{rt}$  [5] โดย  $P_t$  คือจำนวนประชากรในเวลาในอนาคตที่ต้องการฉายภาพ  $P_0$  คือ จำนวนประชากรฐานหรือประชากรในเวลาเริ่มต้นของการฉายภาพ  $r$  คือ อัตราเพิ่มประชากรต่อปี (ข้อมูลประชากร ปี พ.ศ. 2548 -2558)  $n$  คือ ระยะเวลาหรือจำนวนปีที่ต้องการฉายภาพในการโดยที่จะนำเสนอผ่านทางเว็บไซต์ เป็นต้น

สุรศักดิ์ โอสถิตพร (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่อง รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมกับเทศบาลตำบลดอยสะเก็ด อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง กับประชากร 2 กลุ่ม คือประชาชนและผู้บริหารเทศบาล ได้แก่ นายกเทศมนตรี สมาชิกสภาเทศบาล ผลการศึกษาพบว่าแนวคิดและวิธีการจัดการขยะมูลฝอยของประชาชนที่พักอาศัยอยู่ในเขตเทศบาลตำบลดอยสะเก็ดพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีวิธีการจัดการขยะมูลฝอยภายในครัวเรือนตามหลักการจัดการขยะ 5R ซึ่งมีการทำมาโดยตลอด ด้านประชาชนให้ความเห็นว่า เทศบาลดอยสะเก็ดควรหาแนวทางประสานร่วมมือกับทุกภาคส่วนแบบมีส่วนร่วมโดยมีการวางแผนงานในส่วนของการจัดการปัญหาขยะมูลฝอยทั้งระบบซึ่งประกอบด้วยการศึกษาสภาพปัญหา การวางแผนแก้ไขปัญหามูลฝอย การมีส่วนร่วมในการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการจัดการขยะมูลฝอย ทั้งนี้ต้องมีความชัดเจนเกี่ยวกับนโยบายการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลตำบลดอยสะเก็ด

ชลิดา ตระกูลสุนทร (2561) การศึกษาการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.) พัฒนาตัวประมาณอัตราส่วนของพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยภายใต้เงื่อนไขค่ามากที่สุดและค่าน้อยสุด (yRMC) ภายใต้การสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายแบบไม่คืนที่ 2.) เปรียบเทียบประสิทธิภาพ (MSE และ PRE) ของตัวประมาณที่พัฒนากับตัวประมาณพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย ( $y$ ) ตัวประมาณอัตราส่วนของ

พารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย ( yr ) ตัวประมาณพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยภายใต้เงื่อนไขค่ามากที่สุด และค่าน้อยสุด ( y s ) และตัวประมาณอัตราส่วนของ Subramani and Kumarapandiyam (y p) ทั้งทางทฤษฎีและการจำลองสถานการณ์ 150 สถานการณ์ 3.) ประมาณปริมาณขยะมูลฝอยที่จัดเก็บได้เฉลี่ยต่อปีของสำนักงานเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานคร ปีงบประมาณ 2562 ด้วยตัวประมาณที่พัฒนา โดยกำหนดเกณฑ์ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 10

จตุรงค์ พะยอมแย้ม (2559) การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์การปริมาณขยะจากข้อมูลของการขยายตัวของพื้นที่เมือง ในเขตเทศบาลตำบล เจ้าพระยาสุรศักดิ์ จังหวัดชลบุรี โดยการหาขนาดของเมืองที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นจะใช้การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปีตั้งแต่ พ.ศ.2559 ถึงปี พ.ศ.2570 ด้วยแบบจำลอง Cellular Automata Markov และนำข้อมูลขนาดของเมืองที่ได้มาทำการคาดการณ์ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น และเปรียบเทียบกับการคาดการณ์การปริมาณขยะที่คำนวณจากการเพิ่มของประชากร เพื่อทำการวิเคราะห์และสรุปถึงผลของคาดการณ์การปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงให้เห็นว่าพื้นที่เมืองมีขนาดเพิ่มขึ้น คือในปี พ.ศ.2559 พื้นที่เมืองมีขนาดอยู่ประมาณ 27.10 ตารางกิโลเมตร และในปีในปี พ.ศ.2570 มีขนาดเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 69.55 ตารางกิโลเมตร โดยผลจากการคาดการณ์ ปริมาณขยะจากการคำนวณทั้งจากการเปลี่ยนแปลงของประชากรและการขยายตัวของเมือง โดยปริมาณขยะจากการคาดการณ์ทั้ง 2 แบบนั้นไม่แตกต่างกันมากนักและมีทิศทางที่เพิ่มขึ้นทุกปี จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณขยะจากการคาดการณ์ด้วยจากการเปลี่ยนแปลงของประชากรและการขยายตัวของเมืองนั้นมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถนำเอาผลจากการคาดการณ์ปริมาณขยะจากทั้ง 2 วิธีไปใช้ในการกำหนดนโยบายและแผนในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลเจ้าพระยาสุรศักดิ์ในอนาคตได้

สุกัญญา บัวลาด (2560) การศึกษาการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.) ศึกษาระดับการจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพ 2.) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพ และ 3.) ศึกษาข้อเสนอแนะต่อการจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพของประชาชนในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ หัวหน้าครัวเรือนหรือสมาชิกในครัวเรือนที่มีอายุ 18 ปี บริบูรณ์ขึ้นไป ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม



จำนวน 374 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบผลการวิจัย พบว่าการจัดการขยะมูลฝอยของประชาชนในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยรวมอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด คือ การคัดแยกขยะมูลฝอย อยู่ในระดับมาก คือ การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยและอยู่ในระดับน้อย คือ การทิ้งขยะมูลฝอย และการกำจัดขยะมูลฝอย ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพของประชาชนในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ จำนวนสถานะหรือบทบาทที่แสดงในชุมชน เจตคติเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชน การมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชนโดยตัวแปรดังกล่าวสามารถรวมกันพยากรณ์การจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพของประชาชนในพื้นที่ องค์การบริหารส่วน ตำบลท่าสองคอนได้ร้อยละ 33.2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ  $\pm 0.377$  การจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพของประชาชนในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วน ตำบลท่าสองคอน ได้แก่ ควรมีการให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยอย่างถูกต้อง สร้างความเข้าใจอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับผลกระทบของปัญหาขยะมูลฝอย

## 2.5 บทสรุป

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหลายที่ได้กล่าวมาในข้างต้นทั้งหมดนั้น ผู้วิเคราะห์โครงการได้สังเกตเห็นความสำคัญของการเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในประเทศไทย และเผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศบน web browser เนื่องจากเทคโนโลยีปัจจุบันเข้ามาช่วยในการจัดการข้อมูลหรือดำเนินงานต่าง ๆ ให้มีความสะดวกสบายเป็นอย่างมาก อีกทั้งผู้ใช้งานยังเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย และมีประสิทธิภาพ