



กรมอุตุนิยมวิทยา

4353 ถนนสุขุมวิท บางนา กรุงเทพฯ 10260

Thai Meteorological Department

4353 Sukhumvit Road, Bangkok 10260, Thailand

เอกสารวิชาการ

การประยุกต์ใช้ฟัซซี่ลอจิกส์ในการทำปฏิทินอุตุนิยมวิทยา
เพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

อนันต์ ศิริธัญญะรัตน์

An Application of Fuzzy Logic in Meteorological Calendar
for the Benefit of Phuket Tourism in Thailand

Anan Sirithanyarat

เอกสารวิชาการเลขที่ ๕๕๑.๕-๐๒-๒๕๖๗

Technical Document No. 551.5-02-2024

การประยุกต์ใช้ฟัซซีลอจิกส์ในการทำปฏิทินอุตุนิยมวิทยา
เพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

An Application of Fuzzy Logic in Meteorological Calendar
for the Benefit of Phuket Tourism in Thailand

อนันต์ ศิริธัญญะรัตน์
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล
กองบริการดิจิทัลอุตุนิยมวิทยา
มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๗

Anan Sirithanyarat
Marine Meteorological Center
Meteorological Digital Services Division
March 2024

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อประยุกต์ใช้วิธีการฟัซซี่ลอจิกส์ในการสร้างต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต จากผลตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและเหมาะสมต่อสภาวะอากาศ ซึ่งงานนี้จะช่วยสนับสนุนการะกกิจการบริการทางด้านอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวทางทะเล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานในศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล การจัดทำปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต มีการใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ณ เวลา 7.00 น. จำนวน 5 พารามิเตอร์คือ อุณหภูมิสูงสุดรายวัน ปริมาณฝนสะสมรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และทิศทางลม สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าและการเรียนรู้ในแบบจำลองซึ่งอาศัยขั้นตอนวิธี (Algorithm) ของฟัซซี่ลอจิกส์ ซึ่งขั้นตอนวิธีนี้จะถูกออกแบบจากกรอบความคิด ซึ่งได้ผ่านการศึกษาปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อความปลอดภัยและการตัดสินใจท่องเที่ยวทางทะเลแล้ว ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลนำเข้าให้เป็นเกณฑ์คะแนนที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดสำหรับการตัดสินใจในการท่องเที่ยวทางทะเล ในแต่ละวัน และเมื่อข้อมูลนำเข้าผ่านขั้นตอนวิธีนี้จะให้ผลลัพธ์เป็นผลเกณฑ์คะแนนซึ่งจะถูกแปลความหมายสำหรับความเหมาะสมในการท่องเที่ยว ในรูปดัชนีชี้วัดเป็น 3 เกณฑ์คะแนน คือ 1) เกณฑ์คะแนนในช่วง 0-1.99 หมายความว่า "เหมาะสมน้อย" 2) เกณฑ์คะแนน 2-2.99 หมายความว่า "เหมาะสมปานกลาง" และ 3) เกณฑ์คะแนน 3-5 หมายความว่า "เหมาะสมมาก" ผลจากแบบจำลองได้นำไปใช้ในการจัดทำปฏิทินอุตุนิยมวิทยาสำหรับการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต ในปี 2563 และมีการใช้สีแสดงความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวรายวัน โดยสีแดง หมายถึง "เหมาะสมน้อย" สีเหลือง หมายถึง "เหมาะสมปานกลาง" และ สีเขียว หมายถึง "เหมาะสมมาก" ผลการศึกษาพบว่าวันที่เหมาะสมมากต่อการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดและในทะเล ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว ซึ่งสอดคล้องกับการท่องเที่ยวตามฤดูกาล โดยแบบจำลองการท่องเที่ยวบริเวณชายหาด ได้ให้ประสิทธิภาพมากกว่าการท่องเที่ยวในทะเล โดยจากสถิติ 20 ปี พบว่ามีจำนวนครั้งที่ให้ความหมาย "เหมาะสมมาก" ต่อการท่องเที่ยวทางทะเล จะมากกว่าการท่องเที่ยวบริเวณชายหาด

Abstract

This study aims to employ fuzzy logic methods to develop a prototype meteorological calendar tailored for tourism in Phuket Province. Drawing upon weather data from the Meteorological Department, the calendar prioritizes safety and weather suitability, aligning with the mission of providing meteorological services for marine tourism, a key focus of the Marine Meteorological Center.

The meteorological calendar incorporates data collected at 7:00 a.m. for five parameters: daily maximum temperature, daily accumulated rainfall, relative humidity, wind speed, and wind direction. These parameters serve as inputs for training the model using a fuzzy logic algorithm. The algorithm, conceptualized based on a comprehensive analysis of weather factors influencing safety and decision-making in marine travel, translates the input data into a scoring system. These scores guide daily decisions regarding marine tourism activities.

Following the algorithm's processing, the scores are interpreted to assess the suitability for tourism, categorized into three criteria: scores from 0-1.99 denote "less appropriate," scores between 2-2.99 indicate "moderately appropriate," and scores from 3-5 signify "highly suitable" conditions. The output from this model was utilized in creating the meteorological calendar for Phuket tourism in 2020, with colors assigned to visually represent daily suitability. Specifically, red represents "less suitable," yellow indicates "moderately suitable," and green signifies "very suitable" conditions.

The study reveals that the most favorable days for tourism, both on beaches and at sea, predominantly occur during the summer and winter seasons, consistent with established seasonal tourism patterns. Notably, the model indicates higher efficiency in predicting tourism suitability for beach areas compared to sea tourism. Analysis spanning a 20-year period suggests that the number of days categorized as "very suitable" for sea tourism exceeds those for beach tourism.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ ดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนและการอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ส่วนพยากรณ์อากาศ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก กรมอุตุนิยมวิทยา ที่ได้ให้เวลาและโอกาสสำหรับการศึกษา ขอขอบคุณศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลตรวจอากาศ และนางสาวขวัญสุดา เพชรสามสี สำหรับการอำนวยความสะดวกและประสานงานต่างๆ ระหว่างดำเนินงาน ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีและให้การสนับสนุนให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้เมตตาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทั้งหลายให้กับข้าพเจ้า กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว สำหรับกำลังใจและทุนทรัพย์ที่มีให้เสมอมา

นายอนันต์ ศิริธัญญะรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
Abstract.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.3.1 ขอบเขตพื้นที่.....	2
1.3.2 ขอบเขตข้อมูล	2
1.3.3 ขอบเขตระยะเวลาดำเนินการ.....	2
1.3.4 กลุ่มตัวอย่าง.....	2
1.4 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)	2
1.5 ทฤษฎี และ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ในการศึกษา	3
1.5.1 ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการศึกษา.....	3
1.5.2 กรอบความคิดที่นำมาใช้ในการศึกษา	20
1.6 วิธีดำเนินการศึกษา.....	20
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	22
บทที่ 2	23

2.1 ข้อมูลที่ใช้	23
2.1.1 ที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก(ภูเก็ต)	23
2.1.2 ชนิดของข้อมูลตรวจอากาศนำเข้า	23
2.1.3 ขอบเขตพื้นที่.....	24
2.1.4 กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูล	24
2.2 วิธีดำเนินการศึกษา.....	26
2.2.1 ศึกษาปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต	26
2.2.2 รวบรวมข้อมูลตรวจอากาศรายวัน	33
2.2.3 ออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟิชชี่ลอจิกส์	33
2.2.4 เรียนรู้และทดสอบขั้นตอนวิธีการทำงาน.....	41
2.2.5 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	41
2.2.6 จัดทำปฏิทินเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต	41
2.2.7 เผยแพร่ผลงาน	41
บทที่ 3	43
3.1 ช่วงเวลาและจำนวนวันที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวทางทะเลของจังหวัดภูเก็ต	43
3.1.1 ช่วงเวลาและจำนวนวันที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวในทางทะเลของจังหวัดภูเก็ต .	43
3.1.2 ช่วงเวลาและจำนวนวันที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดของจังหวัดภูเก็ต	44
3.2 ผลการทดสอบแบบจำลอง.....	44
3.3 ค่าสถิติย้อนหลังความน่าท่องเที่ยวรายวันในรอบ 20 ปี	46
3.4 ปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต ปี 2563	47
บทที่ 4	49
4.1 ความเหมาะสมของวันและช่วงเวลาที่เหมาะสมการท่องเที่ยวของปฏิทินอุตุนิยมวิทยาจังหวัดภูเก็ต	49
ของปี พ.ศ. 2562	49

4.2 ประสิทธิภาพของแบบจำลอง.....	50
4.3 ความถี่ของคำแนะนำการท่องเที่ยวในรอบ 20 ปี	50
4.4 รูปแบบการนำเสนอปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต ปี 2563	51
บทที่ 5	52
5.1 สรุปผล	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	53
บรรณานุกรม.....	54
ภาคผนวก.....	56
ภาคผนวก ก. ต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต	57

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	เกณฑ์ความสูงของคลื่นทะเลที่สัมพันธ์กับกำลังลมของมาตรวัดโบฟอร์ต	15
ตารางที่ 1.2	เกณฑ์ความเร็วลมที่ระดับสูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง	16
ตารางที่ 1.3	ดัชนีความร้อน	18
ตารางที่ 1.4	ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นเนื่องจากดัชนีความร้อน (ที่มา: กรมอนามัย).....	19
ตารางที่ 1.5	เกณฑ์การวิเคราะห์ผลกระทบของภัยพิบัติของกรมอุตุนิยมวิทยา	19
ตารางที่ 2.1	พิกัดที่ตั้งและรายละเอียดของสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก	23
ตารางที่ 2.2	ตัวอย่างชนิดข้อมูลตรวจอากาศที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าที่ได้จากเอกสารผลตรวจอากาศ เผยแพร่จากกองพยากรณ์อากาศ ซึ่งจะออกประกาศทุกวันในเวลา 7.00 น.	24
ตารางที่ 2.3	ประวัติการศึกษาและประวัติการทำงานของกลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูล	25
ตารางที่ 2.4	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง ปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวในทะเลของจังหวัดภูเก็ต	26
ตารางที่ 2.5	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง ปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวชายหาดของจังหวัดภูเก็ต	27
ตารางที่ 2.6	สรุปการเลือกลักษณะกิจกรรมการท่องเที่ยวอากาศกับลักษณะอากาศที่เหมาะสม	27
ตารางที่ 2.7	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผล ตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: A) มีแดด	28
ตารางที่ 2.8	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผล ตรวจอากาศรายวันที่มีสอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: B) คลื่นทะเลเรียบ	28
ตารางที่ 2.9	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผล ตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: C) ฝนไม่ตก	29
ตารางที่ 2.10	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผล ตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: D) ลมไม่แรง	29
ตารางที่ 2.11	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผล ตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: E) ไม่มีมรสุม.....	29
ตารางที่ 2.12	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผล ตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: F) ดัชนีความร้อนไม่สูง	30

ตารางที่ 2.13 สรุปความเกี่ยวข้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับ ปัจจัยสภาพอากาศต่างๆ	30
ตารางที่ 2.14 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผล ตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับความปลอดภัยของการท่องเที่ยว	32
ตารางที่ 2.15 สรุปความเกี่ยวข้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย	32
ตารางที่ 2.16 แสดงความสัมพันธ์ผลตรวจอากาศต่างๆที่ส่งผลบวกหรือลบต่อการท่องเที่ยว	33
ตารางที่ 2.17 แสดงน้ำหนักของคะแนนที่ให้กับตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวในทะเล	35
ตารางที่ 2.18 แสดงน้ำหนักของคะแนนที่ให้กับตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวชายหาด	36
ตารางที่ 2.19 แสดงน้ำหนักของคะแนนที่ให้กับตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยว	37
ตารางที่ 2.20 เกณฑ์การให้คะแนนของตัวแปรนำเข้า.....	37
ตารางที่ 2.21 ตัวอย่างการแปรความหมายจากดัชนีการท่องเที่ยวในทะเล	39
ตารางที่ 2.22 ตัวอย่างการแปรความหมายจากดัชนีการท่องเที่ยวชายหาด	39
ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบแบบจำลอง	45
ตารางที่ 4.1 ช่วงเวลาและจำนวนวันของความน่าท่องเที่ยวในทะเลของปี 2562	49
ตารางที่ 4.2 ช่วงเวลาและจำนวนวันของความน่าท่องเที่ยวบริเวณชายหาดของปี 2562	49

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ตรรกะแบบดั้งเดิม (Boolean Logic) และตรรกะแบบฟัซซีลอจิกส์ (Fuzzy Logic).....	4
รูปที่ 1.2 ลักษณะความสูงของชายไทยกับฟังก์ชันความเป็นสมาชิก.....	5
รูปที่ 1.3 ฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์ซิสเต็ม.....	7
รูปที่ 1.4 ผังงานการศึกษา.....	22
รูปที่ 2.1 ผังความสอดคล้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันกับปัจจัยสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการ ตัดสินใจการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต	31
รูปที่ 2.2 ผังการถ่วงคะแนนของตัวแปรที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวในทะเล	35
รูปที่ 2.3 ผังการถ่วงคะแนนของตัวแปรที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวชายหาด	36
รูปที่ 2.4 ผังการทำงานของขั้นตอนวิธีการทำงานที่สร้างจากการประยุกต์ใช้วิธีฟัซซีลอจิกส์	40
รูปที่ 2.5 ปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตที่เผยแพร่ผ่านศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ ฝั่งตะวันตก ในชื่ออุตุทินเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต*	42
รูปที่ 3.1 กราฟแสดงวันต่อระดับความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวในทะเลในรอบ 1 ปี	43
รูปที่ 3.2 กราฟแสดงวันต่อระดับความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดในรอบ 1 ปี	44
รูปที่ 3.3 กราฟแสดงคะแนนดัชนีการท่องเที่ยวในทะเลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง เปรียบเทียบกับที่ได้จากผลตรวจอากาศ	45
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงคะแนนดัชนีการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง เปรียบเทียบกับที่ได้จากผลตรวจอากาศ	45
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงความถี่ของดัชนีค่าความน่าท่องเที่ยวในทะเลของแต่ละวันในรอบปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2562.....	46
รูปที่ 3.6 กราฟแสดงความถี่ของดัชนีค่าความน่าท่องเที่ยวชายหาดของแต่ละวันในรอบปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2562.....	46
รูปที่ 3.7 ปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวชายหาดของจังหวัดภูเก็ต ปี 2563.....	47
รูปที่ 3.8 ปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวในทะเลของจังหวัดภูเก็ต ปี 2563.....	48
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบจำนวนครั้งที่แนะนำว่าเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวมากใน รอบ 20 ปี ของการท่องเที่ยวในทะเลและบริเวณชายหาด	50
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวในทะเลของจังหวัดภูเก็ตพร้อมคำอธิบายของ แต่ละสีที่ปรากฏในปฏิทิน.....	51
รูปที่ ก.1 ต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต	58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบัน กรมอุตุนิยมวิทยาได้มีการให้บริการพยากรณ์อากาศทั้งระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว การเตือนภัยธรรมชาติต่างๆ ส่งตรงถึง หน่วยงานรัฐ เอกชน และประชาชน รวมไปถึงการเน้นการให้บริการการพยากรณ์อากาศเฉพาะกลุ่ม เฉพาะกิจกรรมมากขึ้น เช่น การเกษตร การเดินเรือ เป็นต้น และการพัฒนารูปแบบผลผลิตทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อสนับสนุนภาระกิจบริการการท่องเที่ยวทางทะเล ถือเป็นกิจกรรมอุตุนิยมวิทยาหนึ่ง ที่ดำเนินการโดยศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล เนื่องจากจังหวัดภูเก็ตมีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวสูงด้วยสถานที่ท่องเที่ยวทางทะเลที่มีชื่อเสียงระดับโลก ทำสถิติอันดับรายได้จากการท่องเที่ยวของประเทศไทยเป็นลำดับ 2 รองจากกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งมีมูลค่า 471,605.88 ล้านบาท (ที่มา: กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา)

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาให้เป็นผลผลิตที่อยู่ในรูปปฏิทินอุตุนิยมวิทยา โดยแต่ละวันที่ในปฏิทินอุตุนิยมวิทยาจะมีคำแนะนำเกี่ยวกับความเหมาะสมในการท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับสภาพอากาศ บนพื้นฐานที่คำนึงถึงความปลอดภัยต่อชีวิตของนักท่องเที่ยวเป็นหลัก ซึ่งเกณฑ์ความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวสร้างจากการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่อาศัยหลักการฟัซซี่ลอจิกส์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดทำปฏิทินอุตุนิยมวิทยาสำหรับการท่องเที่ยวในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต

การออกแบบขั้นตอนวิธีได้อาศัยหลักการฟัซซี่ลอจิกส์ เนื่องจากเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขที่มีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน คล้ายกับตรรกะความคิดของมนุษย์ ซึ่งตอบสนองต่อตรรกะความคิดการตัดสินใจของนักท่องเที่ยว อีกทั้งฟัซซี่ลอจิกส์ ยังมีความยืดหยุ่นในการตัดสินใจ และสามารถเข้าใจง่าย เหมาะสมกับการใช้บูรณาการความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ คุณสมบัติดังกล่าว ฟัซซี่ลอจิกส์จึงถูกเลือกใช้ในการทำปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประยุกต์ใช้วิธีการฟัซซี่ลอจิกส์ในการผลิตต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต จากผลตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตพื้นที่

ครอบคลุมบริเวณจังหวัดภูเก็ต ในปี พ.ศ. 2563

1.3.2 ขอบเขตข้อมูล

ข้อมูลการตรวจอากาศรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ภูเก็ต) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2562 ดังนี้ 1) อุณหภูมิสูงสุด 2) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 3) ค่าปริมาณฝน 4) ความเร็วลม และ 5) ทิศทางลม

1.3.3 ขอบเขตระยะเวลาดำเนินการ

ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2563

1.3.4 กลุ่มตัวอย่าง

นักอุตุนิยมวิทยาจากส่วนพยากรณ์อากาศ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 4 คน

1.4 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

อนันต์ ศิริธัญญะรัตน์ (พ.ศ. 2561) “การจำแนกฤดูกาลในแต่ละพื้นที่ด้วยวิธีฟิลเตอร์-พีชชีลอจิกส์” มีการประยุกต์ใช้แนวคิดตรรกศาสตร์คลุมเคลือ ในการจำแนกฤดูกาลในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลตรวจอากาศนำเข้าจากสถานีอุตุนิยมวิทยา 6 แห่ง ซึ่งเป็นตัวแทนของ 6 จังหวัด คือเชียงใหม่ ขอนแก่น นครสวรรค์ กรุงเทพฯ สงขลา และภูเก็ต ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลคือผลตรวจอากาศรายวันของปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2552 โดยผลการตรวจอากาศรายวันที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้ามีดังนี้ คือ อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าปริมาณฝนสะสมรายวัน ตรรกะตั้งต้นของงานนี้คือ แต่ละวันแสดงความเป็นฤดูกาลทั้ง 3 ฤดูกาล แต่มีสัดส่วนมากน้อยต่างกัน ถ้าวันใดมีค่าความเป็นฤดูกาลใดมากที่สุดจะตัดสินให้วันนั้นเป็นฤดูกาลนั้น เริ่มแรกใช้วันที่อุณหภูมิสูงสุดรายวัน มากเป็นลำดับที่ 95% ขึ้นไปในรอบ 1 ปี เป็นวันที่มีความเป็นฤดูร้อน วันที่อุณหภูมิต่ำสุดและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด ต่ำเป็นลำดับที่ 95 % ลงไปในรอบ 1 ปี เป็นวันที่มีความเป็นฤดูหนาว และวันที่มีปริมาณฝนสะสมสูงสุดและความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด มากเป็นลำดับที่ 95% ขึ้นไปในรอบ 1 ปี เป็นวันที่มีความเป็นฤดูร้อน จากนั้นทำการรวมค่าความเป็นฤดูกาลของแต่ละฤดูกาลรวม 10 ปี (พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2552) แล้วนำมาสร้างกราฟรายปี จะได้รูปแบบเฉพาะของกราฟฤดูกาลของแต่ละจังหวัด จากการวิเคราะห์ลักษณะกราฟร่วมกับตรรกะตั้งต้นของงานวิจัยนี้ สามารถหาจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของในแต่ละฤดูกาลของแต่ละสถานที่ทำให้แยกฤดูกาลต่างๆออกจากกันได้ชัดเจนเป็น 3 ฤดูกาล แต่ในส่วนของจังหวัดภูเก็ตและสงขลาสามารถแบ่งลักษณะเฉพาะของอากาศได้เพียง 2 แบบ (2 ฤดูกาล) เนื่องจากไม่สามารถหาจุดแบ่งระหว่างฤดูฝนกับฤดูหนาวได้

นพรัตน์ นุ่มศิริ (พ.ศ.2563) “การตัดสินใจเลือกรูปแบบในการจัดการมูลฝอยของ กองทัพอากาศ ณ ที่ตั้งดอนเมือง” งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการตัดสินใจเลือกรูปแบบในการจัดการมูล ฝอยของกองทัพอากาศ ณ ที่ตั้งดอนเมือง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัย และพิจารณาเลือกรูปแบบที่ เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดการมูลฝอยของกองทัพอากาศ ณ ที่ตั้งดอนเมือง เริ่มจากการรวบรวม ปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัย แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องเพื่อคัดเลือก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการมูลฝอยของกองทัพอากาศ ณ ที่ตั้งดอนเมือง โดยนำกระบวนการลำดับชั้น เชิงวิเคราะห์มาช่วยหาลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการมูลฝอยของกองทัพอากาศ ณ ที่ตั้งดอนเมือง รวมถึงช่วยในการตัดสินใจเลือกรูปแบบที่เหมาะสม ที่สุดในการจัดการมูลฝอย จาก 3 รูปแบบ คือ กองทัพอากาศดำเนินการเอง การจัดจ้างองค์กร เอกชน และ การจัดจ้างองค์กรของรัฐ โดยการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการมูลฝอยของกองทัพอากาศจำนวน 7 ท่าน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการ มูลฝอยของกองทัพอากาศ ณ ที่ตั้งดอนเมือง สูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ปัจจัยด้านการจัดการมูลฝอย เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์สิ่งแวดล้อมของ กองทัพอากาศ ปัจจัยด้านความปลอดภัยต่อบุคลากร และ ปัจจัยด้านหน่วยงานที่รับผิดชอบ สำหรับ รูปแบบการจัดการมูลฝอยของกองทัพอากาศ ณ ที่ตั้งดอนเมืองที่เหมาะสมที่สุด คือ กองทัพอากาศ ดำเนินการเอง

1.5 ทฤษฎี และ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ในการศึกษา

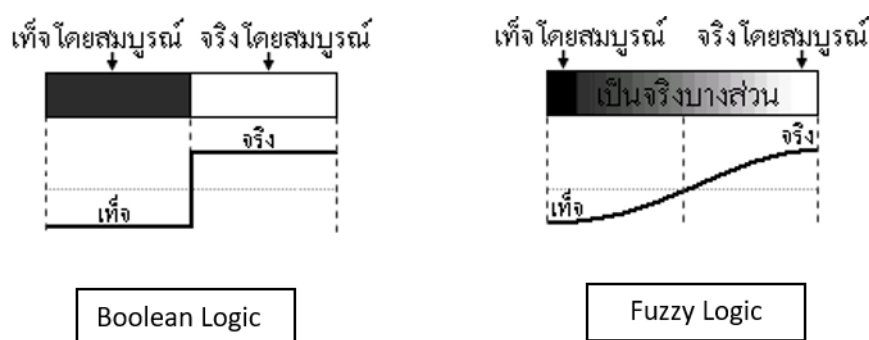
1.5.1 ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการศึกษา

1.5.1.1 ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)

ในโลกนี้มีปัญหาทางอุณหภูมิต่างมากมายที่พบเห็น บางปัญหาสามารถชี้ชัด ผิด- ถูก หรือ จริง-เท็จ เช่น พรุ้งนี้อุณหภูมิต่ำกว่า 32 องศาเซลเซียสไหม การตัดสินใจ สามารถบอกได้ทันทีว่า ใช่ (พรุ้งนี้อุณหภูมิต่ำกว่า 32 องศาเซลเซียส) หรือ ไม่ใช่(พรุ้งนี้อุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส) แต่ในทางความเป็นจริง ยังมีปัญหาอีกมากมายที่ยากซับซ้อนและไม่อาจตัดสินชี้ชัดลงได้ เช่น พรุ้งนี้อากาศร้อนไหม คงยากในการตอบ และคำตอบที่ได้มักแตกต่างหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการตัดสินใจ บนพื้นฐานของประสบการณ์และความคิดเห็นส่วนตัวของแต่ละบุคคลเป็นสำคัญ ยาก ในการชี้ชัดแน่นอน (uncertain) ทำให้เกิดภาวะคลุมเครือ (fuzzy) ไม่ชัดเจน (exact) ซึ่งการ แก้ปัญหาเหล่านี้ต้องอาศัยหลักการของฟัซซีลอจิกส์ (Fuzzy Logic) ตรรกะแห่งความคลุมเครือ ที่ คิดค้นและนำเสนอโดย ล็อตฟิ ซาดะห์ (Lotfi Zadeh) ในปี ค.ศ.1965

ฟัซซีลอจิกส์แม้ไม่มีกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองเหมือนโครงข่ายประสาทเทียม แต่วิธีนี้ก็สามารถให้เหตุผลเชิงมนุษย์ และยังสามารถอธิบายได้ว่าเหตุใดจึงมีข้อสรุปหรือคำตอบ ออกมาเช่นนี้ ซึ่งวิธีอื่นไม่อาจตอบได้ ในส่วนของการประยุกต์ใช้งาน มีการนำฟัซซีลอจิกส์มาใช้งาน

อย่างกว้างขวาง ทั้งทางด้านการประมวลผลข้อมูล การแพทย์ การทหาร โดยเฉพาะในวงการอุตสาหกรรมมีการนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่นใน ทีวี ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า ระบบขนส่งโลจิสติกส์ เป็นต้น



รูปที่ 1.1 ตรรกะแบบดั้งเดิม (Boolean Logic) และตรรกะแบบฟัซซีลอจิกส์ (Fuzzy Logic)

- ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership function)

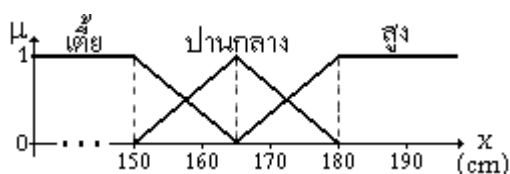
ยกตัวอย่างที่เกี่ยวกับลักษณะความสูงของชายไทย โดยสมมุติให้มีการกำหนดลักษณะความสูงแบ่งเป็น 3 ระดับ: {เตี้ย, ปานกลาง, สูง} หรือ {Low, Mid, High} และกำหนดช่วงความสูงในแต่ละระดับเป็นดังนี้

$$G_x = \begin{cases} 0 & x \leq 150 \text{ cm} ; \\ 1 & 150 \text{ cm} < x \leq 170 \text{ cm} ; \\ 2 & 170 \text{ cm} \leq x ; \end{cases}$$

G_x คือกลุ่มความสูงของ x และ Low : 0 , Mid : 1 , High : 2

และได้กล่าวมาแล้วว่าค่าเหล่านี้ไม่ใช่เป็นค่าที่แน่นอนชัดเจน เพราะมีบางช่วงของความสูงไม่อาจจะระบุชัดเจนว่าอยู่ในระดับใดและมักขึ้นอยู่กับดุลพินิจของแต่ละบุคคล ถ้าคนที่มีความสูงไม่เกิน 120 cm เป็นคนเตี้ยแน่นอน แต่ถ้าคนที่มีความสูงมากกว่า 120 แต่ไม่เกิน 150 cm ก็ถือว่าคนกลุ่มนี้ยังเป็นกลุ่มคนเตี้ย หรือมีความน่าจะเป็นในกลุ่มคนเตี้ยเท่ากับ 1 หรือ 100% และเมื่อมีความสูงมากขึ้นๆ กว่านี้ จะเริ่มไม่แน่ใจว่ายังคงอยู่ในระดับกลุ่มนี้หรือไม่ ความน่าจะเป็นในกลุ่มคนเตี้ยจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น และจะมีค่าเป็น 0 เมื่อมีความสูงเป็น 165 cm นั้นหมายความว่าไม่ได้เป็นสมาชิกของกลุ่มคนเตี้ย แต่ขณะเดียวกันความน่าจะเป็นในกลุ่มถัดไป (สูงระดับปานกลาง) ก็จะเพิ่มขึ้น ชัดเจนขึ้น ซึ่งในทางฟัซซีลอจิกส์จะเรียกความน่าจะเป็นนี้ว่า ความเป็น

สมาชิก (Membership) ความเป็นสมาชิกประกอบด้วย ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) เป็นกรอบให้ข้อมูลในแต่ละกลุ่มหรือในแต่ละระดับดังตัวอย่างในรูป 1.2 เพื่อกำกับว่าข้อมูลที่ตรงจุดนั้นมีค่าความเป็นสมาชิก หรือดีกรีของความเป็นสมาชิก μ (Degree of membership) เป็นเท่าใด โดยค่าความเป็นสมาชิกจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ไม่ใช่ 0 และ 1 แบบ ซึ่งตรรกะดั้งเดิม 0 หมายถึงไม่ได้เป็นสมาชิกในเซต 1 หมายถึงเป็นสมาชิกในเซต และค่าระหว่าง 0 กับ 1 หมายถึงการเป็นสมาชิกบางส่วน



รูปที่ 1.2 ลักษณะความสูงของชายไทยกับฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

จากรูปที่ 1.2 จะเห็นได้ว่ามีฟังก์ชันความเป็นสมาชิกอยู่ 2 ชนิด คือ 1. ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (triangular membership function) สำหรับสมาชิกความสูงของชายไทยระดับปานกลาง และ 2. ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal membership function) สำหรับสมาชิกความสูงของชายไทยระดับเตี้ย และ สมาชิกความสูงของชายไทยระดับสูง

- ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้ทั่วไปมีหลายชนิด แต่ในที่นี้จะกล่าวเพียง 2 ชนิด คือ

1. ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (triangular membership function)

ฟังก์ชันสามเหลี่ยมมีทั้งหมด 3 พารามิเตอร์คือ $\{a, b, c\}$

$$\text{triangular}(x: a, b, c) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \\ 0 & x > c \end{cases}$$

เมื่อนำมาตีความจากรูปที่ 1.2 กราฟความเป็นสมาชิกความสูงชายไทยระดับปานกลางซึ่งเป็นฟังก์ชันสามเหลี่ยม ค่า a เท่ากับ 150 เซนติเมตร ค่า b เท่ากับ 165 เซนติเมตร และ ค่า c เท่ากับ 180 เซนติเมตร โดยค่า x ถ้าน้อยกว่า 150 เซนติเมตร (a) จะมีค่าความเป็นสมาชิกความสูงชายไทยระดับปานกลางเป็น 0 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า ถ้าสูงน้อยกว่า 150 เซนติเมตร ถือว่าไม่เป็น

ความสูงชายไทยระดับปานกลาง ถ้า ค่า x อยู่ในช่วง 150 เซนติเมตร (a) ถึง 180 เซนติเมตร (c) จะมีค่าความเป็นสมาชิกระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าค่า x เท่ากับค่า 165 เซนติเมตร (b) จะมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 ถือว่ามีความเป็นสมาชิกความสูงชายไทยระดับปานกลางที่มีค่าสูงที่สุด และถ้า ค่า x ถ้ามากกว่า 180 เซนติเมตร ถือว่าไม่เป็นความสูงชายไทยระดับปานกลาง

2. ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal membership function)

$$\text{trapezoidal}(x : a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x < b \\ 1 & b \leq x < c \\ (d-x)/(d-c) & c \leq x < d \\ 0 & x \geq d \end{cases}$$

เมื่อนำมาตีความจากรูปที่ 1.2 กราฟความเป็นสมาชิกความสูงชายไทยระดับเตี้ย ซึ่งเป็นฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู ค่า a เท่ากับ 0 เซนติเมตร ค่า b เท่ากับ 0 เซนติเมตร และ ค่า c เท่ากับ 150 เซนติเมตร ค่า d เท่ากับ 165 เซนติเมตร โดยค่า x ถ้าน้อยกว่า 0 เซนติเมตร (a) จะมีค่าความเป็นสมาชิกความสูงชายไทยระดับเตี้ยเป็น 0 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า ถ้าสูงน้อยกว่า 0 เซนติเมตร ถือว่าไม่เป็นความสูงชายไทยระดับเตี้ย ถ้า ค่า x อยู่ในช่วง 0 เซนติเมตร (a) ถึง 0 เซนติเมตร (b) จะมีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 0 เซนติเมตร ถือว่าไม่เป็นความสูงชายไทยระดับเตี้ย ถ้า ค่า x อยู่ในช่วง 0 เซนติเมตร (b) ถึง 150 เซนติเมตร (c) จะมีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 1 เซนติเมตร ถือว่าเป็นความสูงชายไทยระดับเตี้ยที่มีค่าสูงที่สุด ถ้าค่า x อยู่ในช่วง 150 เซนติเมตร (c) ถึง 165 เซนติเมตร (d) จะมีค่าความเป็นสมาชิกระหว่าง 1 ถึง 0 และถ้า ค่า x ถ้ามากกว่า 165 เซนติเมตร ถือว่าไม่เป็นความสูงชายไทยระดับเตี้ย

- ฟัชชีแบบกฎถ้า-แล้ว (Fuzzy If-Then Rules)

ฟัชชีแบบกฎถ้า-แล้ว หรือ การแสดงสถานะของความคลุมเครือ (Fuzzy condition statement) คือ การแสดงรูปแบบของ If A Then B เมื่อ A และ B เป็นสัญลักษณ์ของฟัชชีเซต (Fuzzy Set) แสดงคุณสมบัติของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่เหมาะสม ความถูกต้องแสดงในรูปแบบที่แน่ชัด Fuzzy If-Then Rules คือการใช้เวลาที่น่าสนใจในส่วนที่เป็นเหตุ (precise part) ของเหตุผลที่เป็นหน้าที่สำคัญในความเป็นไปได้ในการตัดสินใจในสิ่งที่ไม่แน่ใจและไม่เที่ยงตรง ดังตัวอย่างที่จะอธิบายเพิ่มในเบื้องต้น ตัวอย่างเช่น “ถ้าความดันสูง ดังนั้นปริมาณเล็ก” เมื่อความดันและปริมาณเป็นตัวแปร สูงและเล็กคือค่าของตัวแปรเป็นลักษณะสมบัติของฟังก์ชันสมาชิก

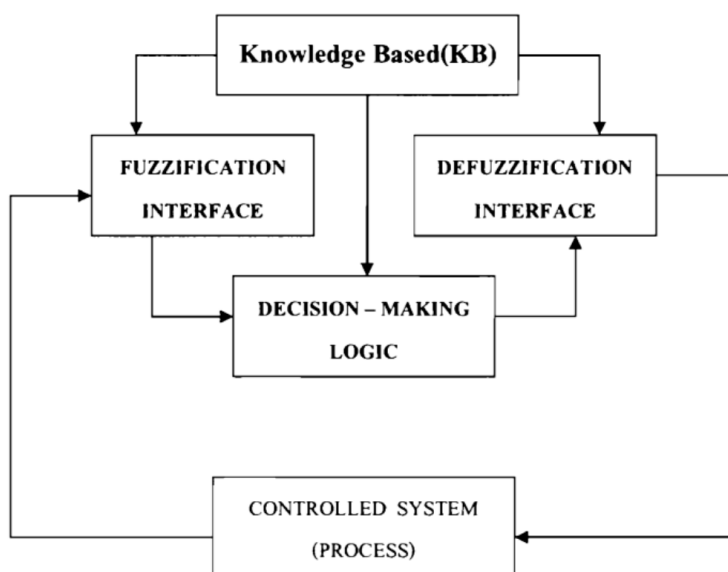
อีกรูปแบบหนึ่งของฟัซซีแบบกฎถ้า-แล้ว คิดขึ้นโดย Takagi และ Sugeno มีฟัซซีที่รวมกันในแต่ละส่วน เสนอสมมติฐาน โดยใช้ฟัซซีแบบกฎถ้า-แล้วของ Takagi เราสามารถอธิบายแรงต้านบนการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ดังนี้ “ถ้าความเร็วสูง ดังนั้น แรง = $k * (\text{ความเร็ว})^2$ ”

เมื่อความเร็วสูงในส่วนสมมติฐานคือตัวแปรที่มีคุณสมบัติโดย ฟังก์ชันสมาชิกที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามส่วนที่เป็นผล (Consequent part) อธิบายโดยสมการ Non-Fuzzy ของการเปลี่ยนแปลงอินพุตคือ ความเร็ว

ฟัซซีแบบกฎถ้า-แล้ว ทั้ง 2 แบบ มีการใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งในแบบจำลองและระบบควบคุม การใช้ตัวแปร และฟังก์ชันสมาชิกของฟัซซีแบบกฎถ้า-แล้วสามารถทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น รูปแบบของฟัซซีแบบกฎถ้า-แล้วเป็นส่วนสำคัญของ Fuzzy Inference System

- ระบบการอนุมานในระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Inference System)

ระบบการอนุมานในระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือหรือที่รู้จักในรูปของ Fuzzy rule based system, Fuzzy mode, Fuzzy Associative Memories (FAM) หรือ Fuzzy controller เมื่อใช้ในระบบควบคุม โครงสร้างของขั้นตอนการอนุมานในระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือมี 4 ส่วนคือ การทำฟัซซิฟิเคชัน (Fuzzification Interface), ฐานความรู้ (Knowledge Base), การอนุมานหรือการตีความ (Decision-Making Logic) และการดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification Interface) ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ฟัซซีอินเฟอเรนซ์ซิสเต็ม

1. การทำฟัซซิฟิเคชัน (Fuzzification Interface) ส่วนนี้มีหน้าที่คือ
 ก. จะทำการวัดค่าที่ได้จริงของตัวแปรอินพุท (Input Variable)
 ข. จากนั้นจะทำ การปรับอัตราส่วน (Scale Mapping) ให้กับค่าที่ได้ ซึ่งจะทำให้ช่วงค่าของ ตัวแปรอินพุทอยู่ใน Universe of discourse (U) ที่ต้องการ

ค. แล้วจึงเปลี่ยนข้อมูลทางอินพุท (Input Data) เหล่านั้นไปเป็นตัวแปรทางภาษา (Linguistic variable) ที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เราสามารถเข้าใจข้อมูลนั้น เป็นแบบ Fuzzy Set ได้

2. Knowledge Based เป็นส่วนของฐานความรู้ ซึ่งประกอบด้วย

ก. ฐานข้อมูล (Data Based) ซึ่งภายในตัวมันจะมีฟังก์ชัน (Function) ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการกำหนดกฎที่ใช้ในการควบคุม (Linguistic control rules) และจัดการฐานข้อมูลในฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์ซิสเต็ม

ข. กฎพื้นฐาน (Rule base) เป็นตัวกำหนดเป้าหมายและวิธีดำเนินการ ในการควบคุม โดยเขียนเป็น set การกำหนดกฎที่ใช้ในการควบคุม

3. Decision – Making Logic ส่วนนี้ นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญของระบบการอนุมานในระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ซึ่งมีความสามารถที่จะ จำลองการคิด และการตัดสินใจได้ใกล้เคียงมนุษย์ โดยอาศัยกฎต่างๆที่อยู่ในฐานความรู้ และ รูปแบบกฎฟัซซี (Fuzzy – Implication Function)

4. Defuzzification Interface ส่วนนี้จะทำหน้าที่กลับกันกับการทำฟัซซิฟิเคชันคือ

ก. จะปรับอัตราส่วนค่าตัวแปรเอาต์พุท (output variable) ให้อยู่ภายในช่วง crisp set ใน Universe of discourse (U) ที่ต้องการ

ข. จากนั้นจะเปลี่ยนแปลงค่าสัญญาณซึ่งเป็นแบบคลุมเครือ (Fuzzy) ไปเป็นแบบไม่คลุมเครือ (non-fuzzy output) แล้วส่งออกไปควบคุมระบบตามที่ออกแบบไว้

- เหตุผลในการใช้ระบบควบคุมฟัซซี (Fuzzy Control System)

เหตุผลในการใช้ระบบควบคุมฟัซซี เราแบ่งได้เป็น 2 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่

1. เหตุผลทางทฤษฎีโดยทั่วไปที่ดีควรจะต้องใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ของระบบนั้นยากต่อการหาเพื่อนำมาออกแบบควบคุม (ซึ่งเป็นไปได้สูงในระบบปฏิบัติการจริง) ข้อมูลที่สำคัญซึ่งเราต้องใช้งานจะหาได้มาจาก

ก. เซ็นเซอร์ (Sensor) ซึ่งจะวัดค่าตัวแปรที่สำคัญออกมาเป็นตัวเลข

ข. ผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะเป็นผู้ที่อธิบายออกมาเป็นภาษามนุษย์ (Linguistic Description) ตัวควบคุมพีซี สามารถออกแบบได้โดยนำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน (เพราะเป็นคำพูด) มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการควบคุมแบบเก่า นั้นไม่สามารถนำภาษามนุษย์ (คำพูด) มาใช้ได้

2. เหตุผลทางปฏิบัติ ระบบควบคุมพีซีสามารถเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากเป็นการเลียนแบบ วิธีการควบคุมแบบมนุษย์ซึ่งหลักการของระบบควบคุมพีซี สามารถเข้าใจได้แม้เป็นบุคคลที่ไม่คุ้นเคย สำหรับงานระบบควบคุม ใน 2 ทศวรรษที่ผ่านมา หรือในการพยากรณ์ ได้มีการใช้ Mathematic Tools เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการแก้ปัญหาที่ยากที่มีมากขึ้น โดยปัญหาต่างๆที่เพิ่มขึ้น หรือซับซ้อนขึ้นเหล่านี้ก็จะทำให้คนที่เข้าใจโดยลึกซึ้งนั้นน้อยลงไประบบควบคุมพีซี มีระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ เป็นหัวใจสำคัญของตัวควบคุม ซึ่งพีซีลอจิก สามารถทำให้สำเร็จได้ไม่ยากนัก เราสามารถสรุปลักษณะเด่นได้ออกมาดังต่อไปนี้

- ก. ไม่ใช่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการควบคุม
- ข. สามารถพัฒนาการควบคุมให้คล้ายพฤติกรรมของมนุษย์ได้
- ค. ไม่ใช่พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ยุ่งยากในการคำนวณ
- ง. สามารถเข้าถึงปัญหาระบบได้เร็ว จึงสามารถควบคุมได้อย่างทันเวลา (Real - Time)
- จ. หากสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกครบถ้วนจะใช้กฎในการควบคุมไม่กี่ข้อ
- ฉ. สามารถคำนวณค่าแต่ละค่าของอินพุต-เอาต์พุตไว้ล่วงหน้า แล้วจัดเก็บใน ROM เพื่อให้ การทำงานเร็วยิ่งขึ้น
- ช. สามารถประยุกต์ใช้ในสาขาระบบผู้เชี่ยวชาญได้เป็นอย่างดี

1.5.1.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือ Expert system เป็นวิธีที่จำลองการตัดสินใจของมนุษย์ของผู้เป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านใดด้านหนึ่ง โดยใช้ความรู้และการสรุปเหตุผลเชิงอนุมาน (inference) ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนที่ต้องอาศัยองค์ความรู้เฉพาะทาง โดยที่ระบบผู้เชี่ยวชาญจะเป็นระบบโต้ตอบ ตอบสนองคำถาม ให้คำแนะนำและช่วยในการตัดสินใจ การที่ระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยความรู้ จะทำให้ระบบเชี่ยวชาญฉลาดเหมือนมนุษย์ ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 1 คนหรือมากกว่า 1 คน สามารถใส่ไปในฐานะข้อมูลและฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ได้โดยการติดต่อกับระบบโดยสามารถโต้ตอบและมีการขอข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีข้อมูลยังไม่เพียงพอให้คำแนะนำและช่วยเหลือในกระบวนการตัดสินใจซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายมนุษย์ ซึ่งเหมือนกับผู้ใช้สามารถติดต่อ

กับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ทั้งผู้ใช้และระบบผู้เชี่ยวชาญจะมีการถามและตอบคำถามจากคำถามหนึ่ง ไปสู่อีกคำถามหนึ่ง จนกระทั่งสามารถหาคำตอบในการแก้ไขปัญหาได้

1.5.1.3 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ (IOC)

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ในการการหาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยค่า IOC นั้น ได้มาจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านขึ้นไป แล้วแต่ความเหมาะสมของแต่ละงาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยประเมินว่า ข้อคำถามแต่ละข้อในแบบสอบถาม สามารถวัดได้ตรงกับเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยให้คะแนนตามเกณฑ์แล้วนำผลมาพิจารณาคะแนน ของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อมาวิเคราะห์ หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) (ธีระ กุลสวัสดิ์, 2558) ดังนี้

- 1) แน่ใจว่ามีความสอดคล้องหรือวัดได้ มีระดับคะแนนเท่ากับ 1
- 2) ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องหรือวัดได้ มีระดับคะแนนเท่ากับ 0
- 3) แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องหรือวัดได้ มีระดับคะแนนเท่ากับ -1

หลังจากนั้นนำแบบประเมินโมเดลให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับ วัตถุประสงค์ และนำมาหาค่าความสอดคล้อง

$$\text{โดยใช้สูตร } IOC = \sum R/(n) \dots\dots (1.1)$$

R หมายถึง คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ

n หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ในการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในทุก ข้อคำถามนั้น มีค่าเท่ากับ 1.00 หากข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 จะคัดเลือกไว้ส่วนข้อ คำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 จะนำมาพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามใหม่หรือจะตัดทิ้งก็ได้ตามความ เหมาะสม วิธีการนี้เป็นวิธีการที่นิยมใช้กัน และเป็นวิธีการที่ทำได้โดยไม่ต้องใช้เทคนิคหรือสถิติขั้นสูงใน การประมวลผล

1.5.1.4 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ คือ การคำนวณวิเคราะห์แต่ละจุดข้อมูล ด้วยการการสร้างชุดค่าเฉลี่ยย่อยของข้อมูลทั้งหมด และยังทำหน้าที่เป็นตัวกรองการตอบสนองแบบจำกัด (Finite Impulse Response) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จะถูกใช้โดยทั่วไปกับข้อมูลชุดข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อให้เกิดความผันผวนในระยะสั้นและเน้นแนวโน้มระยะยาวหรือรอบระยะยาว เกณฑ์ระหว่างระยะสั้นและระยะยาวขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และเหตุที่เรียกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เพราะในวันถัดไปค่าเฉลี่ยก็จะเปลี่ยนด้วยเช่นกัน

ในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average) แสดงในสมการที่ (1.2) ดังนี้

$$X_{(t,n)} = \frac{1}{n} \sum_{i=t-N+1}^t X_t \dots\dots (1.2)$$

โดยที่	X	คือ	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
	N	คือ	จำนวนวันที่เฉลี่ยพิจารณานับถอยหลังไป n วัน
	X_t	คือ	ผลที่คำนวณได้ของวันที่ t

1.5.1.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation)

เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ซึ่งหากมีค่าใกล้ -1.0 นั้น หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์อย่างมากในเชิงตรงข้าม หากมีค่าใกล้ +1.0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก และหากค่าเป็น 0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) แสดงในสมการที่ (1.3) ดังนี้

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots (1.3)$$

โดยที่	r	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	x_i	คือ	ค่าการพยากรณ์ที่วันที่ i
	$\bar{x}$	คือ	ค่าเฉลี่ยการพยากรณ์
	y_i	คือ	ค่าที่ตรวจวัดได้ที่วันที่ i
	$\bar{y}$	คือ	ค่าเฉลี่ยค่าที่ตรวจวัดได้

1.5.1.6 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE)

ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error : RMSE) เป็นตัวใช้ประเมินความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งแสดงในดังสมการที่ (1.4) ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - y_i)^2} \dots\dots (1.4)$$

โดยที่	<i>RMSE</i>	คือ	ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง
	<i>x_i</i>	คือ	ค่าการพยากรณ์ที่วันที่ <i>i</i>
	<i>y_i</i>	คือ	ค่าที่ตรวจวัดได้วันที่ <i>i</i>
	<i>n</i>	คือ	จำนวนวันทั้งหมดที่ทำการพยากรณ์

1.5.1.7 ภูมิอากาศจังหวัดภูเก็ต

- ขอบเขตและที่ตั้ง

จังหวัดภูเก็ตเป็นจังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทย มีลักษณะเป็นเกาะมีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทยตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของภาคใต้ในทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย มีเกาะบริวารถึง 32 เกาะ โดยตั้งอยู่ที่ละติจูด 7°45' ถึง 8°15' เหนือ ลองจิจูด 98°15' ถึง 98°30' ตะวันออก รวมเนื้อที่ประมาณ 570,034 ตารางกิโลเมตร หรือ 356,271.25 ไร่ ส่วนกว้างที่สุดของเกาะภูเก็ตเท่ากับ 21.3 กิโลเมตร ส่วนที่ยาวที่สุดของเกาะภูเก็ตเท่ากับ 48.7 ตารางกิโลเมตร อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 867 กิโลเมตร สำหรับเกาะบริวารจำนวน 32 เกาะ มีพื้นที่รวมกันเท่ากับ 27 ตารางกิโลเมตร

ทิศเหนือ ติดต่อกับ ช่องแคบปากพระ อำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา

ทิศใต้ ติดต่อกับ ทะเลอันดามัน

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ ทะเลอันดามัน เขตอำเภอเกาะยาว จังหวัดพังงา

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ ทะเลอันดามัน

- ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดภูเก็ตมีลักษณะเป็นหมู่เกาะ วางตัวในแนวจากทิศเหนือไปทิศใต้พื้นที่โดยรอบประกอบด้วยภูเขา ทะเล และหาดทราย ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณ ร้อยละ 70 เป็นภูเขา มียอดเขาสูงที่สุด คือ ยอดเขาไม้เท้าสิบสองอยู่ในเขตตำบลป่าตอง อำเภอกระบุรีและประมาณร้อยละ 30 เป็นพื้นที่ราบอยู่ตอนกลางและตะวันออกของเกาะ มีลักษณะพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกเป็นดินเลน และป่าชายเลน สำหรับชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกเป็นภูเขาและหาดทรายที่สวยงาม

- ลักษณะอากาศทั่วไป

ลักษณะอากาศของจังหวัดภูเก็ต อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาเอามวลอากาศชื้นจากทะเลแถบมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมหรือ

ฤดูฝน ทำให้จังหวัดภูเก็ตมีฝนชุกทั่วไป ส่วนลมมรสุมอีกชนิดหนึ่ง คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนมาสู่ประเทศไทยพัดผ่านทะเลจีนใต้และอ่าวไทยพาเอาไอน้ำและความชื้นมาสู่จังหวัดนี้ แต่เนื่องจากจังหวัดภูเก็ตอยู่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกจึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไม่เต็มที่ทำให้อากาศไม่หนาวเย็น โดยมีฝนตกในฤดูมรสุมนี้แต่มีปริมาณน้อย

- ฤดูกาล

เนื่องจากจังหวัดภูเก็ตตั้งอยู่ในภาคใต้ซึ่งเป็นเขตละติจูดต่ำและล้อมรอบด้วยทะเล ลักษณะอากาศในแต่ละฤดูกาลจึงไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทยแล้ว

สามารถจำแนกได้เป็น 3 ฤดู คือ

1) ฤดูร้อน เริ่มประมาณ กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู มรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นและมีอากาศร้อน โดยเฉพาะเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมเป็นช่วงที่อากาศร้อนกว่าช่วงอื่น อย่างไรก็ตามเนื่องจากอิทธิพลทะเลทำให้อากาศไม่ร้อนอบอ้าวเท่ากับจังหวัดที่อยู่ในบริเวณประเทศไทยตอนบน

2) ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมกับมีร่องความกดอากาศต่ำพัดผ่านภาคใต้เป็นระยะ ๆ ในเดือนตุลาคม ต่อจากนั้นจนถึงเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นระยะแรกที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุม จังหวัดภูเก็ตจะยังคงมีฝนชุกต่อเนื่อง จนถึงเดือนธันวาคมฝนจึงเริ่มลดลงเป็นลำดับ

3) ฤดูหนาว เริ่มประมาณ กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย เมื่อมรสุมนี้พัดปกคลุมเต็มที่อุณหภูมิจะลดลงและมีอากาศเย็นเป็นครั้งคราว โดยอุณหภูมิจะลดลงต่ำสุดในเดือนธันวาคมและมกราคม อย่างไรก็ตามสภาวะอากาศในช่วงฤดูหนาวของจังหวัดนี้ไม่หนาวเย็นมากเท่ากับจังหวัดที่อยู่ในบริเวณประเทศไทยตอนบน ซึ่งอยู่ในละติจูดที่สูงกว่าและอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน

- อุณหภูมิ

จังหวัดภูเก็ตเป็นเกาะที่ตั้งอยู่ในทะเลอันดามัน อุณหภูมิระหว่างฤดูกาลและระหว่างกลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 27-29 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.9 องศาเซลเซียส เคยตรวจอุณหภูมิสูงที่สุดได้ 39.2 องศาเซลเซียสที่อำเภอเมือง เมื่อวันที่ 20 เมษายน 2562 ส่วนในฤดูหนาวอากาศจะเย็นที่สุดในเดือน

มกราคม เคยตรวจอุณหภูมิต่ำที่สุดได้ 13.9 องศาเซลเซียส ที่ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก อำเภอลำปาง เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2500

- ฝน

เนื่องจากจังหวัดภูเก็ตอยู่ทางด้านฝั่งตะวันตกของภาคใต้ปริมาณฝนที่ตกส่วนมาก ขึ้นกับร่องมรสุมที่พัดผ่านและมรสุมที่พัดปกคลุม ซึ่งในฤดูฝนจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมอย่างเต็มที่จึงมีฝนตกชุกตลอด ส่วนในฤดูแล้งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีฝนตกน้อย เนื่องจากถูกทิวเขาภูเก็ตที่อยู่ทางด้านตะวันออกของจังหวัดปิดกั้นลมไว้ปริมาณฝนบริเวณอำเภอเมืองมีฝนเฉลี่ยตลอดปี 2,277.3 มิลลิเมตร และมีฝนตก 176 วัน ส่วนที่อำเภอลำปางมีปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปี 2,662.8 มิลลิเมตร และมีฝนตก 186 วัน เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดในรอบปี มีปริมาณฝนอยู่ในช่วง 350-400 มิลลิเมตร มีฝนตก 22 วัน และปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 วัน วัดได้ 245.7 มิลลิเมตร ที่ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก อำเภอลำปาง เมื่อวันที่ 1 กันยายน 2565

- สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่มีผลกระทบกับจังหวัดภูเก็ต

พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนผ่านจังหวัดภูเก็ต ส่วนใหญ่จะมีแหล่งกำเนิดจากทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตก แล้วเคลื่อนตัวทางทิศตะวันตกผ่านอ่าวไทยก่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางภาคใต้ฝั่งตะวันออก ในช่วงตั้งแต่ครั้งหลังของเดือนตุลาคมเป็นต้นไปจนถึงเดือนธันวาคมจังหวัดภูเก็ตมีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากพายุหมุนเขตร้อน เพราะในช่วงดังกล่าวพายุมีโอกาสที่เคลื่อนผ่านเข้าสู่จังหวัดนี้และก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงมากที่สุด ซึ่งจากสถิติคาบ 72 ปีตั้งแต่ พ.ศ. 2494-2565 ปรากฏว่ามีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนผ่านเข้าสู่จังหวัดภูเก็ต 2 ลูก โดยมีกำลังแรงเป็นพายุดีเปรสชัน และเคลื่อนเข้ามาในเดือนพฤศจิกายน (2505, 2536) ทั้งสองลูก จากสภาพภูมิประเทศของจังหวัดภูเก็ตที่เป็นเกาะในทะเลอันดามันและอยู่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ดังนั้นพายุโซนร้อนหรือดีเปรสชันที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ภาคใต้เกือบทุกครั้งจะมีผลกระทบต่อจังหวัดภูเก็ตด้วย โดยเฉพาะพายุที่มีกำลังแรงเป็นพายุโซนร้อนซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของราษฎร ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากมายทั้งจากกระแสน้ำที่พัดแรงจัดและฝนที่ตกหนักมากจนเกิดอุทกภัยเป็นบริเวณกว้าง ดังเช่น พายุโซนร้อน “แฮเรียต” ซึ่งก่อตัวในทะเลจีนใต้ใกล้ปลายแหลมญวน เมื่อวันที่ 24 ตุลาคม 2505 แล้วเคลื่อนเข้ามาในอ่าวไทยพร้อมกับทวีกำลังแรงขึ้นเป็นพายุโซนร้อนและเคลื่อนเข้าฝั่งบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราชผ่านจังหวัดสุราษฎร์ธานีระหว่างวันที่ 25 - 26 ตุลาคม 2505 แล้วลงสู่ทะเลอันดามัน พายุนี้สร้างความเสียหายเกือบทุกจังหวัดในภาคใต้รวมทั้งจังหวัดภูเก็ตด้วย โดยมีผู้เสียชีวิต 935 คน และบาดเจ็บ 445 คน ทรัพย์สินของราชการและเอกชนเสียหายคิดเป็นมูลค่าถึง 1,320 ล้านบาท ซึ่งพายุดังกล่าวส่งผลให้จังหวัดภูเก็ตมีฝนตกหนักมากใน 1 วัน มีปริมาณ 101.4 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2505

1.5.1.8 ความสูงของคลื่นทะเล

ความสูงของคลื่นทะเลในงานนี้ จะอ้างอิงจากมาตรวัดโบฟอร์ต (Beaufort Scale) ซึ่งเป็นมาตรวัดที่เกิดจากการสังเกตและการทดลองเกี่ยวข้องกับความเร็วลมและสภาพของลมที่สังเกตได้ในทะเลและบนบก มาตรานี้มักใช้สำหรับคาดคะเนความเร็วลม สำหรับใช้ในการเดินเรือใบ โดยถูกประดิษฐ์ขึ้นในปี ค.ศ. 1805 โดยนักอุทกศาสตร์ชาวไอริชชื่อ ฟรานซิส โบฟอร์ต

ตารางที่ 1.1 เกณฑ์ความสูงของคลื่นทะเลที่สัมพันธ์กับกำลังลมของมาตรวัดโบฟอร์ต

Beaufort Scale	ลักษณะคลื่นทะเล	ความเร็วลม (นอต)	ความสูงคลื่น (เมตร)
0	ทะเลราบ	< 1	0
1	ทะเลสงบ	1-3	0-0.1
2	ทะเลเรียบ	4-6	0.1-0.5
3	ทะเลเรียบ	7-10	0.1-0.5
4	คลื่นเล็กน้อย	11-16	0.5-1.25
5	คลื่นปานกลาง	17-21	1.25-2.5
6	คลื่นจัด	22-27	2.5-4.0
7	คลื่นจัดมาก	28-33	4.0-6.0
8	คลื่นใหญ่	34-40	6.0-9.0
9	คลื่นใหญ่	41-47	6.0-9.0
10	คลื่นใหญ่มาก	48-55	9.0-14.0

1.5.1.9 เกณฑ์อากาศ

เกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานการแบ่งความรุนแรงของลักษณะอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้สำหรับการพยากรณ์อากาศและออกคำเตือนภัยธรรมชาติที่ปรากฏในเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยามีดังนี้

- เกณฑ์ความเร็วลม

ตารางที่ 1.2 เกณฑ์ความเร็วลมที่ระดับสูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง

ขนาดของลม		สัญลักษณ์ที่แสดงบนบก	นอต	กม./ชม.
ลมสงบ	CALM	ลมเจียบ ควันลอยขึ้นตรง ๆ	< 1	< 1
ลมเบา	LIGHT AIR	ควันลอยตามลม แต่ศรลมไม่หันไปตามทิศลม	1 - 3	1 - 5
ลมอ่อน	LIGHT BREEZE	รู้สึกลมพัดที่ใบหน้า ใบไม้แกว่งไกว ศรลมหันไปตามทิศลม	4 - 6	6 - 11
ลมโชย	GENTLE BREEZE	ใบไม้และกิ่งไม้เล็ก ๆ กระดิกแรงปลิว	7 - 10	12 - 19
ลมปานกลาง	MODERATE BREEZE	มีฝุ่นตลบ กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็กขยับเขยื้อน	11 - 16	20 - 28
ลมแรง	FRESH BREEZE	ต้นไม้เล็กแกว่งไกวไปมา มีระลอกน้ำ	17 - 21	29 - 38
ลมจัด	STRONG BREEZE	กิ่งไม้ใหญ่ขยับเขยื้อน ได้ยินเสียงหวีดหวิว ไร่ล้มลำบาก	22 - 27	39 - 49
พายุเกลอ่อน	NEAR GALE	ต้นไม้ใหญ่ทั้งต้นแกว่งไกว	28 - 33	50 - 61
พายุเกล	GALE	กิ่งไม้หัก ลมต้านการเดิน	34 - 40	62 - 74
พายุเกลแรง	STRONG GALE	อาคารที่ไม่มั่นคงหักพังหลังคาปลิว	41 - 47	75 - 88
พายุ	STORM	ต้นไม้ถอนรากล้ม เกิดความเสียหายมาก (ไม่ปรากฏบ่อยนัก)	48 - 55	89 - 102
พายุใหญ่	VIOLENT STORM	เกิดความเสียหายทั่วไป (ไม่ค่อยปรากฏ)	56 - 63	103 - 117
พายุไต้ฝุ่น	TYPHOON or HRRICANE		> 63	> 17

- **เกณฑ์อากาศร้อน** (ใช้อุณหภูมิสูงสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูร้อน)

1. อากาศร้อน(Hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 35.0 – 39.9 องศาเซลเซียส
2. อากาศร้อนจัด(Very Hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 องศาเซลเซียสขึ้นไป

- **เกณฑ์อากาศหนาว** (ใช้อุณหภูมิต่ำสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูหนาว)

1. อากาศเย็น(Cool) อุณหภูมิตั้งแต่ 16.0 – 22.9 องศาเซลเซียส
2. อากาศหนาว(Cold) อุณหภูมิตั้งแต่ 8.0 – 15.9 องศาเซลเซียส
3. อากาศหนาวจัด(Very Cold) อุณหภูมิตั้งแต่ 7.9 องศาเซลเซียสลงไป

- **เกณฑ์ปริมาณฝน**

1. ฝนเล็กน้อย(Light Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ถึง 10.0 มิลลิเมตร
2. ฝนปานกลาง(Moderate Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 10.1 มิลลิเมตร ถึง 35.0 มิลลิเมตร
3. ฝนหนัก(Heavy Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 35.1 มิลลิเมตร ถึง 90.0 มิลลิเมตร
4. ฝนหนักมาก(Very Heavy Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป

- **ดัชนีความร้อน (Heat Index)**

ดัชนีความร้อนคือ อุณหภูมิที่มนุษย์รู้สึกได้ว่าในขณะนั้นอากาศร้อนเป็นอย่างไร หรืออุณหภูมิที่ปรากฏในขณะนั้นเป็นอย่างไร โดยนำค่าอุณหภูมิของอากาศที่ตรวจวัดได้จริง และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ มาคำนวณหาค่าที่เป็นดัชนีซึ่งเป็นตัวแทนของอุณหภูมิที่มนุษย์รู้สึกได้ในสภาวะอากาศขณะนั้นจากสมการดัชนีความร้อนที่แสดงในสมการที่ 1.6

$$\begin{aligned} \text{Index}_{\text{heat}} = & - 42.379 + (2.04901523 \times T) + (10.1433127 \times Rh) \\ & - (0.22475541 \times T \times Rh) - (6.83783 \times 10^{-3} \times T^2) \\ & - (5.481717 \times 10^{-2} \times Rh^2) + (1.22874 \times 10^{-3} \times T^2 \times Rh) \\ & + (8.5282 \times 10^{-4} \times T \times Rh^2) - (1.99 \times 10^{-6} \times T^2 \times Rh) \dots(1.6) \end{aligned}$$

T คือ อุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์ Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์

ตัวอย่างการใช้งานดัชนีความร้อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่าร้อยละ 45 ที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส มนุษย์จะมีความรู้สึกที่อากาศมีอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส แต่ที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่าร้อยละ 85 ที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียสเท่ากัน มนุษย์จะมีความรู้สึกที่อากาศมีอุณหภูมิถึง 36 องศาเซลเซียส ซึ่งดัชนีความร้อนดังกล่าวอาจทำให้เกิดอันตรายกับสุขภาพมนุษย์ (ดูตารางที่ 1.3 ประกอบ)

ตารางที่ 1.3 ดัชนีความร้อน

NOAA national weather service: heat index

Temperature Relative humidity	80 °F (27 °C)	82 °F (28 °C)	84 °F (29 °C)	86 °F (30 °C)	88 °F (31 °C)	90 °F (32 °C)	92 °F (33 °C)	94 °F (34 °C)	96 °F (36 °C)	98 °F (37 °C)	100 °F (38 °C)	102 °F (39 °C)	104 °F (40 °C)	106 °F (41 °C)	108 °F (42 °C)	110 °F (43 °C)
40%	80 °F (27 °C)	81 °F (27 °C)	83 °F (28 °C)	85 °F (29 °C)	88 °F (31 °C)	91 °F (33 °C)	94 °F (34 °C)	97 °F (36 °C)	101 °F (38 °C)	105 °F (41 °C)	109 °F (43 °C)	114 °F (46 °C)	119 °F (48 °C)	124 °F (51 °C)	130 °F (54 °C)	136 °F (58 °C)
45%	80 °F (27 °C)	82 °F (28 °C)	84 °F (29 °C)	87 °F (31 °C)	89 °F (32 °C)	93 °F (34 °C)	96 °F (36 °C)	100 °F (38 °C)	104 °F (40 °C)	109 °F (43 °C)	114 °F (46 °C)	119 °F (48 °C)	124 °F (51 °C)	130 °F (54 °C)	137 °F (58 °C)	
50%	81 °F (27 °C)	83 °F (28 °C)	85 °F (29 °C)	88 °F (31 °C)	91 °F (33 °C)	95 °F (35 °C)	99 °F (37 °C)	103 °F (39 °C)	108 °F (42 °C)	113 °F (45 °C)	118 °F (48 °C)	124 °F (51 °C)	131 °F (55 °C)	137 °F (58 °C)		
55%	81 °F (27 °C)	84 °F (29 °C)	86 °F (30 °C)	89 °F (32 °C)	93 °F (34 °C)	97 °F (36 °C)	101 °F (38 °C)	106 °F (41 °C)	112 °F (44 °C)	117 °F (47 °C)	124 °F (51 °C)	130 °F (54 °C)	137 °F (58 °C)			
60%	82 °F (28 °C)	84 °F (29 °C)	88 °F (31 °C)	91 °F (33 °C)	95 °F (35 °C)	100 °F (38 °C)	105 °F (41 °C)	110 °F (43 °C)	116 °F (47 °C)	123 °F (51 °C)	129 °F (54 °C)	137 °F (58 °C)				
65%	82 °F (28 °C)	85 °F (29 °C)	89 °F (32 °C)	93 °F (34 °C)	98 °F (37 °C)	103 °F (39 °C)	108 °F (42 °C)	114 °F (46 °C)	121 °F (49 °C)	128 °F (53 °C)	136 °F (58 °C)					
70%	83 °F (28 °C)	86 °F (30 °C)	90 °F (32 °C)	95 °F (35 °C)	100 °F (38 °C)	105 °F (41 °C)	112 °F (44 °C)	119 °F (48 °C)	126 °F (52 °C)	134 °F (57 °C)						
75%	84 °F (29 °C)	88 °F (31 °C)	92 °F (33 °C)	97 °F (36 °C)	103 °F (39 °C)	109 °F (43 °C)	116 °F (47 °C)	124 °F (51 °C)	132 °F (56 °C)							
80%	84 °F (29 °C)	89 °F (32 °C)	94 °F (34 °C)	100 °F (38 °C)	106 °F (41 °C)	113 °F (45 °C)	121 °F (49 °C)	129 °F (54 °C)								
85%	85 °F (29 °C)	90 °F (32 °C)	96 °F (36 °C)	102 °F (39 °C)	110 °F (43 °C)	117 °F (47 °C)	126 °F (52 °C)	135 °F (57 °C)								
90%	86 °F (30 °C)	91 °F (33 °C)	98 °F (37 °C)	105 °F (41 °C)	113 °F (45 °C)	122 °F (50 °C)	131 °F (55 °C)									
95%	86 °F (30 °C)	93 °F (34 °C)	100 °F (38 °C)	108 °F (42 °C)	117 °F (47 °C)	127 °F (53 °C)										
100%	87 °F (31 °C)	95 °F (35 °C)	103 °F (39 °C)	112 °F (44 °C)	121 °F (49 °C)	132 °F (56 °C)										

Key to colors: Caution Extreme caution Danger Extreme danger

(ที่มา: NOAA national weather service: heat index)

ดังนั้น กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข จึงได้ออกประกาศเตือนให้ประชาชนติดตามการรายงานค่าดัชนีความร้อน และดูแลตัวเองและสมาชิกในบ้าน ให้ปลอดภัยจากสภาพอากาศที่ร้อนระอุ โดยได้แบ่งระดับความรุนแรงของค่าดัชนีความร้อนที่ส่งผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ไว้ ดังแสดงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นเนื่องจากดัชนีความร้อน (ที่มา: กรมอนามัย)

ดัชนีความร้อน (องศาเซลเซียส)	ผลกระทบต่อสุขภาพ
27-32 เฝ้าระวัง (Caution)	อ่อนเพลีย วิงเวียน คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยตามตัวจากการสัมผัสความร้อนหรือออกกำลังกายหรือทำงานที่ใช้แรงงานท่ามกลางอากาศร้อน
32-41 เตือนภัย (Extreme Caution)	เกิดอาการตะคริวจากความร้อนและอาจเกิดอาการเพลียแดด (Heat Exhaustion) หากสัมผัสความร้อนเป็นเวลานาน
41-54 อันตราย (Danger)	มีอาการตะคริวที่น่อง ต้นขา หน้าท้อง หรือไหล่ ทำให้ปวดเกร็ง มีอาการเพลียแดด และอาจเกิดภาวะลมแดด (Heat Stroke) ได้หากสัมผัสความร้อนเป็นเวลานาน
มากกว่า 54 อันตรายมาก (Extreme Danger)	เกิดภาวะลมแดด (Heat Stroke)

1.5.1.8 เกณฑ์การวิเคราะห์ผลกระทบของภัยพิบัติของกรมอุตุนิยมวิทยา

เกณฑ์การวิเคราะห์ผลกระทบภัยพิบัติของกรมอุตุนิยมวิทยาจะแบ่งเป็น 5 ระดับตามความเสียหาย ดังตารางที่ 1.5 ดังนี้

ตารางที่ 1.5 เกณฑ์การวิเคราะห์ผลกระทบของภัยพิบัติของกรมอุตุนิยมวิทยา

ระดับ	ความเสียหาย	กรณีเป็นความรุนแรงที่	
		วัดเป็นตัวเงินได้	ไม่สามารถวัดเป็นตัวเงินได้
5	สูงมาก	> 1 ล้านบาท	มีการสูญเสียทรัพย์สินอย่างมหันต์ มีการบาดเจ็บถึงชีวิต
4	สูง	> 2.5 แสนบาท – 1 ล้านบาท	มีการสูญเสียทรัพย์สินมาก มีการบาดเจ็บสาหัสถึงขั้นพักงาน
3	ปานกลาง	> 50,000 บาท – 2.5 แสนบาท	มีการสูญเสียทรัพย์สินมาก มีการบาดเจ็บสาหัสถึงขั้นพักงาน
2	น้อย	> 10,000 บาท – 50,000 บาท	มีการสูญเสียทรัพย์สินพอสมควร มีการบาดเจ็บรุนแรง
1	น้อยมาก	ไม่เกิน 10,000 บาท	มีการสูญเสียทรัพย์สินเล็กน้อย มีการไม่มีการบาดเจ็บรุนแรง

1.5.2 กรอบความคิดที่นำมาใช้การศึกษา

กรอบความคิด 5 ประเด็น ที่ได้นำมาเป็นฐานแนวคิดในการทำการศึกษาคือ

กรอบความคิดที่ 1 “สภาพอากาศที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวที่หนึ่ง อาจจะไม่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวอีกที่หนึ่ง ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่”

กรอบความคิดที่ 2 “กิจกรรมการท่องเที่ยวแต่ละรูปแบบ มีสภาพอากาศที่เหมาะสมต่างๆ กันไป”

กรอบความคิดที่ 3 “การท่องเที่ยวปัจจัยที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงคือความปลอดภัยต่อชีวิตเป็นอันดับแรก”

กรอบความคิดที่ 4 “วิธีการใช้ในการสร้างดัชนีการท่องเที่ยวจะต้องเป็นวิธีที่เข้าใจง่าย สะท้อนและแยกลักษณะเฉพาะของข้อมูลได้ดี ยืดหยุ่นสูง ปรับแก้การคำนวณดัชนีได้สะดวก เพื่อง่ายต่อการต่อยอดและถ่ายทอด”

กรอบความคิดที่ 5 “ข้อมูลผลตรวจอากาศที่นำมาใช้เป็นตัวแปรขั้นตอนวิธีการทำงานของงานนี้ ต้องเป็นข้อมูลที่ตรวจวัดได้ง่าย”

กรอบความคิดทั้ง 5 ประเด็น จะเป็นกรอบความคิดตั้งต้นไปสู่การออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานจากฟัชชีลอจิกส์ ที่นำมาใช้ในการประยุกต์ในครั้งนี้

1.6 วิธีดำเนินการศึกษา

1. ศึกษาปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต ทั้งในแง่ความปลอดภัย และสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยว เพื่อนำไปสร้างกรอบความคิดสำหรับนำไปออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงาน ด้วยการประยุกต์ใช้ฟัชชีลอจิกส์

2. รวบรวมข้อมูลตรวจอากาศรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก(ภูเก็ต) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2562 เพื่อเป็นข้อมูลใช้ฝึกแบบจำลอง

3. ออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานภายใต้กรอบความคิดที่ตั้งไว้

4. นำขั้นตอนวิธีการทำงานมาเรียนรู้ข้อมูลตรวจอากาศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2561 เพื่อสร้างแบบจำลองปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตของปี พ.ศ.2562

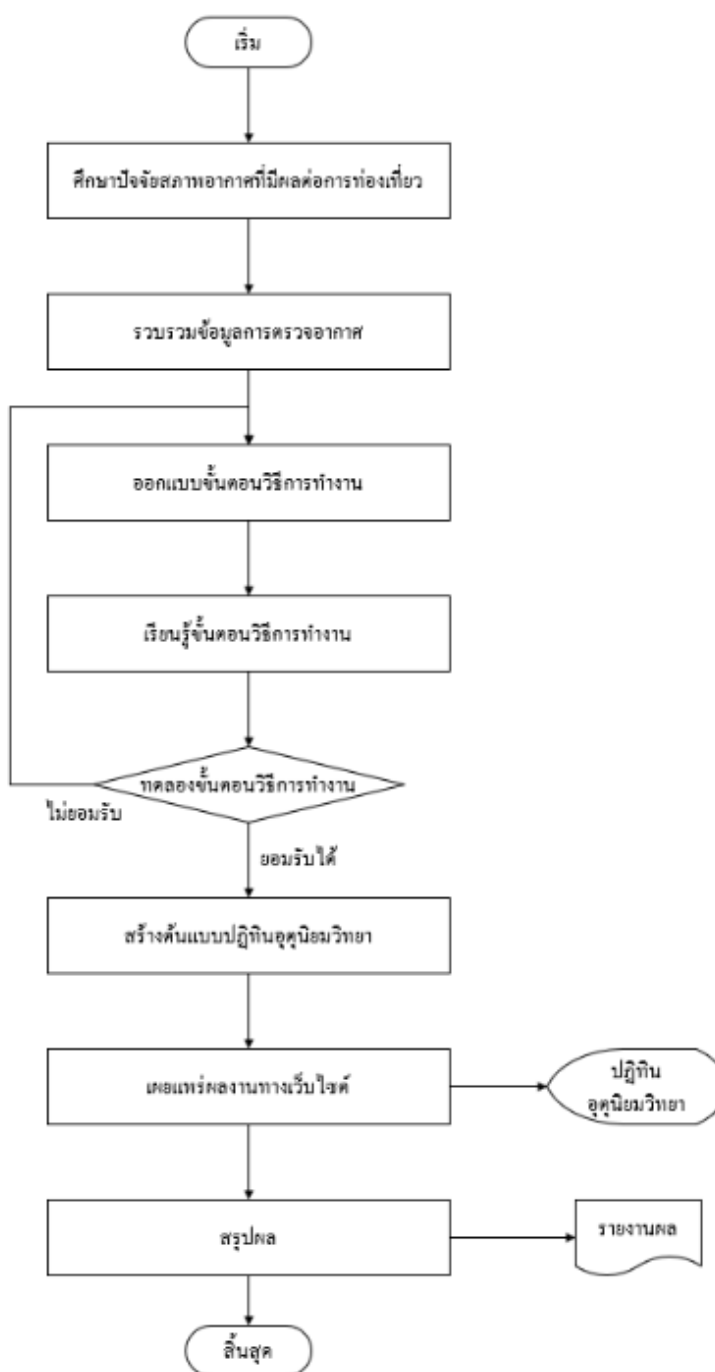
5. ทดสอบประสิทธิภาพความถูกต้องของแบบจำลองปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตของปี พ.ศ 2562 โดยใช้ข้อมูลตรวจอากาศ ปี พ.ศ. 2562 และตั้งค่าเงื่อนไขการยอมรับความถูกต้อง ในกรณีไม่ยอมรับ จะกลับไปแก้ไขค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรนำเข้าต่างๆ ในขั้นตอนการออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงาน (ขั้นตอนที่ 3)

6. นำแบบจำลองปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตที่ได้ผ่านการยอมรับความถูกต้อง มาสร้างปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตของปี พ.ศ. 2563 จากผลตรวจอากาศ 20 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2562

7. เผยแพร่ผลงานปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตผ่านทางเว็บไซต์ของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก (<http://www.phuketmet.tmd.go.th/ututhinver17.html>)

8. สรุปผล รายงานผล และจัดทำเอกสาร

จากขั้นตอนวิธีการดำเนินการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถเขียนเป็นผังการศึกษาได้ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 ผังงานการศึกษา

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

นำข้อมูลการตรวจวัดอุทยานวิทยามาสร้างมูลค่าเพิ่ม จากการนำวิธีการพีชชีลอจิกส์มาประยุกต์ใช้ออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงาน เพื่อสร้างผลผลิตทางอุทยานวิทยารูปแบบใหม่ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการ

บทที่ 2

ข้อมูลและวิธีดำเนินการศึกษา

2.1 ข้อมูลที่ใช้

ในการประยุกต์ใช้พีชชีลอจิสต์ในการทำปฏิกิริยาอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต ได้มีการนำเข้าสู่ข้อมูลการตรวจอากาศรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก(ภูเก็ต) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2562 เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการทำงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก(ภูเก็ต)

ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก ใช้เป็นตัวแทนสภาพอากาศของจังหวัดภูเก็ต ซึ่งมีพิกัดที่ตั้งและรายละเอียด แสดงดังตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 พิกัดที่ตั้งและรายละเอียดของสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก

รหัสสถานี/ WMO Index	ชื่อสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	จังหวัด
564202/48565	ศูนย์อุตุนิยมวิทยา ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	8°8'42" องศาเหนือ	98°18'52" องศาตะวันออก	ภูเก็ต

ที่มา: https://www.tmd.go.th/cis/stats.php?method=stat_PrintStatSummary

2.1.2 ชนิดของข้อมูลตรวจอากาศนำเข้า

ชนิดของข้อมูลตรวจอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตกที่ใช้นำเข้าจะใช้ข้อมูลตรวจอากาศรายวันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2562 ซึ่งประกอบไปด้วย อุณหภูมิ รายวันสูงสุด ปริมาณความชื้น ปริมาณฝนรายวัน ทิศทางลม และความเร็วลม ซึ่งผลตรวจจะออกประกาศ 7.00 น. ของทุกวัน เผยแพร่ในเว็บไซต์ของกองพยากรณ์อากาศ บางส่วนของเอกสารตัวอย่างดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างชนิดข้อมูลตรวจอากาศที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าที่ได้จากเอกสารผลตรวจอากาศ
เผยแพร่จากกองพยากรณ์อากาศ ซึ่งจะออกประกาศทุกวันในเวลา 7.00 น.

Southern(west coast) Station Name	Tx (C)	R24Hr (mm)	RH (%)	Wind (deg)	Wind (kt)
Ranong	26.1	21.8	87	SSW	4
Takau Pa	26.0	38.3	98	C	0
Phuket	32.3	16.7	94	C	0
Phuket Airport	29.9	97.8	96	C	0
Krabi	31.1	4.4	98	C	0
Ko Lanta	30.5	21.4	94	E	7
Trang	32.5	9.7	96	C	0
Satun	32.5	-	90	C	0

หมายเหตุ Phuket Airport คือ ชื่อสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก ที่ใช้ใน
เอกสารผลตรวจอากาศ (ใช้ผลตรวจอากาศร่วมกัน)

Tx (C) คือ อุณหภูมิสูงสุดรายวันมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

R24Hr (mm) คือ ฝนสะสมรายวันมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

RH (%) คือ ความชื้นสัมพัทธ์ เวลา 7.00 น.

Wind (deg) คือ ทิศทางของลม เวลา 7.00 น.

Wind (kt) คือ อัตราเร็วของลม เวลา 7.00 น.

2.1.3 ขอบเขตพื้นที่

ขอบเขตพื้นที่ในการการประยุกต์ใช้ฟิซซีลอจิกส์ในการทำปฏินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการ
ท่องเที่ยวทางทะเล จะครอบคลุมเฉพาะเขตจังหวัดภูเก็ต ตามที่ได้ระบุไว้ในหัวข้อที่ 1.5.1.7
ภูมิอากาศจังหวัดภูเก็ต ในส่วนหัวข้อย่อย ขอบเขตและที่ตั้ง

2.1.4 กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูล คือ นักอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 4 คน ซึ่งจะเป็น
ตัวแทนผู้เชี่ยวชาญในการให้ข้อมูลปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต
เพื่อนำไปออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟิซซีลอจิก มีรายละเอียดประวัติการศึกษา และ ประวัติการ
ทำงานของแต่ละคน แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ประวัติการศึกษาและประวัติการทำงานของกลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูล

คนที่	ประวัติการศึกษา (ปีที่จบการศึกษา)	ประวัติการทำงาน (ปีที่ดำรงตำแหน่ง)
1	- วิทยาศาสตรบัณฑิต วทบ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยทักษิณ (2541) - วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วทม. (สมุทรศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2545)	- ส่วนพยากรณ์อากาศกลาง กองพยากรณ์อากาศ (2543 – 2552) - ส่วนพยากรณ์อากาศ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก (2552-ปัจจุบัน)
2	- วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศบ. (เครื่องกล) ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2546) - ประกาศนียบัตรบัณฑิต ป.บัณฑิต (เทคโนโลยีวัสดุ) ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2548) - Master of Engineering, ME. (Space Technology Applications) Beihang University (2559)	- ส่วนพยากรณ์อากาศกลาง กองพยากรณ์อากาศ (2556 – 2562) - ส่วนพยากรณ์อากาศ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก (2562 – 2564) - สถานีอุตุนิยมวิทยาสมุทรสงคราม กองตรวจและเฝ้าระวังสภาพอากาศ (2564 – 2565) - ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล กองบริการดิจิทัลอุตุนิยมวิทยา (2565 - ปัจจุบัน)
3	- วิทยาศาสตรบัณฑิต วทบ. (เคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล (2553)	- ส่วนพยากรณ์อากาศ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก (2560 - 2564) - ส่วนติดตามสภาวะอากาศการบิน กองอุตุนิยมวิทยาการบิน (2564 - ปัจจุบัน)
4	- วิทยาศาสตรบัณฑิต วทบ. (ฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2560) - วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วทม. (เทคโนโลยีเซรามิก) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2565)	- ส่วนพยากรณ์อากาศ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก (2562 - ปัจจุบัน)

2.2 วิธีดำเนินการศึกษา

การประยุกต์ใช้ฟัชชีลอจิสในการทำปฏิทินอตุณิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต มีการดำเนินการศึกษา ตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

ศึกษาปัจจัยสภาพอากาศใดที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตทั้งในแง่ความปลอดภัย และสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยว ปัจจัยใดมีผลกระทบต่อการท่องเที่ยวมาก ปัจจัยใดมีผลกระทบต่อการเที่ยวน้อย รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลตรวจอากาศรายวันกับปัจจัยสภาพอากาศนั้นๆ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟัชชีลอจิก ด้วยการใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาปัจจัยสภาพอากาศที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

การหาความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพอากาศเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตทำได้โดยการคำนวณดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์ ด้วยการทำแบบสอบถามผ่านการสัมภาษณ์กลุ่มนักอตุณิยมวิทยาประจำศูนย์อตุณิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก(ภูเก็ต) 4 คน โดยให้เลือกตอบ 3 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่ 1) แน่ใจว่าปัจจัยสภาพอากาศนั้นมีความเกี่ยวข้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ 1 ทางเลือกที่ 2) ไม่แนใจว่าปัจจัยสภาพอากาศนั้นมีความเกี่ยวข้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ 0 และทางเลือกที่ 3) แน่ใจว่าปัจจัยสภาพอากาศนั้นไม่มีความเกี่ยวข้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ -1 แสดงในตารางที่ 2.4 และ 2.5

ตารางที่ 2.4 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวในทะเลของจังหวัดภูเก็ต

ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
A	มีแดด	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
B	คลื่นทะเลเรียบ	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
C	ฝนไม่ตก	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
D	ลมไม่แรง	-1	-1	0	0	-2	-0.5	ไม่เกี่ยวข้อง
E	ไม่มีมรสุม	1	0	0	1	2	0.5	เกี่ยวข้อง
F	ดัชนีความร้อนไม่สูง	-1	-1	0	0	-2	-0.5	ไม่เกี่ยวข้อง

จากตารางที่ 2.4 ปัจจัยสภาพอากาศที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัย (ค่า IOC) และ วัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มี 4 ข้อ คือ ข้อที่ A ข้อที่ B ข้อที่ C และข้อที่ E ซึ่งหมายความว่าปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวในทะเลของจังหวัดภูเก็ต มีดังนี้คือ มีแดด คลื่นทะเลเรียบ ฝนไม่ตก และไม่มีมรสุม

ตารางที่ 2.5 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวชายหาดของจังหวัดภูเก็ต

ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
A	มีแดด	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
B	คลื่นทะเลเรียบ	0	0	0	0	0	0	ไม่เกี่ยวข้อง
C	ฝนไม่ตก	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
D	ลมไม่แรง	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
E	ไม่มีมรสุม	-1	0	1	0	0	0	ไม่เกี่ยวข้อง
F	ดัชนีความร้อนไม่สูง	1	1	0	0	2	0.5	เกี่ยวข้อง

จากตารางที่ 2.5 ปัจจัยสภาพอากาศที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและ วัตถุประสงค์ (ค่า IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มี 3 ข้อ คือ ข้อที่ A ข้อที่ C ข้อที่ D และข้อที่ F ซึ่งหมายความว่าปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวชายหาดของจังหวัดภูเก็ต มีดังนี้คือ มีแดด ฝนไม่ตก ลมไม่แรง และดัชนีความร้อนไม่สูง หลังจากได้ปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวในทะเลและชายหาดของจังหวัดภูเก็ต ก็นำมาสรุปไว้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 สรุปการเลือกลักษณะกิจกรรมการท่องเที่ยวอากาศกับลักษณะอากาศที่เหมาะสม

ลักษณะกิจกรรมการท่องเที่ยว	ลักษณะอากาศที่เหมาะสมในการท่องเที่ยว
การท่องเที่ยวในทะเล	A) มีแดด, B) คลื่นทะเลเรียบ, C) ฝนไม่ตก, E) ไม่มีลมมรสุม
การท่องเที่ยวชายหาด	A) มีแดด, C) ฝนไม่ตก, D) ลมไม่แรง, F) ดัชนีความร้อนไม่สูง

2) ศึกษาผลตรวจอากาศรายวันที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปัจจัยสภาพอากาศ

จากตารางที่ 2.6 จะได้ลักษณะอากาศที่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยวแสดงในรูปตรรกะของมนุษย์ ต่อมาจะทำการหาลักษณะอากาศที่เหมาะสมในการท่องเที่ยวเกี่ยวกับผลตรวจอากาศรายวันของ

กรมอุตุนิยมวิทยา ด้วยการคำนวณดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์ (ค่า IOC) โดยในครั้งนี้จะทำการหาความสอดคล้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันต่างๆกับลักษณะอากาศที่เป็นปัจจัยการท่องเที่ยว ด้วยการทำแบบสอบถามผ่านการสัมภาษณ์กลุ่มนักอุตุนิยมวิทยาประจำศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก(ภูเก็ต) 4 คน โดยให้เลือกตอบ 3 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่ 1) แน่ใจว่าผลตรวจอากาศนั้นมีความสอดคล้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ 1 ทางเลือกที่ 2) ไม่แน่ใจว่าผลตรวจอากาศมีความสอดคล้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ 0 และทางเลือกที่ 3) แน่ใจว่าไม่มีผลตรวจอากาศนั้นไม่มีความสอดคล้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ -1 ดังตารางที่ 2.7 ถึง ตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.7 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: A) มีแดด

ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
1	อุณหภูมิสูงสุด	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
2	ความเร็วลม	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
3	ทิศทางของลม	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
4	ปริมาณฝน	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
5	ความชื้นสัมพัทธ์	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.8 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันที่มีสอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: B) คลื่นทะเลเรียบ

ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
1	อุณหภูมิสูงสุด	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
2	ความเร็วลม	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
3	ทิศทางของลม	1	1	0	0	2	0.5	เกี่ยวข้อง
4	ปริมาณฝน	-1	0	0	0	-1	-0.25	ไม่เกี่ยวข้อง
5	ความชื้นสัมพัทธ์	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.9 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง
ผลตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: C) ฝนไม่ตก

ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
1	อุณหภูมิสูงสุด	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
2	ความเร็วลม	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
3	ทิศทางของลม	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
4	ปริมาณฝน	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
5	ความชื้นสัมพัทธ์	1	0	0	0	1	0.25	ไม่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.10 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง
ผลตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: D) ลมไม่แรง

ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
1	อุณหภูมิสูงสุด	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
2	ความเร็วลม	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
3	ทิศทางของลม	0	0	0	1	1	0.25	ไม่เกี่ยวข้อง
4	ปริมาณฝน	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
5	ความชื้นสัมพัทธ์	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.11 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง
ผลตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: E) ไม่มีมรสุม

ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
1	อุณหภูมิสูงสุด	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
2	ความเร็วลม	1	0	0	0	1	0.25	ไม่เกี่ยวข้อง
3	ทิศทางของลม	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
4	ปริมาณฝน	0	0	0	1	1	0.25	ไม่เกี่ยวข้อง
5	ความชื้นสัมพัทธ์	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.12 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง
ผลตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศ: F) ดัชนีความร้อนไม่สูง

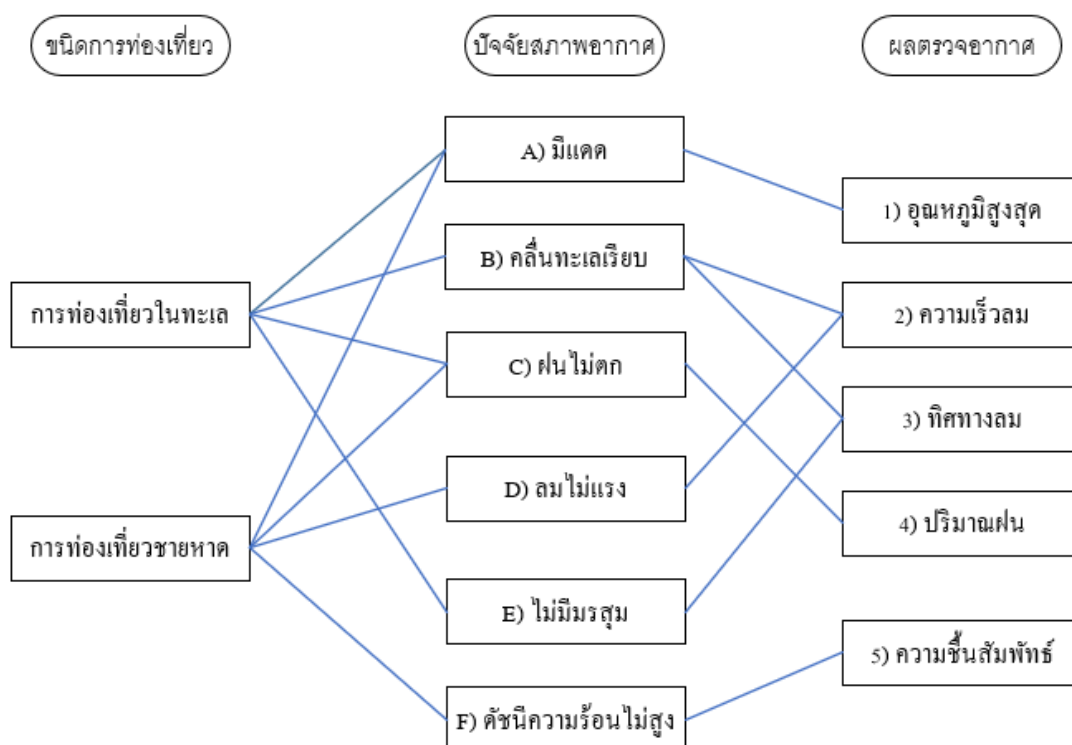
ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
1	อุณหภูมิสูงสุด	1	0	0	0	1	0.25	ไม่เกี่ยวข้อง
2	ความเร็วลม	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
3	ทิศทางของลม	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง
4	ปริมาณฝน	1	0	-1	0	0	0	ไม่เกี่ยวข้อง
5	ความชื้นสัมพัทธ์	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง

จากตารางที่ 2.7 ถึง ตารางที่ 2.12 สรุปความเกี่ยวข้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันที่
สอดคล้องกับปัจจัยสภาพอากาศต่างๆ ได้ดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 สรุปความเกี่ยวข้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับ
ปัจจัยสภาพอากาศต่างๆ

ลักษณะอากาศที่เป็นปัจจัยในการเลือกท่องเที่ยว	ผลตรวจอากาศรายวันที่เกี่ยวข้อง
A) มีแดด	1) อุณหภูมิสูงสุด
B) คลื่นทะเลเรียบ	2) ความเร็ว และ 3) ทิศทางลม
C) ฝนไม่ตก	4) ปริมาณฝน
D) ลมไม่แรง	2) ความเร็วลม
E) ไม่มีมรสุม	3) ทิศทางของลม
F) ดัชนีความร้อนไม่สูง	5) ความชื้นสัมพัทธ์

นำตารางที่ 2.6 และ ตารางที่ 2.13 มารวมกันจะได้ผังผังความสอดคล้องระหว่างผลตรวจ
อากาศรายวันที่ปัจจัยสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการตัดสินใจการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต แสดงดัง
รูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ผังความสัมพันธ์ระหว่างผลตรวจอากาศรายวันกับปัจจัยสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการตัดสินใจการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต

3) ศึกษาผลตรวจอากาศที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความปลอดภัย

โดยการหาความสัมพันธ์ของผลตรวจอากาศรายวันกับความปลอดภัยในการท่องเที่ยว ทำได้จากการคำนวณดัชนีความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์ ด้วยการทำแบบสอบถามผ่านการสัมภาษณ์กลุ่มนักอุตุนิยมวิทยาประจำศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก(ภูเก็ต) 4 คน โดยให้เลือกตอบ 3 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่ 1) แน่ใจว่าผลตรวจอากาศรายวันนั้นมีความเกี่ยวข้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ 1 ทางเลือกที่ 2) ไม่แน่ใจว่าผลตรวจอากาศรายวันนั้นมีความเกี่ยวข้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ 0 และทางเลือกที่ 3) แน่ใจว่าผลตรวจอากาศรายวันนั้นไม่มีความเกี่ยวข้อง มีระดับคะแนนเท่ากับ -1 แสดงในตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง
ผลตรวจอากาศรายวันที่สอดคล้องกับความปลอดภัยของการท่องเที่ยว

ข้อที่	ปัจจัยสภาพอากาศ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
		1	2	3	4			
1	อุณหภูมิสูงสุด	0	0	0	0	0	0	ไม่เกี่ยวข้อง
2	ความเร็วลม	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
3	ทิศทางของลม	1	1	0	0	2	0.5	เกี่ยวข้อง
4	ปริมาณฝน	1	1	1	1	4	1	เกี่ยวข้อง
5	ความชื้นสัมพัทธ์	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ไม่เกี่ยวข้อง

จากตารางที่ 2.14 นำมาสรุปว่าผลตรวจอากาศรายวันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและ
ให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมในตารางที่ 2.15 เพื่อใช้ออกขั้นตอนวิธีการทำงานต่อไป

ตารางที่ 2.15 สรุปความเกี่ยวข้องระหว่างผลตรวจอากาศรายวันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย

ผลตรวจอากาศ รายวัน	ตัวแปรที่ส่งผลต่อ ความปลอดภัยหรือไม่		ความคิดเห็นเพิ่มเติม (ตรรกะ)
	มี	ไม่มี	
1) อุณหภูมิสูงสุด		✓	ในกรณีอากาศร้อนจัดอาจมีผลต่อสุขภาพ
2) ความเร็วลม	✓		ลมแรงมีส่วนไปขัดขวางการเกิดตัวของฝน
3) ทิศทางลม	✓		ลมทิศเดียวกับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มักจะมี ความอันตรายมากกว่า โดยเฉพาะกรณีท่องเที่ยว ในทะเลจังหวัดภูเก็ต
4) ปริมาณฝน	✓		คลื่นจะสูงมากขึ้นในบริเวณที่มีฝนฟ้าคะนอง
5) ความชื้นสัมพัทธ์		✓	ความชื้นสูงมีผลต่อ heat index โดยเฉพาะ สุขภาพของคนท่องเที่ยวชายหาด โดยความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 30.0 องศาเซลเซียส จะให้ความรู้สึกเทียบเท่า 39 องศาเซลเซียส และที่ความชื้นสัมพัทธ์เท่าเดิม อุณหภูมิ 31.0 องศาเซลเซียส จะให้ความรู้สึก เทียบเท่า 43 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1.3)

2.2.2 รวบรวมข้อมูลตรวจอากาศรายวัน

รวบรวมข้อมูลตรวจอากาศรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ภูเก็ต) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2562 เพื่อนำมาเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการทำงาน ที่แสดงในรูปที่ 2.1 โดยชนิดของข้อมูลตรวจอากาศรายวันก็นำมาเรียนรู้มี 5 ชนิด คือ อุณหภูมิสูงสุด ปริมาณฝนสะสม ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และทิศทางลม

2.2.3 ออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟัซซี่ลอจิกส์

1) หาความสัมพันธ์ของผลตรวจอากาศกับการตัดสินใจท่องเที่ยว

ออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟัซซี่ลอจิกส์ ภายใต้ผลการศึกษาปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต โดยขั้นตอนแรกทำการจัดกลุ่มข้อมูลผลตรวจอากาศรายวันกับลักษณะการท่องเที่ยวและปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต มาออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟัซซี่ลอจิกส์ เพื่อบ่งชี้ว่าผลตรวจอากาศชนิดไหนส่งผลไปทางบวกต่อการท่องเที่ยวลักษณะนั้น และผลตรวจอากาศชนิดใดส่งผลไปทางลบต่อการท่องเที่ยว แสดงดังตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 แสดงความสัมพันธ์ผลตรวจอากาศต่างๆที่ส่งผลบวกหรือลบต่อการท่องเที่ยว

ผลตรวจ ท่องเที่ยว	Tmax	Rain	Rh	WS	WD
ในทะเล	+	-	0	-	-*
ชายหาด	+	-	-	-	0

0 คือ ไม่เกี่ยวข้องหรือเกี่ยวข้องน้อย + คือ เกี่ยวข้องแบบแนวโน้มไปทางเดียวกัน

- คือ เกี่ยวข้องแบบแนวโน้มไปทางตรงกันข้ามกัน

Tmax คือ อุณหภูมิสูงสุดรายวัน

Rain คือ ปริมาณฝนสะสมรายวัน

Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์

WS คือ ความเร็วลม

WD คือ ทิศทางลม

หมายเหตุ * - กำหนดให้ทิศทางลมไม่เหมาะสมเมื่อทิศทางลมอยู่ในแนวทางเดียวกันกับทิศของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

2) สร้างรูปแบบความสัมพันธ์เบื้องต้น

จากตารางที่ 2.16 สามารถสร้างรูปแบบความสัมพันธ์เบื้องต้นอย่างง่ายของความเหมาะสมในการท่องเที่ยวในทะเล และการท่องเที่ยวบริเวณชายหาด ซึ่งแสดงในสมการที่ (2.1) และ (2.2) ตามลำดับ ดังนี้

$$S \propto T_{\max}, - \text{Rain}, - \text{WS}, - \text{WD} \quad \dots\dots (2.1)$$

$$B \propto T_{\max}, - \text{Rain}, - \text{Rh}, - \text{WS} \quad \dots\dots (2.2)$$

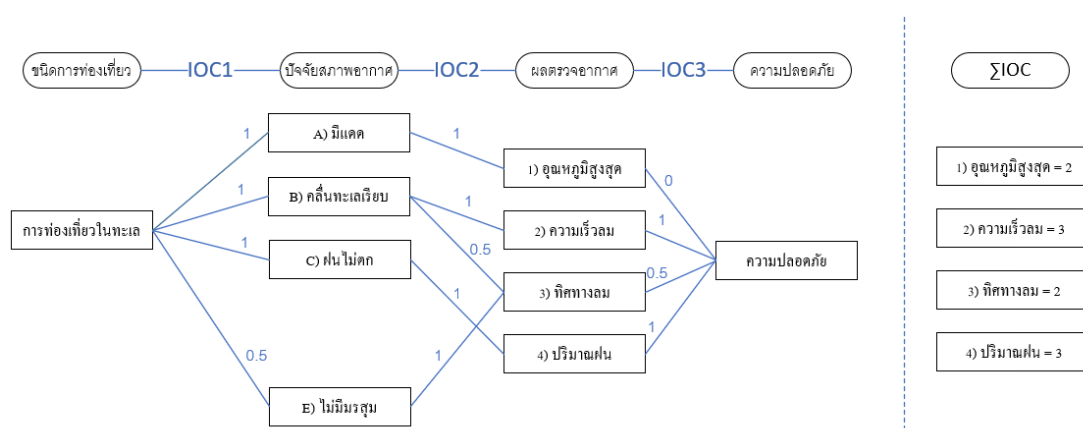
โดย S คือ ความเหมาะสมในการท่องเที่ยวในทะเล

B คือ ความเหมาะสมในการท่องเที่ยวบริเวณชายหาด

เครื่องหมาย $\propto$ คือเครื่องหมายแปรผันตรง (Proportional to)

3) ถ่วงน้ำหนักและสร้างตัวแปรนำเข้า

การถ่วงน้ำหนักของตัวแปรนำเข้า (ผลตรวจอากาศ) กำหนดจากความเกี่ยวข้องสอดคล้องของผลตรวจอากาศกับปัจจัยสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวและผลตรวจอากาศกับความปลอดภัย โดยค่าผลตรวจอากาศใดมีความสอดคล้องมากก็จะถ่วงน้ำหนักตัวแปรนั้นมาก ถ้าสอดคล้องน้อยก็จะถ่วงน้ำหนักตัวแปรนั้นน้อย วิธีการคำนวณคือ การนำค่า IOC ของการศึกษาทั้งหมดมารวมกัน (ΣIOC) โดยรวมค่าจาก IOC1 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของปัจจัยสภาพอากาศเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต IOC2 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของปัจจัยลักษณะอากาศที่เหมาะสมในการท่องเที่ยวเกี่ยวกับผลตรวจอากาศรายวัน และ IOC3 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของผลตรวจอากาศรายวันกับความปลอดภัยในการท่องเที่ยว ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.2 และตารางที่ 2.17 สำหรับการท่องเที่ยวในทะเล ส่วนในรูปที่ 2.3 และตารางที่ 2.18 สำหรับการท่องเที่ยวชายหาด



รูปที่ 2.2 ผังการถ่วงคะแนนของตัวแปรที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวทะเล

หมายเหตุ IOC1 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของปัจจัยสภาพอากาศ เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

IOC2 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของปัจจัยลักษณะอากาศ ที่เหมาะสมในการท่องเที่ยวกับผลตรวจอากาศรายวัน

IOC3 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของผลตรวจอากาศ รายวันกับความปลอดภัยในการท่องเที่ยว

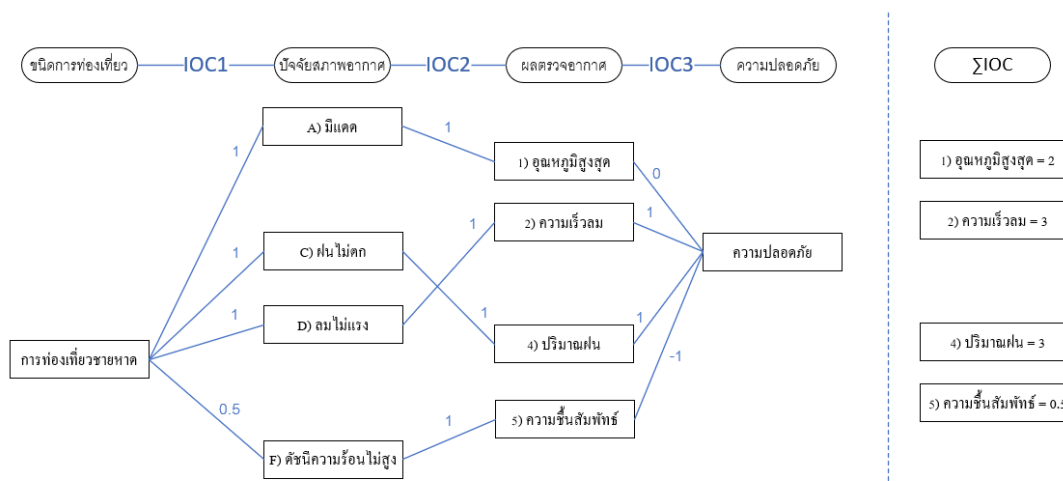
ตารางที่ 2.17 แสดงน้ำหนักของคะแนนที่ให้กับตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวทะเล

ตัวแปร	IOC 1	IOC 2	IOC 3	ΣIOC = น้ำหนักของคะแนน
Tmax	1	1	0	2
WS	1	1	1	3
WD ^{*1}	1	0.5	0.5	2
WD ^{*2}	0.5	1	0.5	2
Rain	1	1	1	3

หมายเหตุ WD มีการคิดค่า ΣIOC ได้ 2 เส้นทางแต่ละเส้นทางคำนวณได้ 2 คะแนน

Tmax คือ อุณหภูมิสูงสุดรายวัน Rain คือ ปริมาณฝนสะสมรายวัน

Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์ WS คือ ความเร็วลม WD คือ ทิศทางลม



รูปที่ 2.3 ผังการถ่วงคะแนนของตัวแปรที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวยหาด

หมายเหตุ IOC1 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของปัจจัยสภาพอากาศ
เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

IOC2 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของปัจจัยลักษณะอากาศ
ที่เหมาะสมในการท่องเที่ยวเกี่ยวกับผลตรวจอากาศรายวัน

IOC3 คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยกับวัตถุประสงค์ของผลตรวจอากาศ
รายวันกับความปลอดภัยในการท่องเที่ยว

ตารางที่ 2.18 แสดงน้ำหนักของคะแนนที่ให้กับตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวยหาด

ตัวแปร	IOC 1	IOC 2	IOC 3	ΣIOC = น้ำหนักของคะแนน
Tmax	1	1	0	2
WS	1	1	1	3
Rain	1	1	1	3
Rh	0.5	1	-1	0.5

Tmax คือ อุณหภูมิสูงสุดรายวัน

Rain คือ ปริมาณฝนสะสมรายวัน

Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์

WS คือ ความเร็วลม

WD คือ ทิศทางลม

จากนั้นจะทำการรวมตารางที่ 2.17 และ 2.18 ให้อยู่ในตารางที่ 2.19 เพื่อนำไปใช้ถ่วง
น้ำหนักต่อไป

ตารางที่ 2.19 แสดงน้ำหนักของคะแนนที่ให้กับตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยว

มาก (3 คะแนน)	ปานกลาง (2 คะแนน)	น้อย (1 คะแนน)	น้อยมาก (0.5 คะแนน)
WS, Rain	Tmax, WD	-	Rh

Tmax คือ อุณหภูมิสูงสุดรายวัน Rain คือ ปริมาณฝนสะสมรายวัน

Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์ WS คือ ความเร็วลม WD คือ ทิศทางลม

4) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนของตัวแปรนำเข้า

สร้างเกณฑ์การให้คะแนนภายใต้ปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต จะอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยาและความรู้ทางอุตุนิยมวิทยา แสดงในตารางที่ 2.19 โดยที่ค่าคะแนนเต็มของแต่ละตัวแปรนำเข้าที่สามารถเป็นไปได้จะได้จากตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 เกณฑ์การให้คะแนนของตัวแปรนำเข้า

ตัวแปร นำเข้า	ตรรกะที่ใช้อ้างอิงในการสร้างเกณฑ์	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
S _{Tmax}	- เกณฑ์อากาศร้อน จากกรมอุตุนิยมวิทยา ในหัวข้อ 1.5.1.5	Tmax ≥ 40°C (อากาศร้อนจัด)	-1
	1. อากาศร้อน(Hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 35.0 – 39.9 องศาเซลเซียส	40°C > Tmax ≥ 35°C (อากาศร้อน)	2
	2. อากาศร้อนจัด(Very Hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 องศาเซลเซียสขึ้นไป	35°C > Tmax > 32°C (อากาศไม่ร้อน)	1
S _{Rh}	- เมื่อนำอุณหภูมิเฉลี่ยของภูเก็ตอยู่ที่ 27.9 องศาเซลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85% คำนวณหาค่าดัชนีความร้อนในสมการที่ 1.5 จะได้อุณหภูมิที่ 33 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในระดับเตือนภัยจากความร้อนของกรมอนามัยแสดงในตารางที่ 1.4	Rh ≥ 85%Rh	0.5
S _{WD}	- ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาเอามวลอากาศชื้นจากทะเลแถบมหาสมุทรอินเดียมาสู่จังหวัดภูเก็ต	280° > θ > 240°	2
		West Direction (ทิศลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่เข้าสู่จังหวัดภูเก็ต)	1

S_{WS}	- จาก Beaufort Scale	$WS > 15 \text{ Kt}$	3
	ลม 7-10 kt คลื่นเรียบ	คลื่นปานกลางถึงคลื่นจัด	
	ลม 11-16 kt คลื่นเล็กน้อย	$15 \text{ kt} \geq WS > 10 \text{ kt}$	1
	ลม 17-21 kt คลื่นปานกลาง	คลื่นเล็กน้อยถึงคลื่นปานกลาง	
S_{Rain}	ลม 22-27 kt คลื่นจัด		
	- จากการปรับสุมจากการทดลองคำนวณ	Percentile > 0.8	3
	Percentile:	$0.8 \geq \text{Percentile} > 0.6$	2
	ที่ 0.8 ประมาณ ปริมาณฝน 10 mm	$0.6 \geq \text{Percentile} > 0.4$	1
	ที่ 0.6 ประมาณ ปริมาณฝน 2 mm		
	ที่ 0.4 ประมาณ ปริมาณฝน 0.1 mm		

S_{Tmax} คือ ตัวแปรนำเข้าของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน

S_{Rh} คือ ตัวแปรนำเข้าของความชื้นสัมพัทธ์

S_{WD} คือ ตัวแปรนำเข้าของทิศทางลม

S_{WS} คือ ตัวแปรนำเข้าของความเร็วลม

S_{Rain} คือ ตัวแปรนำเข้าของปริมาณฝนสะสมรายวัน

5) สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับการท่องเที่ยวแต่ละประเภท

เมื่อผ่านการสร้างเงื่อนไขให้คะแนนแล้ว จึงนำมาสร้างสมการความน่าท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยวในแต่ละชนิด โดยนำความคิดเห็นเพิ่มเติม (ตรรกะ) มาปรับแต่งสมการที่ตั้งต้นจากรูปแบบความสัมพันธ์เบื้องต้นในขั้นตอนที่ 2) สมการที่ 2.1 และ สมการที่ 2.2 ซึ่งมาปรับแต่งเป็นสมการที่ (2.3) และ (2.4) ตามลำดับ

$$S_S = S_{Tmax} - (S_{Rain} \times S_{WS}) - (S_{Rain} \times S_{WD}) \quad \dots\dots (2.3)$$

$$S_B = S_{Tmax} - S_{Rain} - S_{Rh} - S_{WS} \quad \dots\dots (2.4)$$

โดยที่ S_S คือ คะแนนของความน่าท่องเที่ยวในทะเลรายวัน

S_B คือ คะแนนของความน่าท่องเที่ยวชายหาดรายวัน

S_{Tmax} คือ ตัวแปรนำเข้าของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน

S_{Rh} คือ ตัวแปรนำเข้าของความชื้นสัมพัทธ์

S_{WD} คือ ตัวแปรนำเข้าของทิศทางลม

S_{WS} คือ ตัวแปรนำเข้าของความเร็วม

S_{Rain} คือ ตัวแปรนำเข้าของปริมาณฝนสะสมรายวัน

6) เปลี่ยนรูปคะแนนความน่าท่องเที่ยวเป็นดัชนีความน่าท่องเที่ยว

หลังจากทำการคำนวณการให้คะแนน จะได้คะแนนในแต่ละชนิดการท่องเที่ยวจะมีค่าคะแนนเต็มไม่เท่ากัน ในขั้นตอนนี้จะทำการคำนวณให้คะแนนในแต่ละชนิดการท่องเที่ยวมีฐานการคิดคะแนนเดียวกันและทำเป็นดัชนีการท่องเที่ยว เมื่อคำนวณแล้วคะแนนสูงสุดที่จะเป็นไปได้แต่ละดัชนีความท่องเที่ยวคือ 5 คะแนน ซึ่งจะใช้สมการคะแนนดัชนีความน่าท่องเที่ยวแสดงในสมการที่ (2.5) ในการคำนวณ

$$I = \frac{5 \times (S - S_{min})}{(S_{max} - S_{min})} \quad \text{.....(2.5)}$$

โดยที่ I คือ คะแนนดัชนีความน่าท่องเที่ยวประจำวัน

S คือ คะแนนของความน่าท่องเที่ยวรายวันของปีนั้น

S_{min} คือ คะแนนของความน่าท่องเที่ยวต่ำสุดของปีนั้น

S_{max} คือ คะแนนของความน่าท่องเที่ยวสูงสุดของปีนั้น

หลังจากได้คะแนนดัชนีการท่องเที่ยวประจำวันแล้ว จะทำการแปลความหมายของค่าคะแนนดัชนีในระดับต่างๆกัน ด้วยงานวิจัยจะเน้นเพียงการประยุกต์ใช้ฟิซชีลอจิกส์ จึงขอลดขั้นตอนและสร้างตัวอย่างการแปลความหมายตามดัชนีการท่องเที่ยวในทะเลดังแสดงในตารางที่ 2.21 และดัชนีการท่องเที่ยวชายหาดดังแสดงในตารางที่ 2.22

ตารางที่ 2.21 ตัวอย่างการแปลความหมายจากดัชนีการท่องเที่ยวในทะเล

ช่วงคะแนน	$0 \leq I < 2$	$2 \leq I < 3$	$3 \leq I \leq 5$
คำแนะนำ	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมมาก
สาเหตุหลัก	ไม่มีแดดและ มีฝนหนักและคลื่นแรง	ไม่มีแดดหรือ มีฝนหรือคลื่นแรง	มีแดดและ ไม่มีฝนและทะเลเรียบ

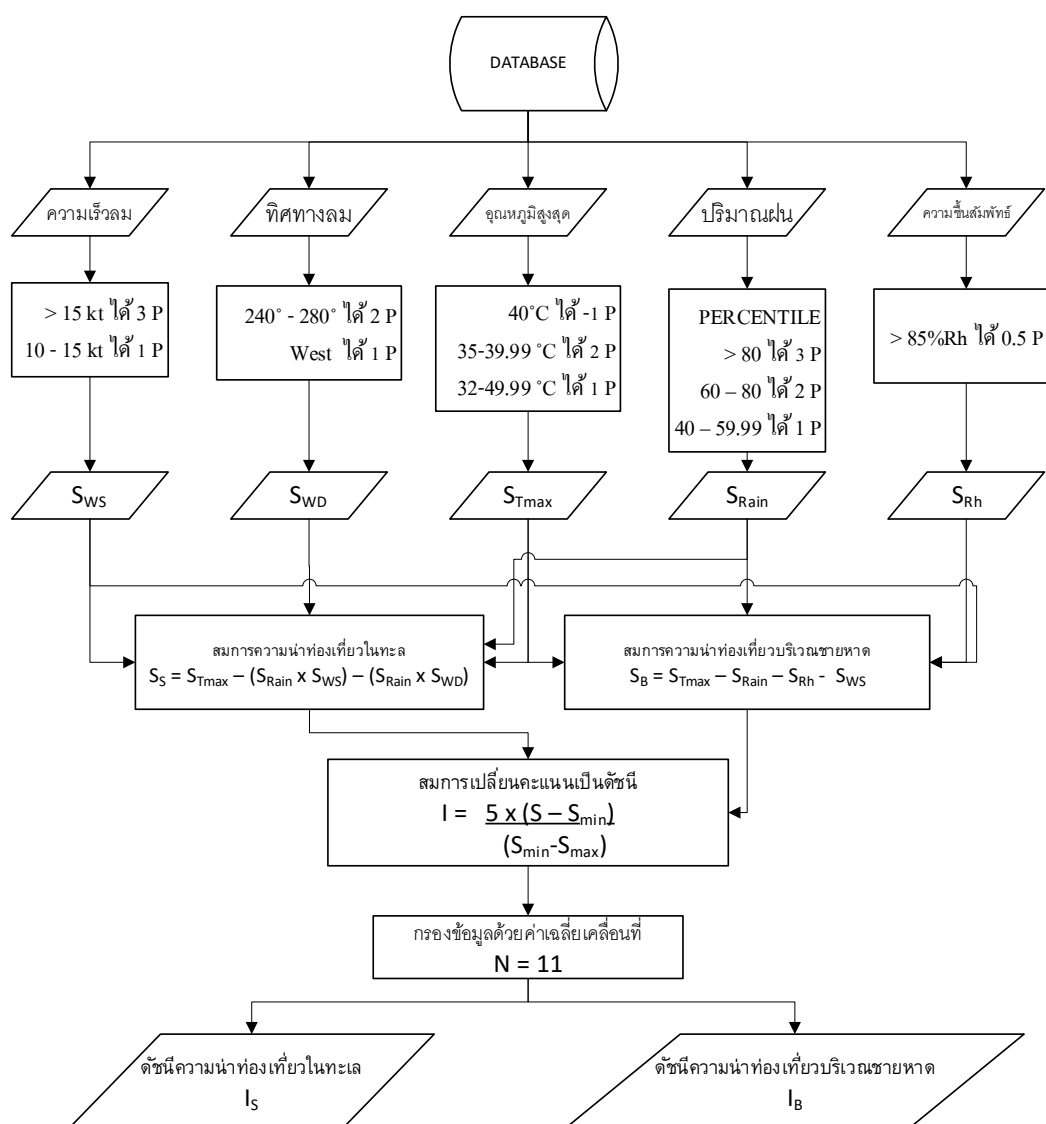
ตารางที่ 2.22 ตัวอย่างการแปลความหมายจากดัชนีการท่องเที่ยวชายหาด

ช่วงคะแนน	$0 \leq I < 2$	$2 \leq I < 3$	$3 \leq I \leq 5$
คำแนะนำ	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมมาก
สาเหตุหลัก	ไม่มีแดดและ ฝนหนักและลมไม่แรง และดัชนีความร้อนสูง	ไม่มีแดด หรือมีฝนหรือลมแรง หรือดัชนีความร้อนสูง	มีแดดและ ไม่มีฝนและลมไม่แรง และดัชนีความร้อนไม่สูง

7) กรองข้อมูลด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

หลังจากได้ค่าดัชนีน้ำท่าองเทียวในแต่ละชนิด และในแต่ละวันแล้ว จะทำการกรองข้อมูลด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ด้วยการสุ่มค่า n (n คือจำนวนวันที่ใช้เฉลี่ย) เพื่อให้ได้การกรองข้อมูลที่เหมาะสมและไม่เสียค่านัยสำคัญมากนัก สำหรับในงานนี้จะใช้ค่า $n = 11$ ในสมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ดังแสดงในสมการ 1.1

เมื่อผ่านขั้นตอนการออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟิชชีลอจิกส์ทั้ง 7 ข้อแล้ว สามารถแสดงได้ดังผังการทำงานของขั้นตอนวิธีการทำงาน ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ผังการทำงานของขั้นตอนวิธีการทำงานที่สร้างจากการประยุกต์ใช้วิธีฟิชชีลอจิกส์

2.2.4 เรียนรู้และทดสอบขั้นตอนวิธีการทำงาน

เมื่อทำการออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟัซซี่ลอจิกส์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะมีการฝึกฝนขั้นตอนวิธีการทำงานฟัซซี่ลอจิกส์ด้วยข้อมูลตรวจอากาศนำเข้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2561 จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตของปี พ.ศ. 2562 ด้วยค่าเฉลี่ยคะแนนดัชนีการท่องเที่ยวของปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2561

2.2.5 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

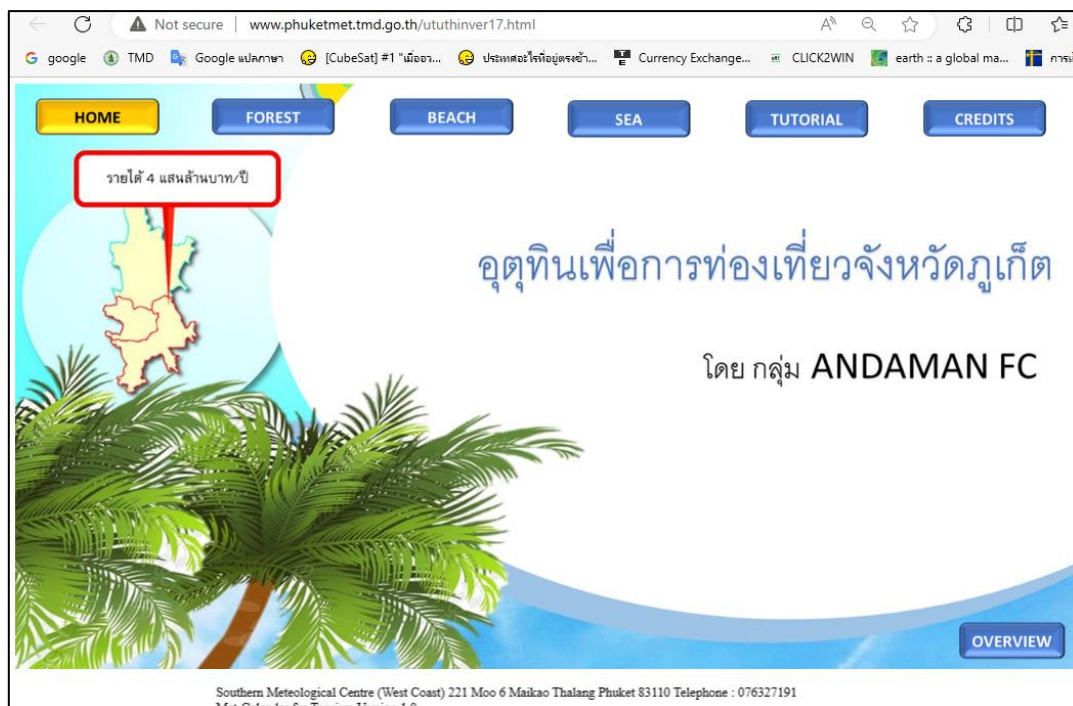
เมื่อสร้างแบบจำลองของปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตของปี พ.ศ. 2562 เรียบร้อยแล้ว จะทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยการเปรียบเทียบกับค่าดัชนีการท่องเที่ยวปี พ.ศ. 2562 ที่ได้จากการเฉลี่ยคะแนนดัชนีการท่องเที่ยวของปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2561 กับค่าคะแนนดัชนีการท่องเที่ยวที่ผ่านการคำนวณด้วยขั้นตอนวิธีการทำงานฟัซซี่ลอจิกส์ของปี 2562 ในกรณีไม่ผ่านการยอมรับ ก็จะกลับไปทบทวนในขั้นตอนออกแบบขั้นตอนวิธีการทำงานฟัซซี่ลอจิกส์ในหัวข้อที่ 2.2.3 การยอมรับแบบจำลองจะตัดสินจาก ค่าสถิติย้อนหลังของความน่าเชื่อถือในแต่ละวันที่สอดคล้องกับการท่องเที่ยวตามฤดูกาลของจังหวัดภูเก็ต ความถูกต้องและค่าการตอบสนองของแบบจำลอง การวัดระดับความถูกต้องของแบบจำลองจะวัดระดับด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error - RMSE) และค่าการตอบสนองของแบบจำลองด้วยค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient - R)

2.2.6 จัดทำปฏิทินเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

เมื่อวิธีการสร้างขั้นตอนวิธีของฟัซซี่ลอจิกส์และการสร้างแบบจำลองเป็นที่ยอมรับแล้ว ก็จะทำปฏิทินเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตปี พ.ศ. 2563 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าดัชนีการท่องเที่ยวปี 2543 - 2562

2.2.7 เผยแพร่ผลงาน

ปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตจะทำการเผยแพร่ผ่านทางเว็บไซต์ของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก (<http://www.phuketmet.tmd.go.th/ututhinver17.html>) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตที่เผยแพร่ผ่านศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก ในชื่ออุตุทินเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต*

หมายเหตุ * อุตุทินเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต หมายถึง ปฏิทินที่บอกแนวโน้มความน่าท่องเที่ยวตามสภาวะภูมิอากาศของจังหวัดภูเก็ต

บทที่ 3

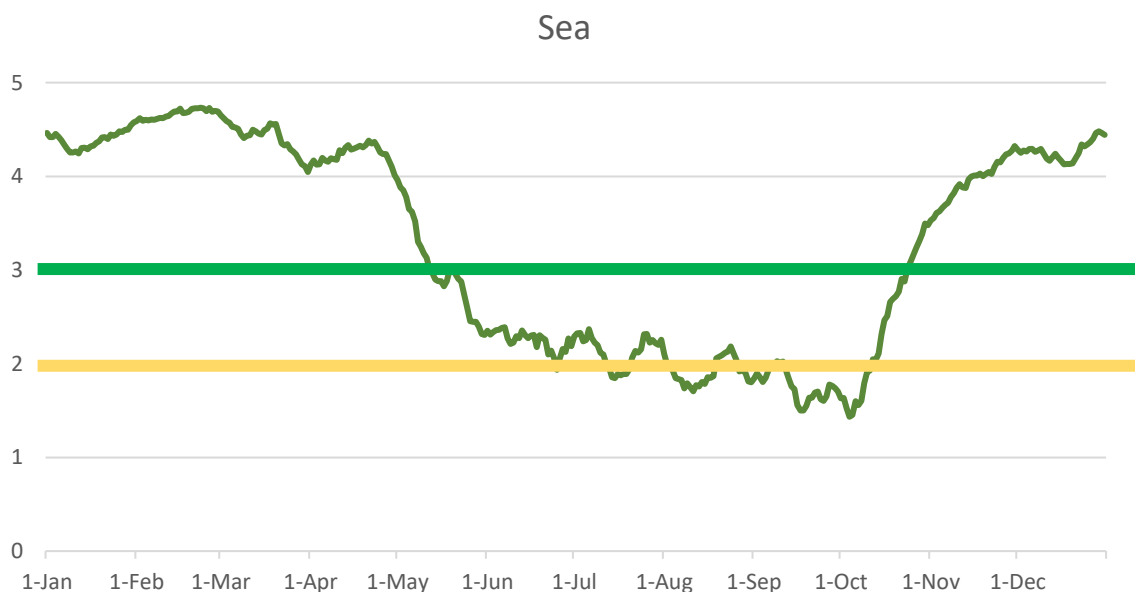
ผลการศึกษา

ผลการประยุกต์ใช้ฟิสิกส์ลอจิสติกส์ในการผลิตต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต แสดงได้ดังต่อไปนี้

3.1 ช่วงเวลาและจำนวนวันที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวทางทะเลของจังหวัดภูเก็ต

3.1.1 ช่วงเวลาและจำนวนวันที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวในทางทะเลของจังหวัดภูเก็ต

วันที่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยวในทะเลที่ได้จากการคำนวณด้วยขั้นตอนวิธีฟิสิกส์ลอจิสติกส์ แสดงได้ดังรูปที่ 3.1



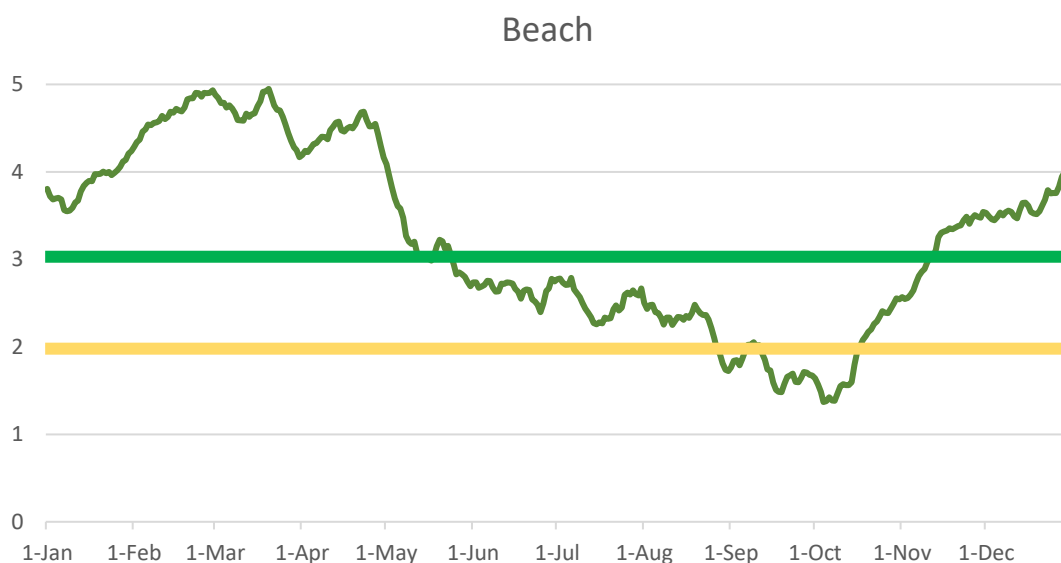
รูปที่ 3.1 กราฟแสดงวันที่ต่อระดับความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวในทะเลในรอบ 1 ปี
ระดับความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยว

3.00 – 5.00	เหมาะสมมาก
2.00 – 2.99	เหมาะสมปานกลาง
0 – 1.99	เหมาะสมน้อย

3.1.2 ช่วงเวลาและจำนวนวันที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดของจังหวัด

ภูเก็ต

วันที่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยวชายหาดที่ได้จากการคำนวณด้วยขั้นตอนวิธีฟัซซี่ลอจิกส์ แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กราฟแสดงวันที่ระดับความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดในรอบ 1 ปี

ระดับความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยว

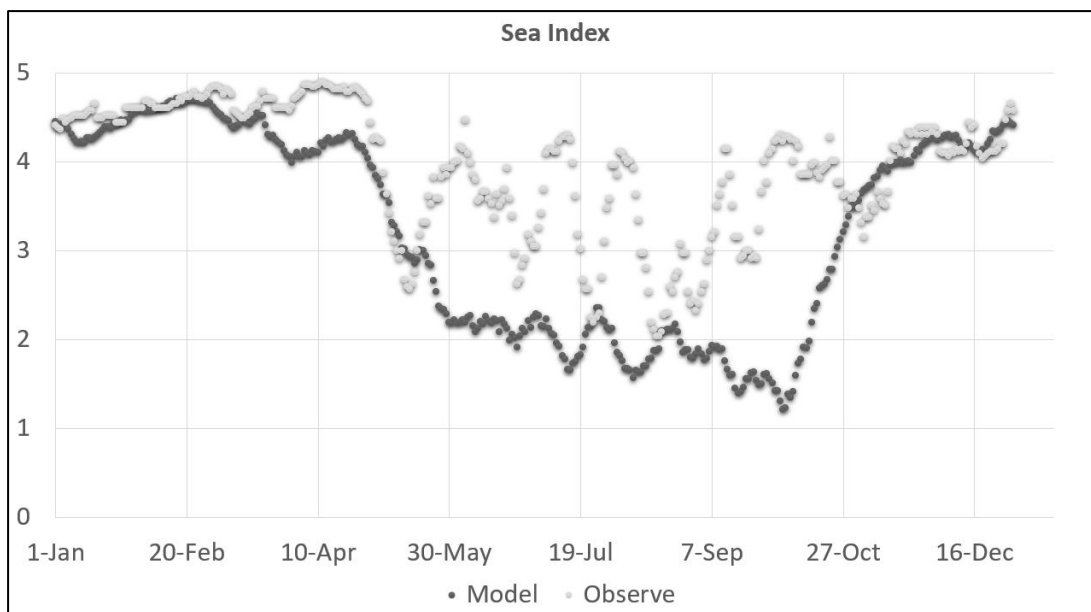
3.00 – 5.00 เหมาะสมมาก

2.00 – 2.99 เหมาะสมปานกลาง

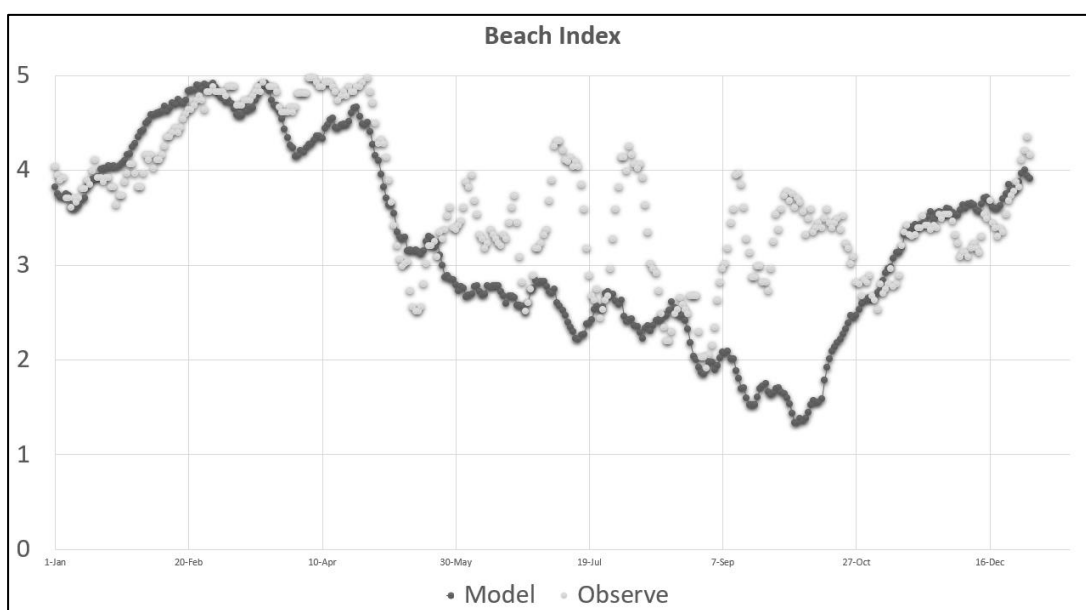
0 – 1.99 เหมาะสมน้อย

3.2 ผลการทดสอบแบบจำลอง

ผลการทดสอบแบบจำลอง จะประเมินจาก 2 ส่วน คือความถูกต้องของแบบจำลองและค่าการตอบสนองแบบจำลอง โดยการวัดระดับความถูกต้องของแบบจำลองจะวัดระดับด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error - RMSE) และค่าการตอบสนองของแบบจำลองด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient – R) ผลที่ได้ดังรูปที่ 3.3, 3.4 และ ตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงคะแนนดัชนีการท่องเที่ยวในทะเลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง
เปรียบเทียบกับที่ได้จากผลตรวจอากาศ



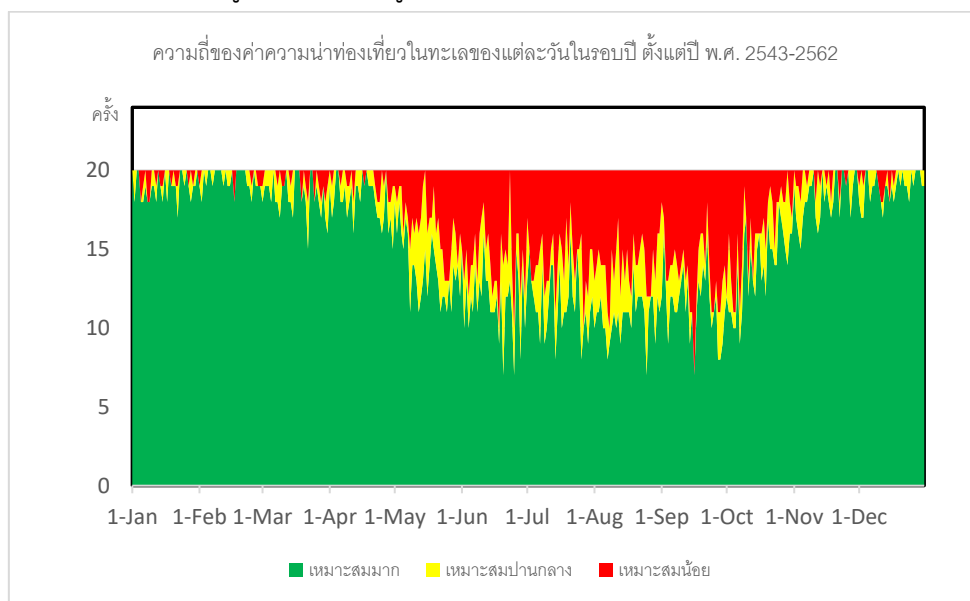
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงคะแนนดัชนีการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง
เปรียบเทียบกับที่ได้จากผลตรวจอากาศ

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบแบบจำลอง

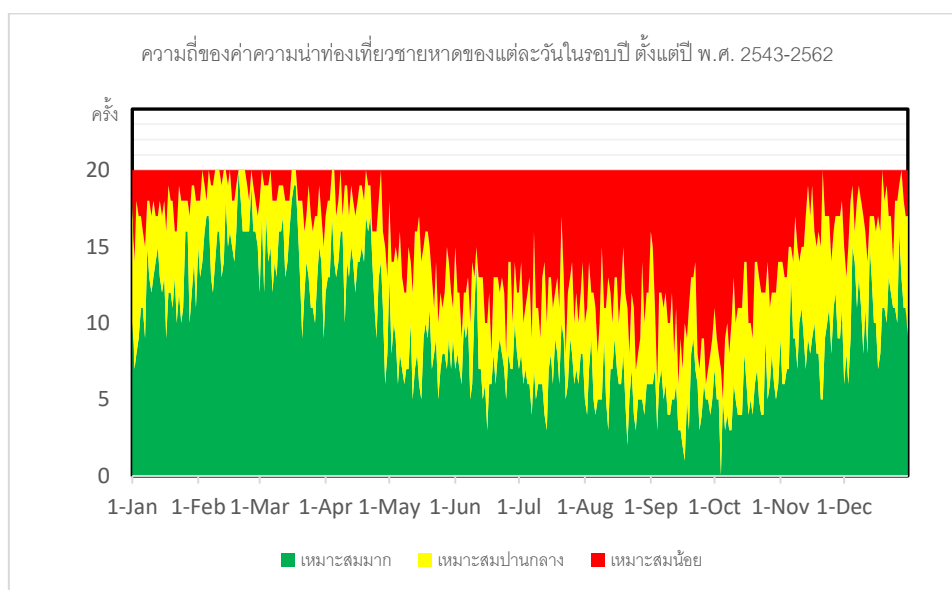
	ท่องเที่ยวบริเวณชายหาด	ท่องเที่ยวในทะเล
RMSE	0.821	1.106
R	0.711	0.690

3.3 ค่าสถิติย้อนหลังความน่าท่องเที่ยวรายวันในรอบ 20 ปี

จากการให้ลอจิสต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวในทะเลและการท่องเที่ยวชายหาดรายวันตั้งแต่ปี 2543 – 2562 ด้วยขั้นตอนวิธีการทำงานฟิชชีลอจิสต์ ผลที่ได้จะออกมาเป็นความถี่ความน่าท่องเที่ยวในทะเลของแต่ละวันใน 3 รูปแบบ คือ เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลางและเหมาะสมน้อย ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และ รูปที่ 3.6



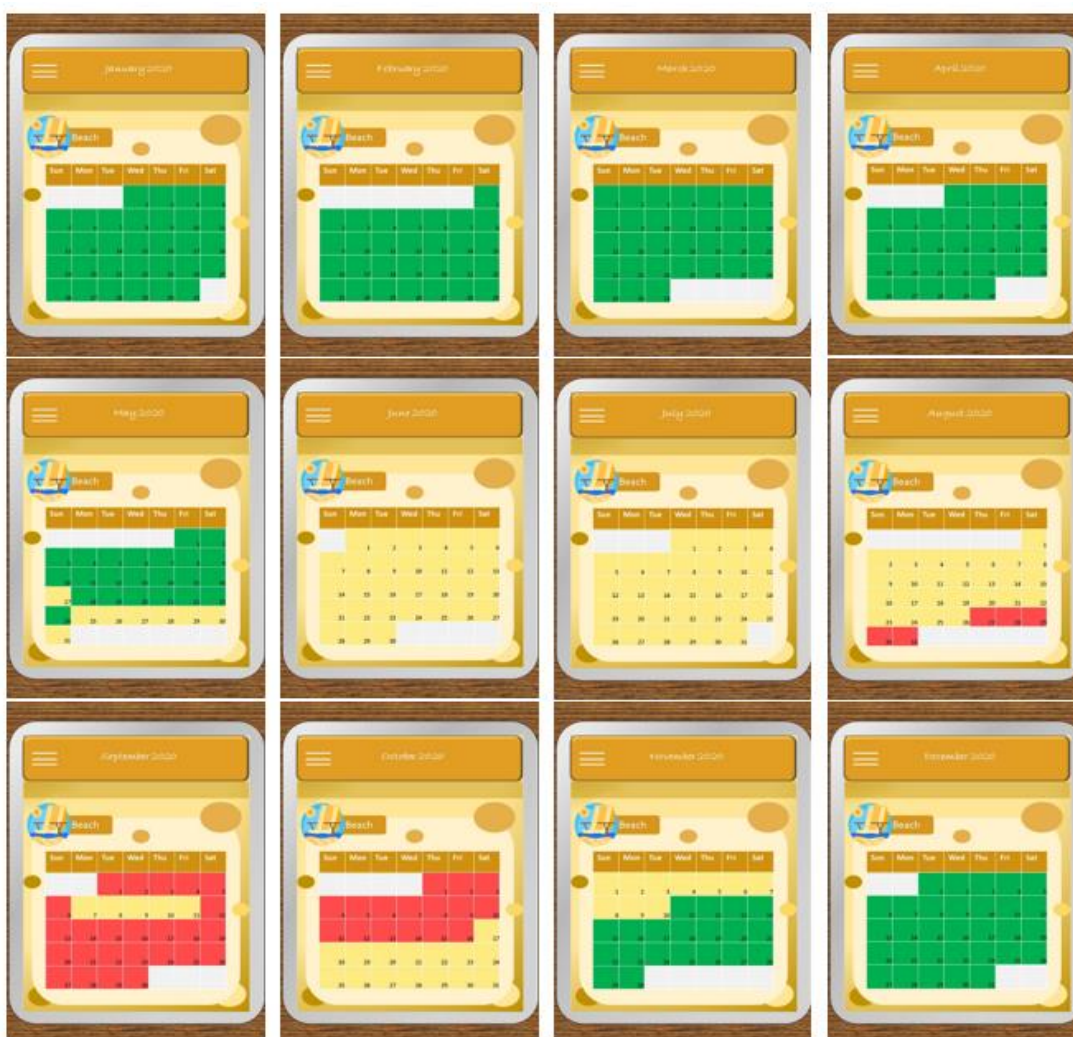
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงความถี่ของดัชนีค่าความน่าท่องเที่ยวในทะเลของแต่ละวันในรอบปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2562



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงความถี่ของดัชนีค่าความน่าท่องเที่ยวชายหาดของแต่ละวันในรอบปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2562

3.4 ปฏิทินอนุทินวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต ปี 2563

เมื่อวิธีการสร้างขั้นตอนวิธีของพัชชีลอจิสต์และการสร้างแบบจำลองเป็นที่ยอมรับแล้ว ก็จะทำปฏิทินอนุทินวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวชายหาดและในทะเลของจังหวัดภูเก็ตปี พ.ศ. 2563 ดังรูปที่ 3.7 และ รูปที่ 3.8 โดยในวันที่แสดงเป็นสีเขียวคือวันที่เหมาะสมมาก ส่วนวันที่แสดงเป็นสีเหลืองคือเหมาะสมปานกลางและ สีแดงคือเหมาะสมน้อย



รูปที่ 3.7 ปฏิทินอนุทินวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวชายหาดของจังหวัดภูเก็ต ปี 2563



รูปที่ 3.8 ปฏิทินอุตุนิมิตวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวในทะเลของจังหวัดภูเก็ต ปี 2563

บทที่ 4

ข้อวิจารณ์

ผลจากการประยุกต์ใช้ฟuzzyลอจิกส์ในการทำปฏิทินอุตุนิยมหาวิทยาลัยเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตจะวิจารณ์ได้ตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

4.1 ความเหมาะสมของวันและช่วงเวลาที่เหมาะสมที่แนะนำท่องเที่ยวของปฏิทินอุตุนิยมหาวิทยาลัยจังหวัดภูเก็ตของปี พ.ศ. 2562

ความเหมาะสมของวันและช่วงเวลาที่เหมาะสมที่แนะนำของปฏิทินอุตุนิยมหาวิทยาลัยจังหวัดภูเก็ต จะแนะนำไปในทางสอดคล้องกับฤดูกาล โดยฤดูร้อนกับฤดูหนาว ส่วนใหญ่จะเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยวมาก ส่วนช่วงเวลาที่เหมาะสมน้อยอยู่ในช่วงฤดูฝน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ช่วงเวลาและจำนวนวันของความน่าท่องเที่ยวในทะเลของปี 2562

คำแนะนำ	ช่วงเวลา	จำนวน (วัน)
เหมาะสมมาก (Very suitable)	ต้นปี ถึง กลางเดือน พ.ค. และ ปลายเดือน ต.ค. ถึงสิ้นปี	204
เหมาะสมปานกลาง (Moderately suitable)	กลางเดือน พ.ค. ถึง กลางเดือน ก.ค. และ ต้นเดือน ต.ค. ถึง ปลายเดือน ต.ค.	92
เหมาะสมน้อย (Less Suitable)	กลางเดือน ก.ค. ถึง ต้น เดือน ต.ค.	69

ตารางที่ 4.2 ช่วงเวลาและจำนวนวันของความน่าท่องเที่ยวบริเวณชายหาดของปี 2562

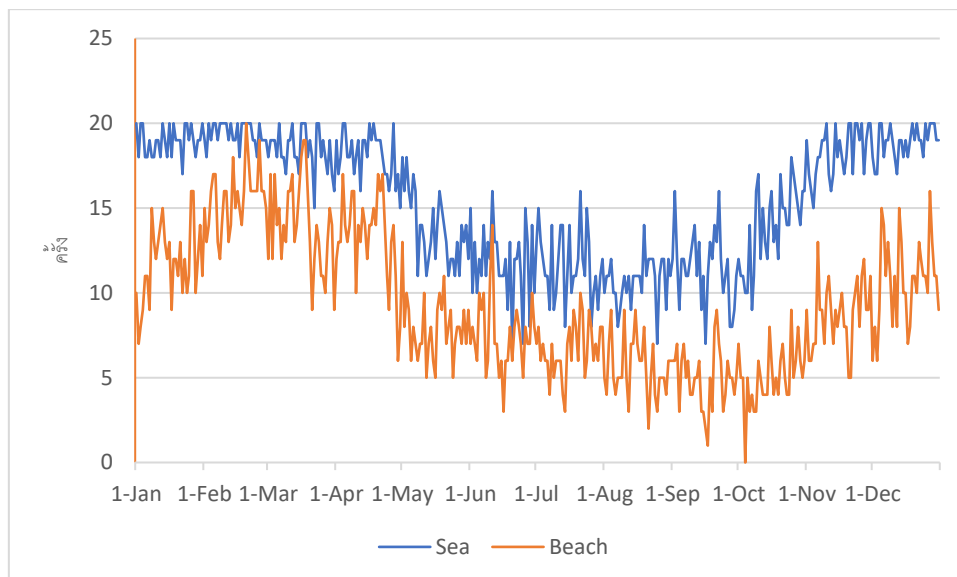
คำแนะนำ	ช่วงเวลา	จำนวน (วัน)
เหมาะสมมาก (Very suitable)	ต้นปี ถึง ปลายเดือน พ.ค. และ กลางเดือน พ.ย. ถึงสิ้นปี	195
เหมาะสมปานกลาง (Moderately suitable)	ปลายเดือน พ.ค. ถึง ปลายเดือน ส.ค. และ กลางเดือน ต.ค. ถึง กลางเดือน พ.ย.	124
เหมาะสมน้อย (Less Suitable)	ปลายเดือน ส.ค. ถึง กลางเดือน ต.ค.	46

4.2 ประสิทธิภาพของแบบจำลอง

จะเห็นว่าประสิทธิภาพของแบบจำลองการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ชายหาดมีประสิทธิภาพมีค่ามากกว่าประสิทธิภาพของแบบจำลองการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ทะเล โดยได้จากการเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error - RMSE) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient - R) ซึ่งค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแบบจำลองการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ชายหาดมีค่าอยู่ที่ 0.821 มีค่าน้อยกว่าแบบจำลองของการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ทะเลที่มีค่าอยู่ที่ 1.106 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลองการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ชายหาดมีค่าอยู่ที่ 0.711 มีค่ามากกว่าแบบจำลองของการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ทะเลที่มีค่าอยู่ที่ 0.690

4.3 ความถี่ของคำแนะนำการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ในรอบ 20 ปี

จากรูปที่ 4.1 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนครั้งที่แนะนำว่าเหมาะสมมากต่อการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ในรอบ 20 ปี ของการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ทะเลและยุทธศาสตร์ชายหาดพบว่า จำนวนครั้งที่แนะนำว่าเหมาะสมมากต่อการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ในรอบ 20 ปี ของการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ทะเลจะมากกว่าการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ชายหาด เนื่องจากการตั้งค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับลักษณะการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ที่ต่างกัน



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบจำนวนครั้งที่แนะนำว่าเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ในรอบ 20 ปี ของการท่องเที่ยวยุทธศาสตร์ทะเลและยุทธศาสตร์ชายหาด

4.4 รูปแบบการนำเสนอปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต ปี 2563

รูปแบบของปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต ปี 2563 จะใช้สีเป็นตัวแสดงความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวเป็นรายวัน แสดงในรูปที่ 3.7 และ รูปที่ 3.8 โดย สีแดง “เหมาะสมน้อย” สีเหลือง “เหมาะสมปานกลาง” และ สีเขียว “เหมาะสมมาก” การสื่อด้วยสีทำให้สามารถแยกวันที่เหมาะสมการท่องเที่ยวได้อย่างชัดเจน เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน แสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวในทะเลของจังหวัดภูเก็ตพร้อมคำอธิบายของแต่ละสีที่ปรากฏในปฏิทิน

สี	คำแนะนำ	สาเหตุจาก
แดง	เหมาะสมน้อย	ไม่มีแดดและมีฝนหนักและคลื่นแรง
เหลือง	เหมาะสมปานกลาง	ไม่มีแดดหรือมีฝนหรือคลื่นแรง
เขียว	เหมาะสมมาก	มีแดดและไม่มีฝนและทะเลเรียบ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษา “การประยุกต์ใช้วิธีการฟuzzyลอจิกส์ในการผลิตต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต” วัตถุประสงค์คือ เพื่อประยุกต์ใช้วิธีการฟuzzyลอจิกส์ในการผลิตต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต จากผลตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยปฏิทินนี้ผลิตขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจของการเลือกท่องเที่ยวชายหาดและในทะเลของจังหวัดภูเก็ตซึ่งจะเน้นไปในด้านความปลอดภัย

การศึกษานี้เริ่มต้นจาก นำผลตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา มาเป็นตัวแปรเพื่อนำเข้าสู่ขั้นตอนวิธีการทำงานที่ออกแบบจากการประยุกต์ใช้วิธีการฟuzzyลอจิกส์แบบระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญในงานนี้ คือ นักอุตุนิยมวิทยาของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก 4 คน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่ประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวแปร (ผลตรวจอากาศ) ปัจจัยสภาพ ชนิดการท่องเที่ยว และความปลอดภัย ผ่านการใช้วิธีดัชนีความสอดคล้องระหว่างปัจจัยและวัตถุประสงค์ เมื่อได้ขั้นตอนวิธีการทำงานแล้วนั้น จะมาทำการทดสอบกับแบบจำลอง และ ผลิตปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตตามวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้

ลักษณะเฉพาะหรือข้อสังเกตของต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตที่ผลิตจากการศึกษานี้มีดังนี้

1. ความเหมาะสมมากหรือความเหมาะสมน้อยต่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตที่แนะนำในแต่ละวันของปฏิทิน มักจะแนะนำไปในทางการท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับฤดูกาล
2. ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลองการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดมีค่าอยู่ที่ 0.821 และ 0.711 ตามลำดับ ส่วนค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลองการท่องเที่ยวในทะเลมีค่าอยู่ที่ 1.106 และ 0.690 ตามลำดับ
3. จำนวนครั้งที่แนะนำว่าเหมาะสมมากต่อการท่องเที่ยวของการท่องเที่ยวในทะเลมีมากกว่าการท่องเที่ยวบริเวณชายหาด
4. มีการใช้สีเป็นตัวกำหนดความเหมาะสมต่อการท่องเที่ยว โดย สีแดง “เหมาะสมน้อย” สีเหลือง “เหมาะสมปานกลาง” และ สีเขียว “เหมาะสมมาก” การสื่อด้วยสีทำให้สามารถแยกวันที่เหมาะสมการท่องเที่ยวได้อย่างชัดเจน เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยวทางทะเลที่เหมาะสมต่อสภาพอากาศ บางชนิดก็ไม่มีข้อมูล เช่น ความยาวนานแสงแดด ซึ่งผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวทางทะเลโดยตรง ถ้ามีข้อมูลส่วนนี้จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีฟัซซี่ลอจิกส์ให้ดีขึ้น
2. ตรรกะที่ใส่ในขั้นตอนวิธีฟัซซี่ลอจิกส์ ต้องอาศัยความรู้ด้านอุตุนิยวิทยา ด้านภูมิศาสตร์เฉพาะเขตพื้นที่เพิ่มเติม ดังนั้นควรให้ความสำคัญกับการลงทุนสำรวจภาคสนามเพื่อใช้ในการสร้างตรรกะใส่ในชุดรูปแบบการทำงาน
3. ควรมีการส่งเสริมให้มีการสร้างงานทางด้านอุตุนิยวิทยาที่รองรับภาระกิจเฉพาะ (use-case) เพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองตรงต่อความต้องการของประชาชนในแต่ละกลุ่ม
4. ควรมีการส่งเสริม ให้มีการพัฒนาปฏิทินอุตุนิยวิทยาให้สามารถระบุช่วงเวลาของแต่ละวันที่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยว และเพิ่มค่าสถิติย้อนหลังความน่าท่องเที่ยวรายวันระบุในแต่ละวัน เพื่อเป็นการเพิ่มข้อมูลช่วยในการตัดสินใจให้กับผู้ใช้งาน
5. การประยุกต์ใช้วิธีการฟัซซี่ลอจิกส์ในการผลิตต้นแบบปฏิทินอุตุนิยวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ตสามารถใช้เป็นต้นแบบในการต่อยอดสร้างงานหรือนวัตกรรมอื่นๆในอนาคต

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ธีระ กุลสวัสดิ์, 2558, การหาค่าความตรงตามเนื้อหา, การประชุมการจัดการความรู้ เรื่องการพัฒนา ศักยภาพในการวิจัย, คณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นพรัตน์ นุ่มศิริ, 2563, การตัดสินใจเลือกรูปแบบในการจัดการมูลฝอยของกองทัพอากาศ ณ ที่ตั้งดอน เมือง, วิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการโล จิสติกส์และโซ่อุปทาน, สหสาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรสิน สุภาวาลย์, 2556, การวิเคราะห์การถดถอย, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- คันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล, 2547, กระบวนการวิชาหัวข้อพิเศษสำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 1 (ทฤษฎี ฟัซซีเซต), เอกสารประกอบการสอนกระบวนการวิชา261494, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, ลักษณะอากาศรายจังหวัด, สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2562, จาก climate.tmd.go.th/data/province/ใต้ฝั่งตะวันตก/ภูมิอากาศภูเก็ต.
- ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล กรมอุตุนิยมวิทยา, ขนาดของคลื่นทะเล, สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2562, จาก <http://www.marine.tmd.go.th/thai/oceanwave-thai.html>.
- อนันต์ ศิริธัญญะรัตน์, 2561, การจำแนกฤดูกาลในแต่ละพื้นที่ด้วยวิธีฟัซซีลอจิกส์, งาน ประเมินตำแหน่งวิชาการระดับชำนาญการ, กรมอุตุนิยมวิทยา, เอกสารวิชาการเลขที่ 551.582-01-2561.
- J. Ross Timothy, 2004, Logic and Fuzzy Systems, Fuzzy Logic with Engineering Applications, 2nd Edition, John Wiley & Sons Ltd, pp. 120-165.
- J. Scott Armstrong & Fred Collopy, 1992, Error Measures for Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparisons, International Journal of Forecasting. Vol.8, pp. 69-80.
- L. A. Zadeh, 1965, Fuzzy sets, Information and Control, vol. 8, no. 3, pp. 338-353.
- National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA), Heat Index, Retrieved December 8, 2023, from <https://www.weather.gov/safety/heat-index>.
- World Meteorological Organization, 1998, Ocean Surface Wind, GUIDE TO WAVE ANALYSIS AND FORECASTING, WMO-No. 702, 2nd Edition, pp. 15-32.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ต้นแบบปฏิทินอตุณิยมหาวิทยาลัยเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต

ต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต



รูปที่ ก.1 ต้นแบบปฏิทินอุตุนิยมวิทยาเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต