บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานของโครงงานเรื่อง การเปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การใช้น้ำประปาด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล และนำเสนอข้อมูลผ่านเว็บไซต์

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM

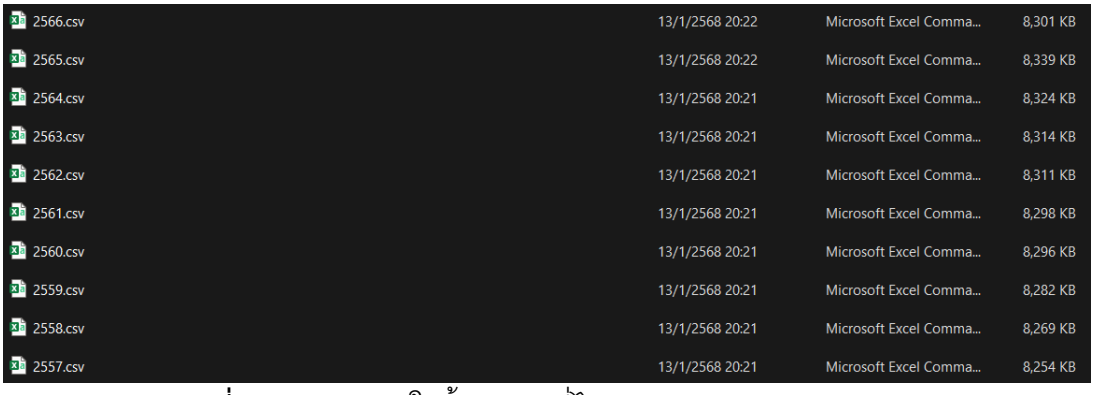
4.1.1 ผลกระบวนการศึกษาทำความเข้าใจธุรกิจ (Business Understanding)

กระบวนการศึกษาทำความเข้าใจธุรกิจ (Business Understanding) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการ ที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจโดยรวมเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการ ที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจโดยรวม ผู้วิเคราะห์ข้อมูลทำความเข้าใจกับปัญหาให้อยู่ในรูปของการวิเคราะห์ข้อมูลทาง Data Mining โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นนี้ ข้อมูลถูกจัดเก็บโดยศูนย์กลางข้อมูลเปิดภาครัฐ และกรมประปานครหลวง

4.1.2 ผลการทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding)

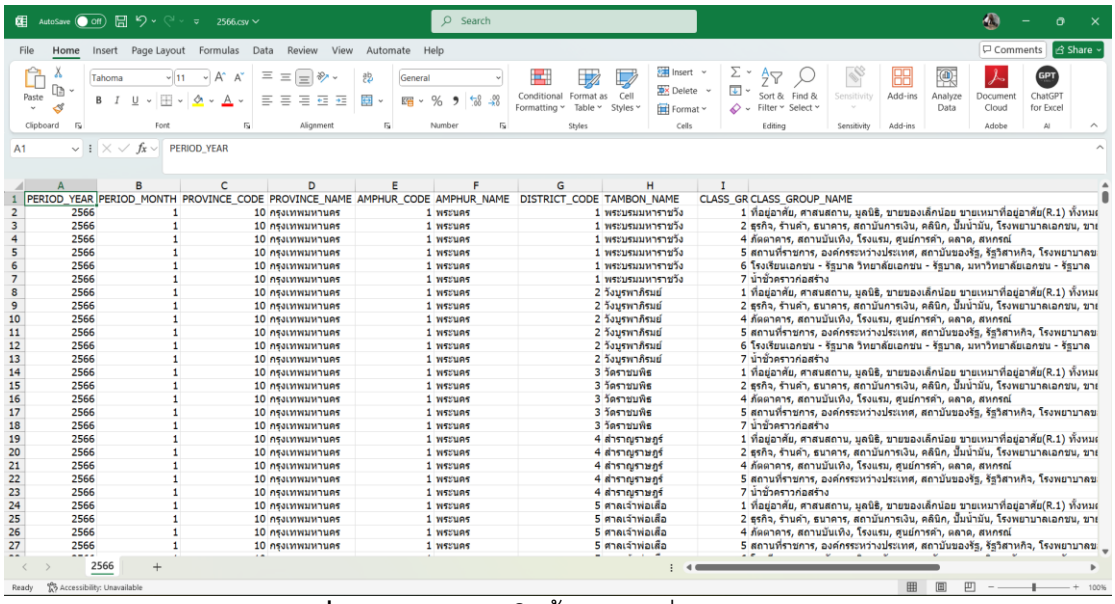
การทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding) ขั้นตอนการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลตลอดจนการพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ โดยเลือกว่าจะใช้ข้อมูลทั้งหมดหรือบางส่วนในการวิเคราะห์ให้สอดรับกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ผู้วิเคราะห์ทำการกำหนดไว้

ข้อมูลที่ได้มาจากกรมประปานครหลวงเป็นข้อมูลระหว่าง พ.ศ.2557 – พ.ศ.2566 โดยจะมีข้อมูลแยกเป็นปีละไฟล์ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ข้อมูลการใช้น้ำประปาที่ได้มาจากกรมประปานครหลวง

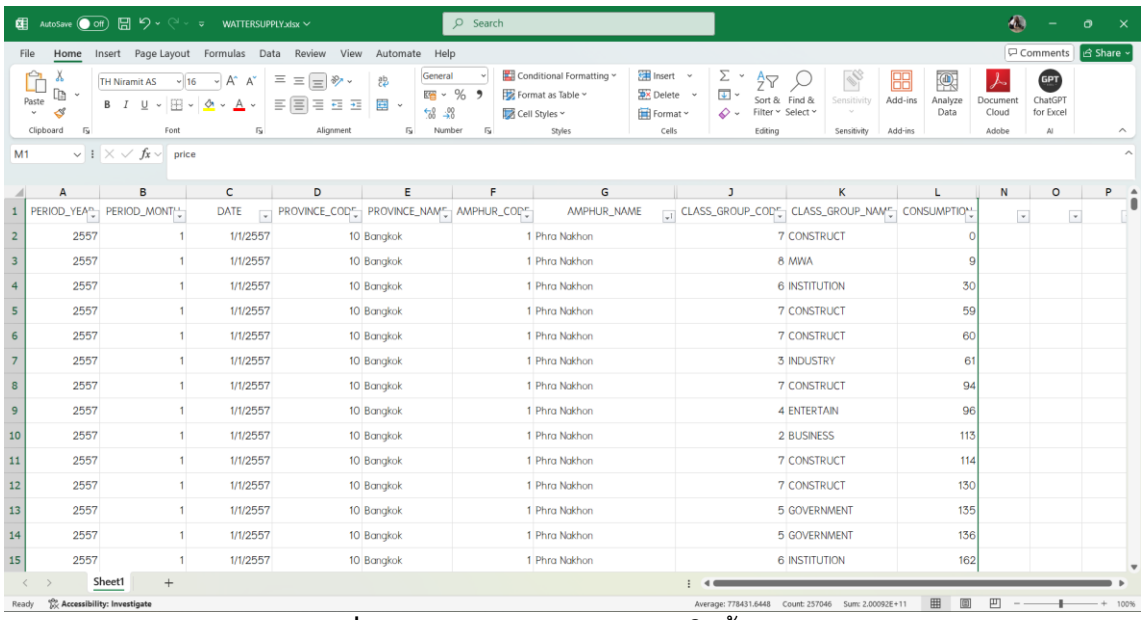
ในไฟล์แต่ละปีจะมีการเก็บข้อมูลดังนี้ ข้อมูลปี ข้อมูลเดือน ข้อมูลรหัสจังหวัด ข้อมูลชื่อจังหวัด ข้อมูลรหัสอำเภอ ข้อมูลชื่ออำเภอ ข้อมูลรหัสตำบล ข้อมูลชื่อตำบล ข้อมูลรหัสประเภทผู้ใช้งาน ข้อมูลชื่อประเภทผู้ใช้งาน ปริมาณการใช้น้ำ ดังภาพที่ 4.2



PERIOD_YEAR	PERIOD_MONTH	PROVINCE_CODE	PROVINCE_NAME	AMPHUR_CODE	AMPHUR_NAME	DISTRICT_CODE	TAMBON_NAME	CLASS_GR	CLASS_GROUP_NAME
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	1	พระบรมมหาราชวัง	1	ที่อยู่อาศัย, ศาสนสถาน, มูลนิธิ, ขายของเล็กน้อย ขายเหมาที่อยู่อาศัย(R.1) ทั้งหมด
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	1	พระบรมมหาราชวัง	2	ธุรกิจ, ร้านค้า, ธนาคาร, สถาบันการเงิน, คลินิก, ปั๊มน้ำมัน, โรงพยาบาลเอกชน, ขาย
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	1	พระบรมมหาราชวัง	4	ตัดดาสาร, สถานบันเทิง, โรงแรม, ศูนย์การค้า, ตลาด, สหกรณ์
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	1	พระบรมมหาราชวัง	5	สถานที่ราชการ, องค์กรระหว่างประเทศ, สถานบันของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, โรงพยาบาลของ
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	1	พระบรมมหาราชวัง	6	โรงเรียนเอกชน - รัฐบาล วิทยาลัยเอกชน - รัฐบาล, มหาวิทยาลัยเอกชน - รัฐบาล
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	1	พระบรมมหาราชวัง	7	น้ำขัดราวก่อสร้าง
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	2	วังบูรพาภิรมย์	1	ที่อยู่อาศัย, ศาสนสถาน, มูลนิธิ, ขายของเล็กน้อย ขายเหมาที่อยู่อาศัย(R.1) ทั้งหมด
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	2	วังบูรพาภิรมย์	2	ธุรกิจ, ร้านค้า, ธนาคาร, สถาบันการเงิน, คลินิก, ปั๊มน้ำมัน, โรงพยาบาลเอกชน, ขาย
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	2	วังบูรพาภิรมย์	4	ตัดดาสาร, สถานบันเทิง, โรงแรม, ศูนย์การค้า, ตลาด, สหกรณ์
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	2	วังบูรพาภิรมย์	5	สถานที่ราชการ, องค์กรระหว่างประเทศ, สถานบันของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, โรงพยาบาลของ
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	2	วังบูรพาภิรมย์	6	โรงเรียนเอกชน - รัฐบาล วิทยาลัยเอกชน - รัฐบาล, มหาวิทยาลัยเอกชน - รัฐบาล
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	2	วังบูรพาภิรมย์	7	น้ำขัดราวก่อสร้าง
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	3	วัดราชบพิธ	1	ที่อยู่อาศัย, ศาสนสถาน, มูลนิธิ, ขายของเล็กน้อย ขายเหมาที่อยู่อาศัย(R.1) ทั้งหมด
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	3	วัดราชบพิธ	2	ธุรกิจ, ร้านค้า, ธนาคาร, สถาบันการเงิน, คลินิก, ปั๊มน้ำมัน, โรงพยาบาลเอกชน, ขาย
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	3	วัดราชบพิธ	4	ตัดดาสาร, สถานบันเทิง, โรงแรม, ศูนย์การค้า, ตลาด, สหกรณ์
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	3	วัดราชบพิธ	5	สถานที่ราชการ, องค์กรระหว่างประเทศ, สถานบันของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, โรงพยาบาลของ
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	3	วัดราชบพิธ	7	น้ำขัดราวก่อสร้าง
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	4	สำราญราษฎร์	1	ที่อยู่อาศัย, ศาสนสถาน, มูลนิธิ, ขายของเล็กน้อย ขายเหมาที่อยู่อาศัย(R.1) ทั้งหมด
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	4	สำราญราษฎร์	2	ธุรกิจ, ร้านค้า, ธนาคาร, สถาบันการเงิน, คลินิก, ปั๊มน้ำมัน, โรงพยาบาลเอกชน, ขาย
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	4	สำราญราษฎร์	4	ตัดดาสาร, สถานบันเทิง, โรงแรม, ศูนย์การค้า, ตลาด, สหกรณ์
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	4	สำราญราษฎร์	5	สถานที่ราชการ, องค์กรระหว่างประเทศ, สถานบันของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, โรงพยาบาลของ
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	4	สำราญราษฎร์	7	น้ำขัดราวก่อสร้าง
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	5	ศาลเจ้าพ่อเสือ	1	ที่อยู่อาศัย, ศาสนสถาน, มูลนิธิ, ขายของเล็กน้อย ขายเหมาที่อยู่อาศัย(R.1) ทั้งหมด
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	5	ศาลเจ้าพ่อเสือ	2	ธุรกิจ, ร้านค้า, ธนาคาร, สถาบันการเงิน, คลินิก, ปั๊มน้ำมัน, โรงพยาบาลเอกชน, ขาย
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	5	ศาลเจ้าพ่อเสือ	4	ตัดดาสาร, สถานบันเทิง, โรงแรม, ศูนย์การค้า, ตลาด, สหกรณ์
2566	1	10	กรุงเทพมหานคร	1	พระนคร	5	ศาลเจ้าพ่อเสือ	5	สถานที่ราชการ, องค์กรระหว่างประเทศ, สถานบันของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, โรงพยาบาลของ

ภาพที่ 4.2 ข้อมูลการใช้น้ำประปาที่ถูกเก็บบันทึกไว้

ผู้ศึกษาได้ทำการรวบรวมไฟล์ข้อมูลที่ได้จากกรมประปานครหลวงไว้ในไฟล์เดียวกัน ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2557–พ.ศ.2566



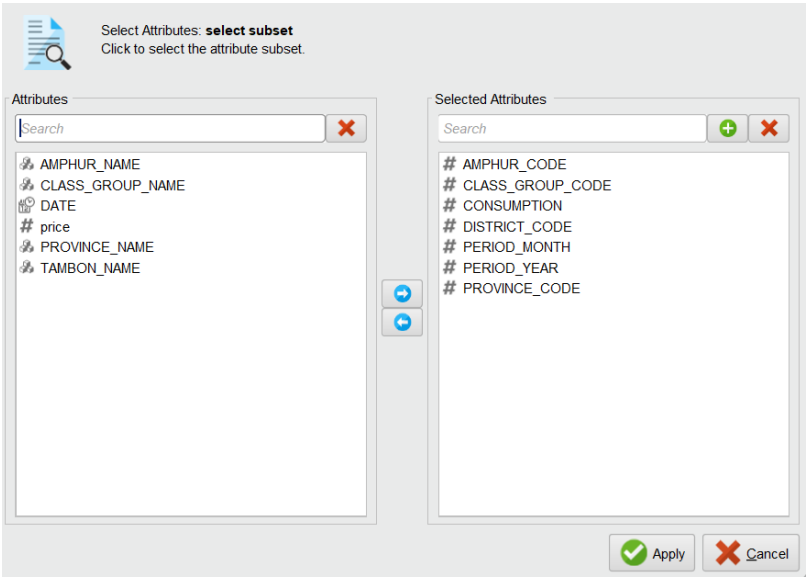
PERIOD_YEA	PERIOD_MONT	DATE	PROVINCE_COD	PROVINCE_NAM	AMPHUR_COD	AMPHUR_NAME	CLASS_GROUP_COD	CLASS_GROUP_NAM	CONSUMPTIO
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	7	CONSTRUCT	0
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	8	MWA	9
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	6	INSTITUTION	30
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	7	CONSTRUCT	59
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	7	CONSTRUCT	60
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	3	INDUSTRY	61
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	7	CONSTRUCT	94
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	4	ENTERTAIN	96
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	2	BUSINESS	113
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	7	CONSTRUCT	114
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	7	CONSTRUCT	130
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	5	GOVERNMENT	135
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	5	GOVERNMENT	136
2557	1	1/1/2557	10	Bangkok	1	Phra Nakhon	6	INSTITUTION	162

ภาพที่ 4.3 รวบรวมไฟล์ข้อมูลการใช้น้ำประปา

4.1.3 ผลการเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

4.1.3.1 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection)

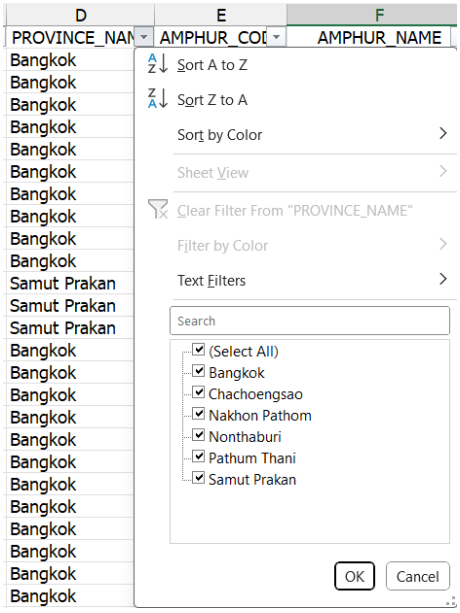
ผู้วิเคราะห์ข้อมูลทำการคัดเลือกข้อมูล ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำในช่วงปี พ.ศ. 2557-พ.ศ.2566 โดยทำการเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์ภาพรวมจากศูนย์กลางข้อมูลเปิดภาครัฐ จำนวน 6 แอตทริบิวท์ ได้แก่ ข้อมูลปีพ.ศ. ข้อมูลเดือน ข้อมูลรหัสจังหวัด ข้อมูลรหัสอำเภอ ข้อมูลรหัสประเภทผู้ใช้งาน และข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปา ดังภาพที่ 4.4



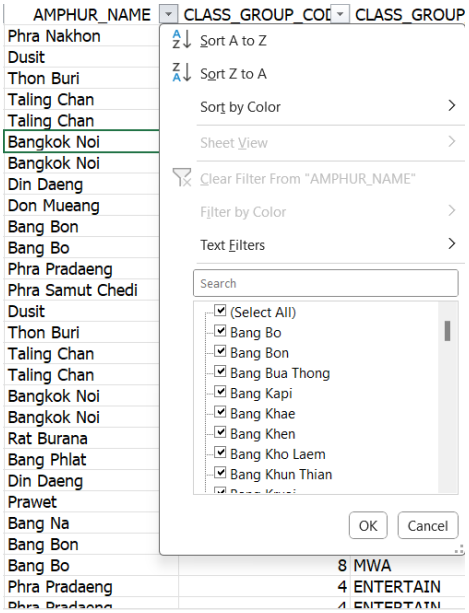
ภาพที่ 4.4 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection)

4.3.2 การกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) คือการทำความสะอาดข้อมูล เป็นกระบวนการตรวจสอบและการแก้ไข (หรือลบ) รายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้องออกไปจากชุดข้อมูลตารางหรือฐานข้อมูล ซึ่งเป็นหลักสำคัญของฐานข้อมูล ทางผู้วิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการดังนี้

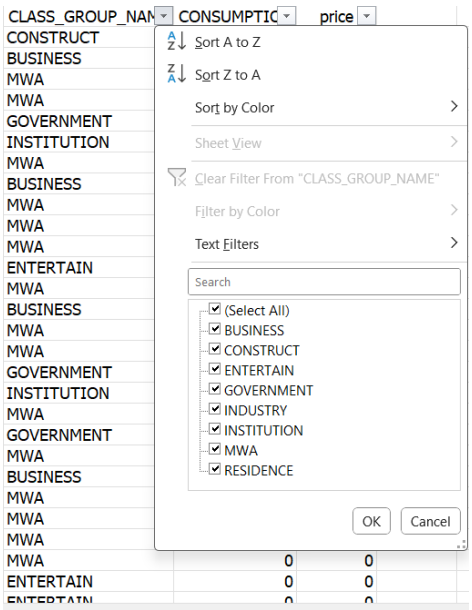
1) ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำในช่วงปีพ.ศ. 2557-พ.ศ.2566 จากการวิเคราะห์พบว่า ข้อมูลที่ได้เป็นภาษาไทย ผู้ศึกษาจึงได้ทำการตรวจสอบข้อมูลและแก้ไขให้เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด



ภาพที่ 4.5 เปลี่ยนภาษาชื่อจังหวัดทั้ง 6 จังหวัด



ภาพที่ 4.6 เปลี่ยนภาษาชื่ออำเภอทั้งหมด 66 อำเภอ



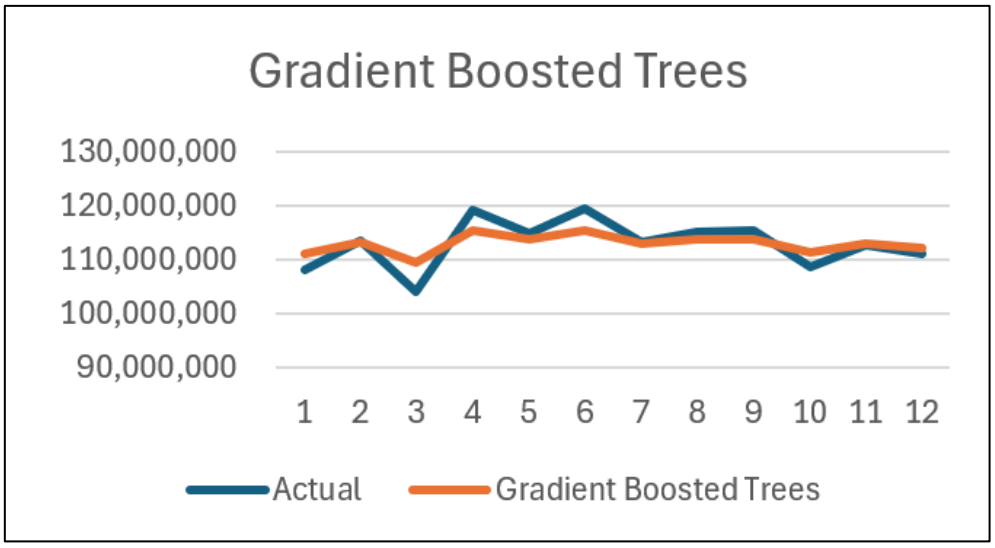
ภาพที่ 4.7 เปลี่ยนภาษาชื่อประเภทผู้ใช้งานทั้งหมด 8 ประเภท

4.1.4 ผลการสร้างตัวแบบ (Modeling)

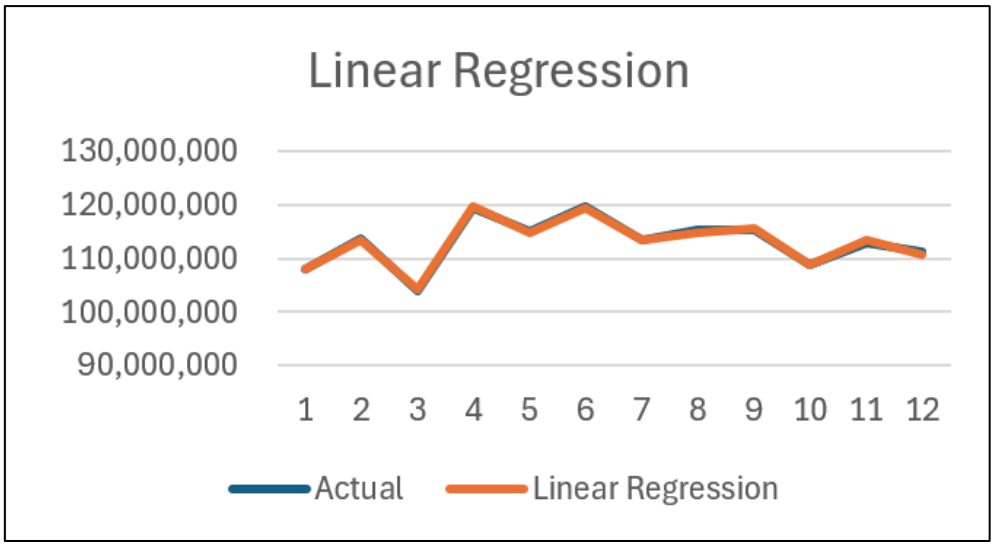
จากการนำทั้ง 4 ตัวแบบประกอบด้วย Gradient Boosted Trees Linear Regression Artificial Neural Network และRandom forest ไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนการใช้น้ำประปา โดยได้พยากรณ์จากจำนวนการใช้น้ำประปา ในปี พ.ศ. 2566 ตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงธันวาคมเป็นจำนวน 12 เดือน ได้ผลการพยากรณ์จำนวนการใช้น้ำประปากับจำนวนจริงของจำนวนการใช้น้ำประปาดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลพยากรณ์ของแต่ละตัวแบบเทียบกับค่าจริง (Actual)

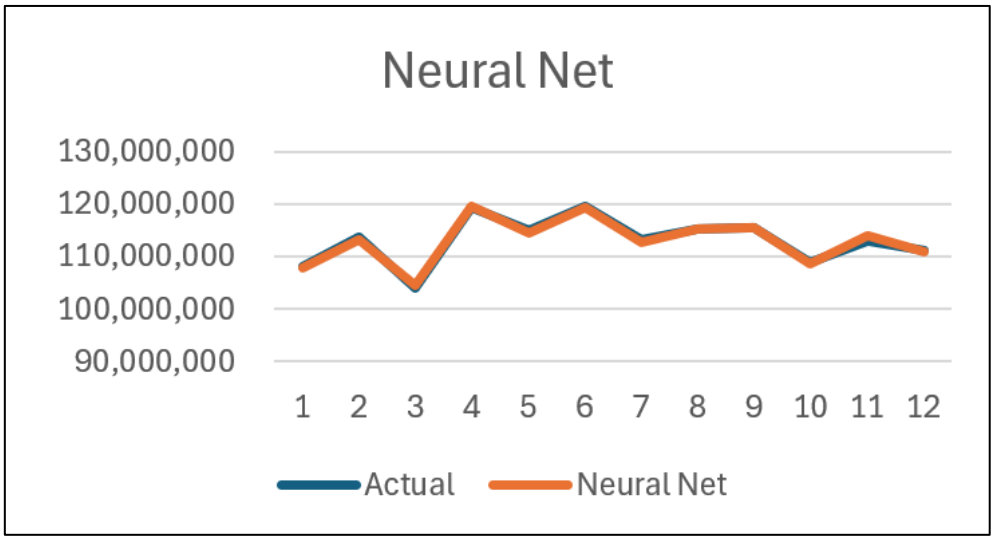
Month	Actual	GBT	Linear Regression	Neural Net	Random Forest
มกราคม	108,058,733	111,048,357	108,018,725	107,871,224	108,384,875
กุมภาพันธ์	113,609,133	113,240,739	113,271,551	113,268,716	112,909,068
มีนาคม	103,976,177	109,435,775	104,170,647	104,591,060	106,104,526
เมษายน	119,222,968	115,458,168	119,606,026	119,583,188	118,359,092
พฤษภาคม	114,921,650	113,759,172	114,883,542	114,544,050	114,796,406
มิถุนายน	119,518,470	115,574,890	119,253,488	119,281,963	118,422,579
กรกฎาคม	113,324,959	113,128,491	113,490,648	112,711,074	113,037,151
สิงหาคม	115,222,175	113,877,880	114,869,922	115,163,937	115,103,854
กันยายน	115,381,565	113,940,847	115,445,098	115,562,383	115,182,939
ตุลาคม	108,742,073	111,318,280	108,765,730	108,541,809	109,231,288
พฤศจิกายน	112,825,472	112,931,208	113,479,370	113,899,892	113,281,035
ธันวาคม	111,199,291	112,288,863	110,747,919	110,939,733	111,557,363



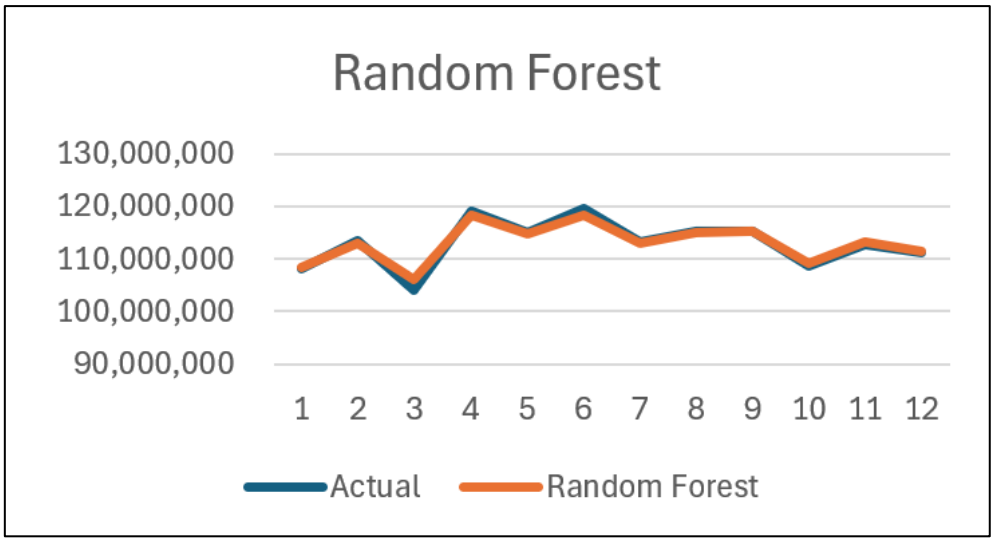
ภาพที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ของตัวแบบ Gradient Boosted Trees



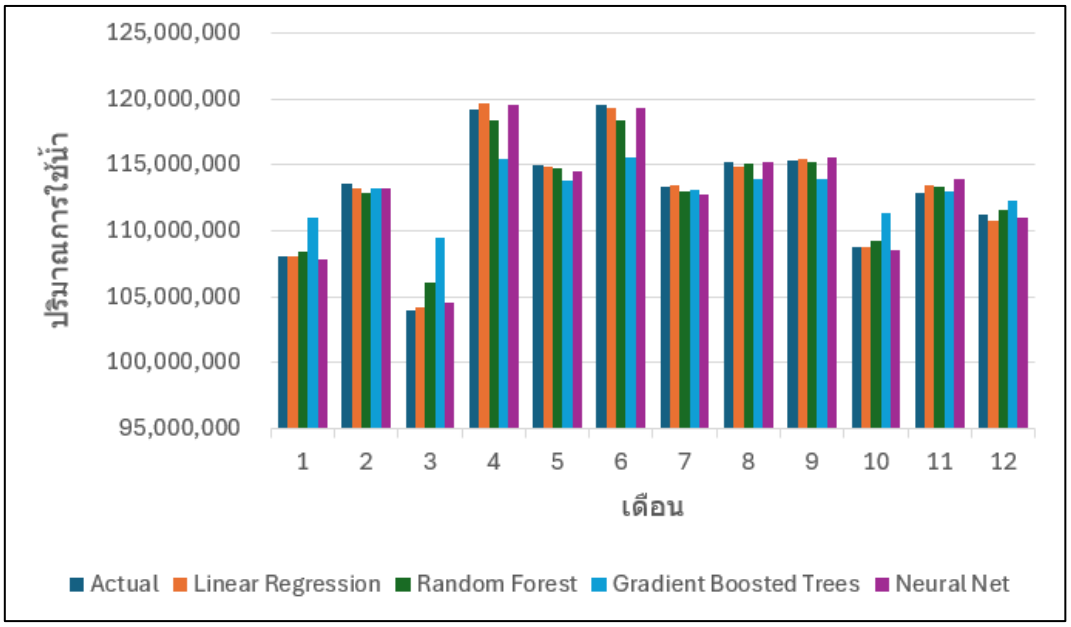
ภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ของตัวแบบ Linear Regression



ภาพที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ของตัวแบบ Neural Net



ภาพที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ของตัวแบบ Random Forest



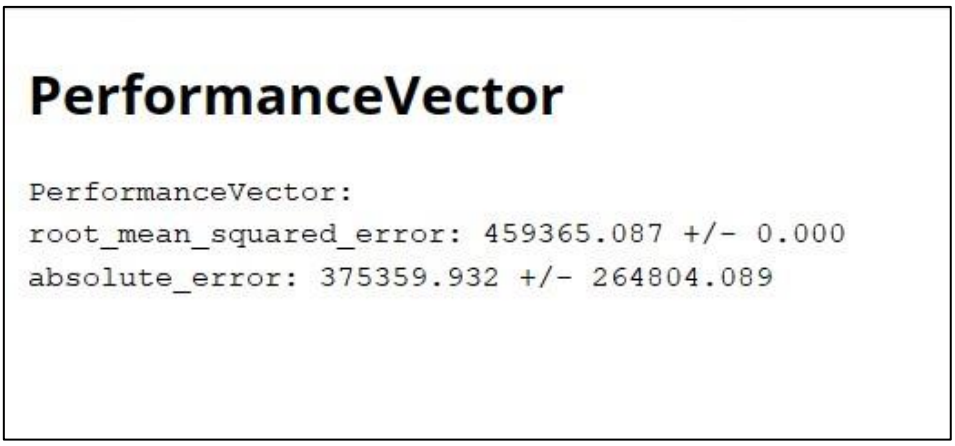
ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าที่พยากรณ์ได้ในแต่ละตัวแบบเทียบกับค่าจริง

4.1.5 ผลการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบ (Evaluation)

ในการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ ได้ทำการคำนวณค่า RMSE (Root Mean Squared Error) และ MAE (Mean Absolute Error) เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของ 4 เทคนิค ได้แก่ คือเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN) เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยเชิงเส้นหรือ (Linear Regression) เทคนิคแรนดอมฟอเรสต์ (Random Forest) และเทคนิคต้นไม้เสริมกำลังแบบไล่ระดับ (Gradient Boosted Trees) จากผลการวิเคราะห์

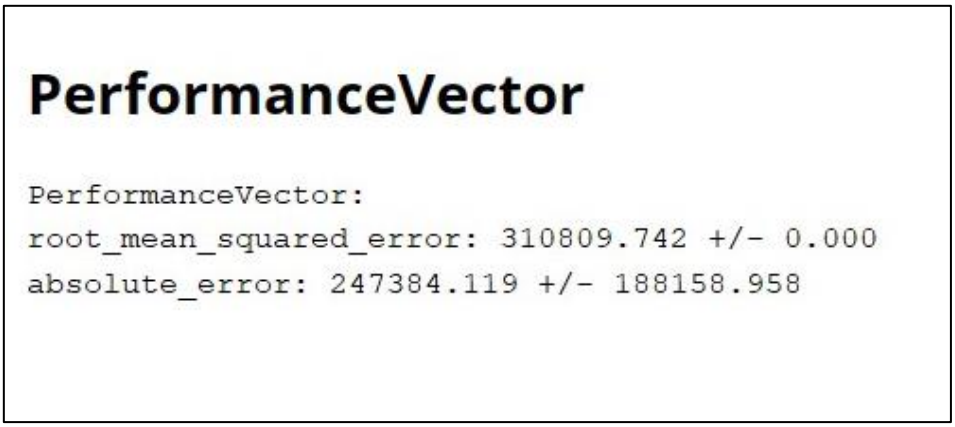
จะเลือกตัวแบบที่มีค่า RMSE และ MAE ต่ำที่สุด ซึ่งหมายถึงตัวแบบที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และนำตัวแบบดังกล่าวไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาต่อไป

4.5.1 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN)



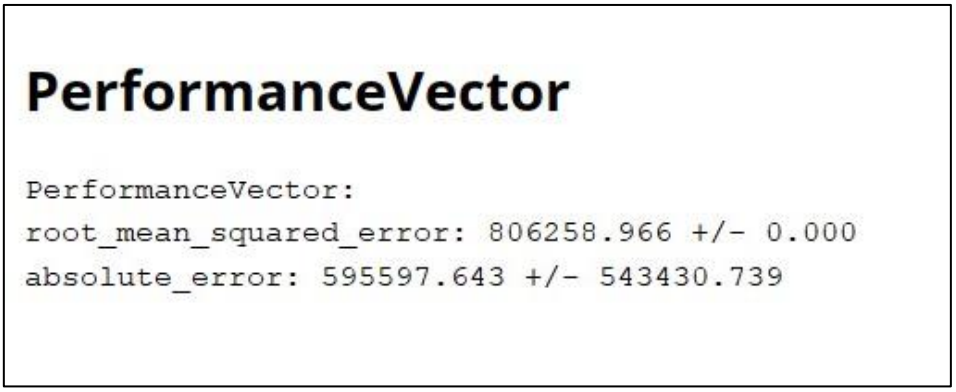
ภาพที่ 4.13 ค่า RMSE และ MAE ของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

4.5.2 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)



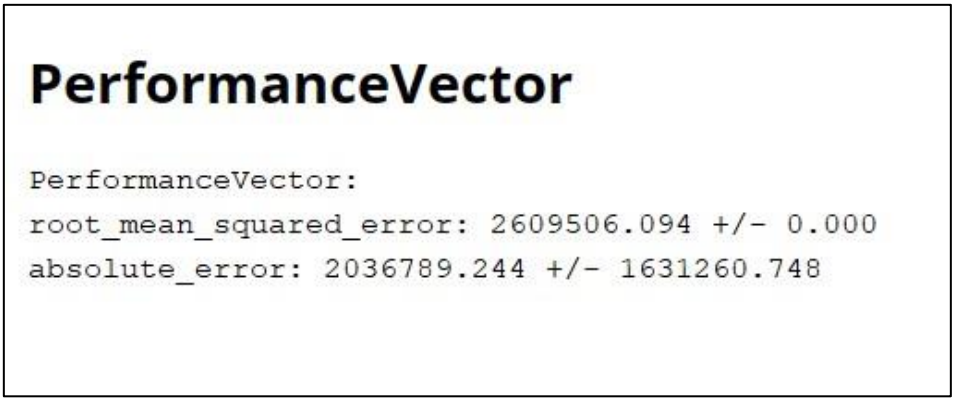
ภาพที่ 4.14 ค่า RMSE และ MAE ของเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น

5.4.3 เทคนิคแรนดอมฟอเรสต์ (Random Forest)



ภาพที่ 4.15 ค่า RMSE และ MAE ของเทคนิคแรนดอมฟอเรสต์

5.4.4 เทคนิคต้นไม้เสริมกำลังแบบไล่ระดับ (Gradient Boosted Trees)



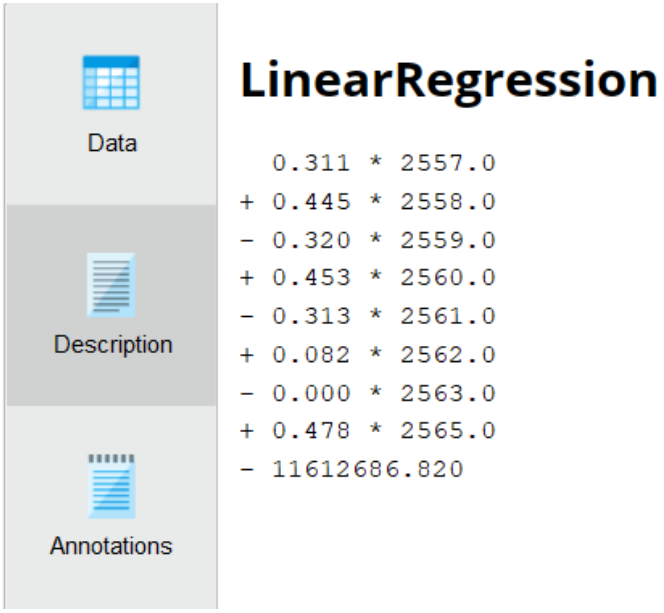
ภาพที่ 4.16 ค่า RMSE และ MAE ของเทคนิคต้นไม้เสริมกำลังแบบไล่ระดับ

เมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบทั้ง 2 วิธีคือคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยรากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ออกมาพบว่าเทคนิค Linear Regression มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด จากการการทดสอบประสิทธิภาพทั้ง 2 วิธี โดยแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบทั้ง 4 ตัวแบบดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบ

ตัวแบบ	MAE	RMSE
Artificial Neural Network	264,804.09	459,365.09
Linear Regression	188,158.96	310,809.74
Random Forest	543,430.74	806,258.97
Gradient Boosted Trees	2,609,506.10	1,631,260.09

จากตารางที่ 4.2 แสดงถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การใช้น้ำประปา ทั้ง 4 ตัวแบบพบว่า เทคนิค Linear Regression เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะมีค่าความคลาดเคลื่อนและค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุดเท่ากับ 188,158.96 และ 310,809.74 เมื่อเทียบกับขนาดของข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปา ที่มีค่าสูงสุดของมูลทั้งหมดเท่ากับ 1,240,771 ลบ.ม. และพิจารณาเป็นร้อยละเทียบกับค่าสูงสุด ค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าเพียงร้อยละ 15.16 และค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองจะมีค่าเพียงร้อยละ 25.04 เมื่อพิจารณาแล้วถือว่าพบว่า เทคนิค Linear Regression มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์อยู่ในระดับต่ำที่สุด จึงได้สมการดังนี้



ภาพที่ 4.17 สมการของเทคนิค Linear Regression

จากสมการที่ได้เป็นผลลัพธ์จาก การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ซึ่งใช้สำหรับสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยมีรูปแบบทั่วไปของสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณดังนี้

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + ... + b_nX_n$$

โดย Y คือ ค่าพยากรณ์ของตัวแปรตาม X1,X2,...,Xn คือ ตัวแปรอิสระ b0 คือ ค่าคงที่หรือ ค่า Intercept และ b1,b2,...,bn คือ สัมประสิทธิ์ถดถอย จากภาพ 4.17 ได้สมการออกมาดังนี้

Y = 0.311(2557) + 0.455(2558) – 0.320(2559) + 0.453(2560) – 0.313(2561) + 0.082(2562) – 0.082(2562) – 0.000(2563) + 0.478(2565) – 11612686.820

จากสมการนำไปพยากรณ์ค่า Y โดยการแทนค่าปีที่ต้องการพยากรณ์ลงไปในสมการแล้วทำการคำนวณค่าผลรวมทั้งหมด แล้วจะได้ค่าพยากรณ์ที่ต้องการ แล้วนำค่าพยากรณที่ได้นั้นไปทำการแสดงผลด้วยกราฟเส้นเพื่อแสดงผ่านบนเว็บไซต์

4.1.6 ผลการนำตัวแบบไปใช้งานจริง (Deployment) ในการนำโมเดลที่ผ่านการพัฒนาและเปรียบเทียบมาใช้งานจริง มีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) การเลือกตัวแบบที่เหมาะสม

จากการวิเคราะห์ตัวแบบด้วยโปรแกรม RapidMiner ได้ทำการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของตัวแบบทั้ง 4 ตัวแบบ พบว่าตัวแบบ Linear Regression มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์อยู่ในระดับต่ำที่สุด

2) การพยากรณ์และประยุกต์ใช้งาน

ตัวแบบ Linear Regression ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลจากชุดข้อมูลใหม่ เพื่อสร้างผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำและสอดคล้องกับเป้าหมายของงานที่กำหนดไว้

3) การนำเสนอผลลัพธ์ผ่านเว็บไซต์

ผลลัพธ์จากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ Linear Regression ถูกนำมาแสดงในรูปแบบกราฟเส้น (Line Chart บนเว็บไซต์ โดยใช้ PHP HTML และ Java Script

4.2 ผลการออกแบบเว็บไซต์

4.2.1 ผลการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล

ผลการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล ระบบวิเคราะห์ข้อมูลและพยากรณ์การใช้น้ำประปาสามารถตอบสนองจ่อความต้องการของผู้ใช้งานทั้งในด้านการจัดเก็บ นำเสนอ และบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่

1. โครงสร้างฐานข้อมูลที่รองรับการจัดเก็บข้อมูลปริมาณมากและสามารถขยายตัวได้
2. การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลที่ชัดเจน เพื่อลดความเสี่ยงในการจัดการข้อมูล
3. การนำเสนอข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ รองรับการวิเคราะห์แนวโน้มและการพยากรณ์
4. การออกแบบระบบให้สามารถรองรับการขยายตัวของผู้ใช้งานและข้อมูลในอนาคต
5. การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล เพื่อป้องกันการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต

ผลของการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพรองรับการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูลการใช้น้ำประปา และสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนพัฒนาระบบสาธารณูปโภคได้อย่างเหมาะสม

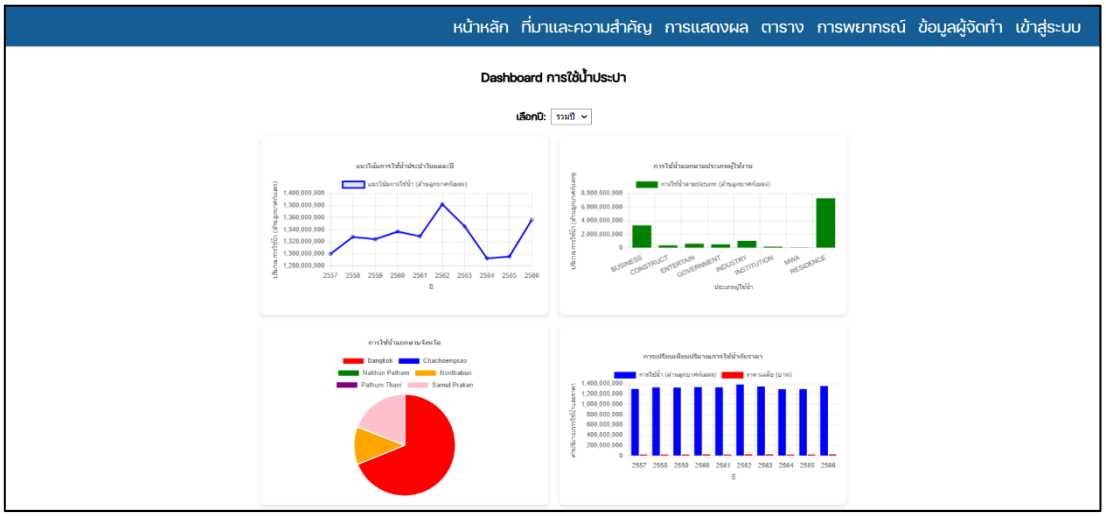
4.2.2 ผลการออกแบบ Wireframe หน้าจอเว็บไซต์

ภาพที่ 4.18 หน้าหลัก

จากภาพที่ 4.17 หน้าหลักของเว็บไซต์ มีแถบเมนูที่ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป โดยสามารถเข้าถึงหน้าหลักของเว็บไซต์และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับน้ำประปาได้อย่างง่ายดาย

ภาพที่ 4.19 หน้าที่มาและความสำคัญ

จากภาพที่ 4.18 หน้าที่มาและความสำคัญ แสดงการอธิบายรายละเอียดที่มาของโครงงาน

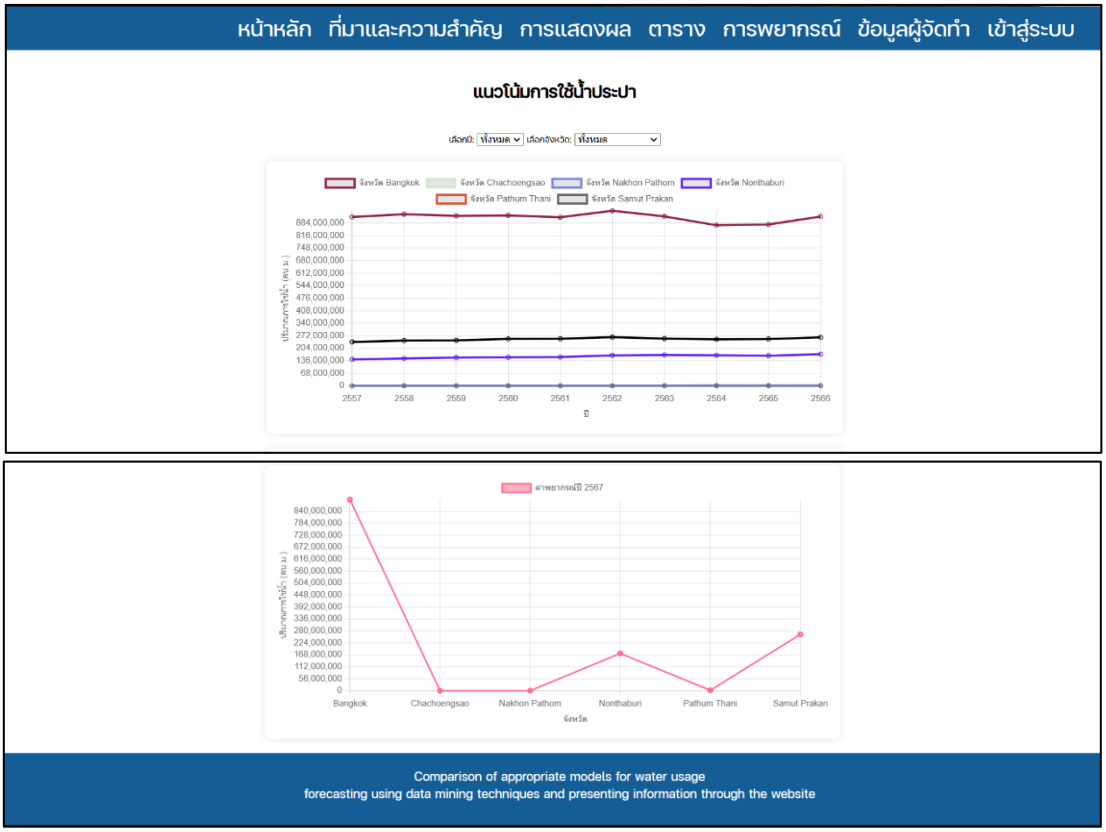


ภาพที่ 4.20 หน้าการแสดงผล

จากภาพที่ 4.19 หน้าแสดงหน้า Dashboard โดยแสดงกราฟในรูปแบบต่างๆให้เหมาะสมกับข้อมูล แสดงปริมาณการใช้น้ำในแต่ละปี

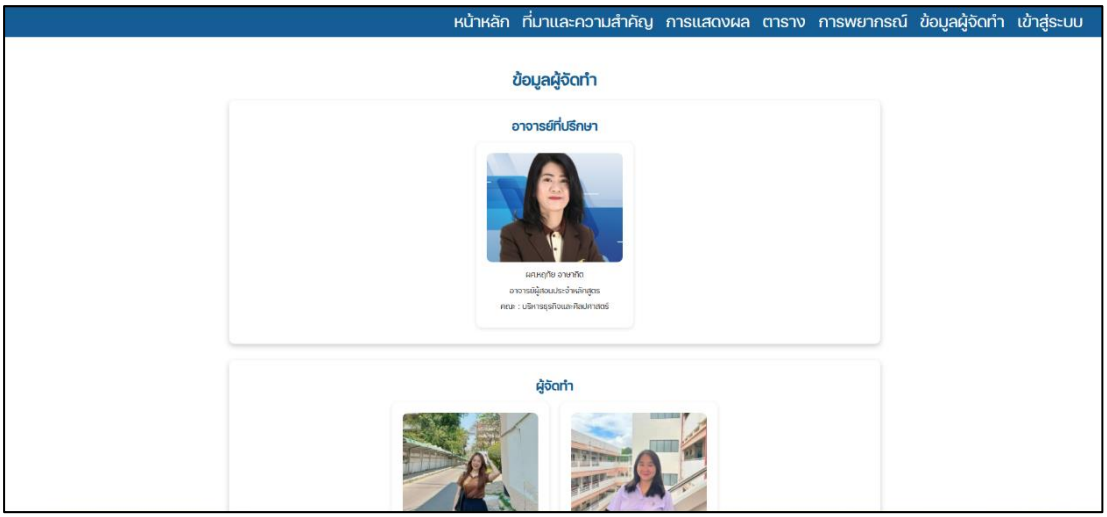
ภาพที่ 4.21 หน้าแสดงตาราง

จากภาพที่ 4.20 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปาในช่วงปีพ.ศ. 2557-พ.ศ.2566 ในรูปแบบตาราง



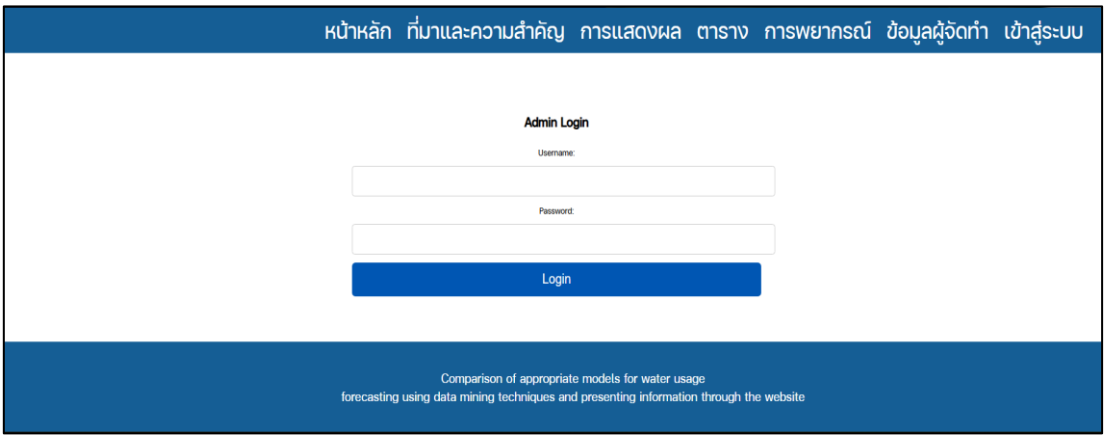
ภาพที่ 4.22 หน้าแสดงกราฟพยากรณ์

จากภาพที่ 4.21 แสดงกราฟพยากรณ์การใช้น้ำประปาในช่วงปีพ.ศ. 2557-พ.ศ.2566 มีกราฟที่แสดงเป็นรายปี และกราฟที่พยากรณ์การใช้น้ำในปี พ.ศ.2567



ภาพที่ 4.23 หน้าข้อมูลผู้จัดทำ

จากภาพ 4.20 แสดงข้อมูลผู้จัดทำ และข้อมูลของที่ปรึกษาโครงงาน



ภาพที่ 4.24 หน้าเข้าสู่ระบบ

จากภาพ 4.21 เป็นส่วนของแอดมินที่สามารถ login เข้าสู่ระบบเพื่อแก้ไขข้อมูลได้เท่านั้น