

บทที่ 3 ระเบียบวิจัยและวิธีการศึกษา

3.1 แนวคิดและกรอบการศึกษาวิจัย

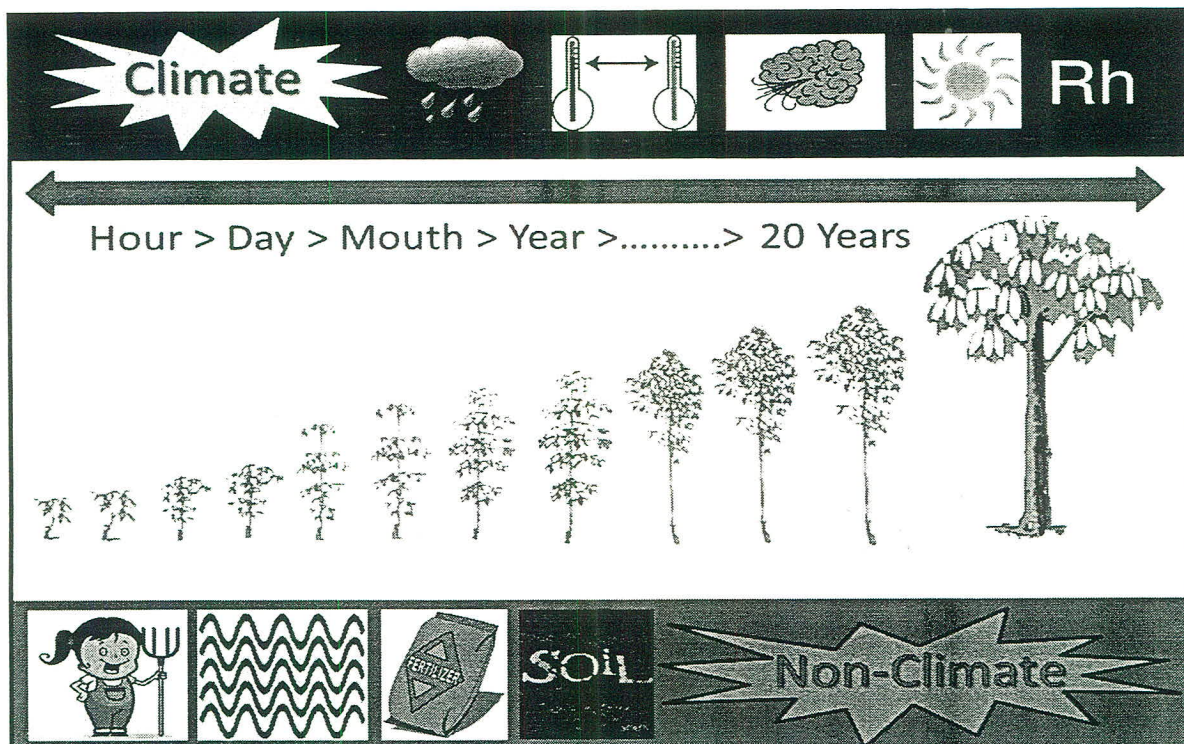
การศึกษาวิจัยภายใต้โครงการนี้ อาศัยพื้นฐานของกรอบแนวคิดที่ว่าความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในคาบเวลาต่างๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องกับ Micro climate และที่เกิดจาก Large-scale natural and human-induced climate phenomena เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญนอกจากปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ (Non-climatic factor) ที่มีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นยางพาราตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนถึงระยะเวลาที่เปิดกรีด (รูปที่ 3.1) โดยความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศ สามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตยางพาราและกิจกรรมการกรีดยางของเกษตรกรในช่วงหลังเปิดกรีด และโดยทางอ้อมแบบสะสมต่อสรีรวิทยาในช่วงต้นยางพารากำลังเจริญเติบโตก่อนเปิดกรีด (รูปที่ 3.2) ทั้งนี้ ขอบเขตและกรอบแนวคิดในภาพรวมของการวิจัย แสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งมุ่งเน้นศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อสรีรวิทยาและผลผลิตของยางพารา ในช่วงหลังจากเปิดกรีดแล้วเท่านั้น โดยการดำเนินงาน ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้ที่เชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคและโลกและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพารา ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิในอดีตถึงปัจจุบันที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ ด้วยเทคนิคทางสถิติเชิงพหุ เพื่อหาความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้และปรากฏการณ์ภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคและระดับโลกในคาบเวลาต่างๆ ตลอดจนหาความสัมพันธ์เชิงซ้อนของความแปรปรวนร่วมของตัวแปรภูมิอากาศและผลผลิตของยางพาราในพื้นที่ภาคใต้

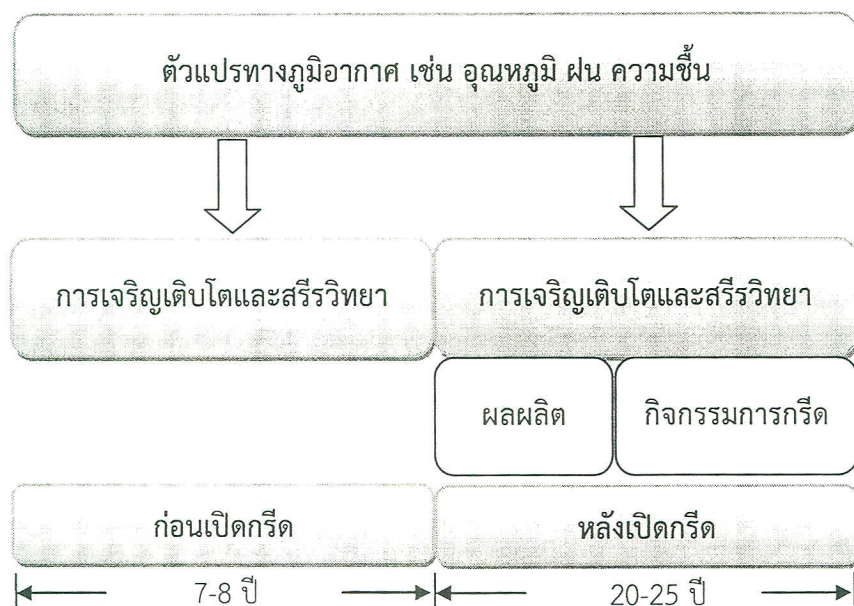
กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราคือความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูล Micro climate สรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของน้ำยางพารา รวมทั้งข้อมูลสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รายเดือนอย่างต่อเนื่องในแปลงสวนยางพารานำร่อง จำนวน 7 แปลงทดลองที่คัดเลือกจากสวนยางพาราของเกษตรกรในจังหวัดสงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่และตรัง

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาผลกระทบและความเสียหายของยางพาราจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศในจังหวัดนำร่อง ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลความเสียหายและผลกระทบรายหมู่บ้านที่เกิดจากเหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัย ในพื้นที่จังหวัดพัทลุงซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศอย่างรุนแรงและต่อเนื่องในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา เพื่อจัดทำฐานข้อมูลและวิเคราะห์ผลกระทบและความล่อแหลมเชิงพื้นที่

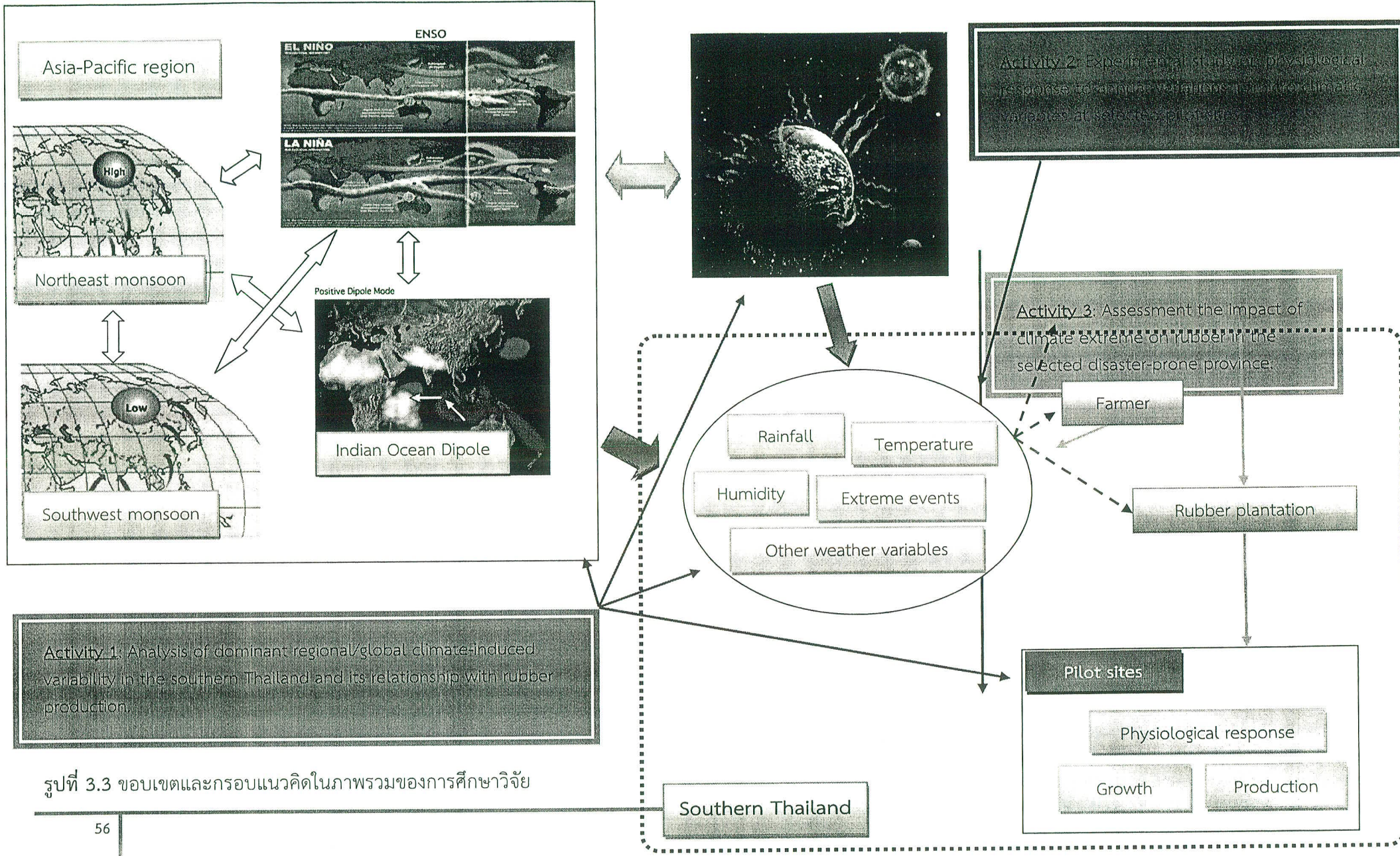
สำหรับการวิเคราะห์ตัวแปรภูมิอากาศนั้น ได้พิจารณาครอบคลุมตั้งแต่ความแปรปรวนในระดับ First-order moment เพื่ออธิบาย ‘Climate mean state’ ในคาบเวลารอบวัน ฤดูกาล ระหว่างฤดูกาล และระหว่างปีและระดับ Second-order moment ในรูปของ variance และดัชนีสถานะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นความแปรปรวนลำดับที่สองของข้อมูลในคาบเวลาต่างๆ และเป็นเหตุการณ์ทางภูมิอากาศในระดับที่รุนแรงที่มีปรากฏอยู่บริเวณปลายทั้งสองด้านหรือด้านใดด้านหนึ่งของการกระจายตัวของตัวแปรทางภูมิอากาศ (Meehl et al., 2000; Vinnikov and Robock, 2002; Kim et al., 2013) (รูปที่ 3.4) ซึ่งความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศทั้งในระดับ First และ second-order moment นี้ นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับดัชนีมรสุมและดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ่ รวมทั้งอนุกรมของข้อมูลผลผลิตยางพารา



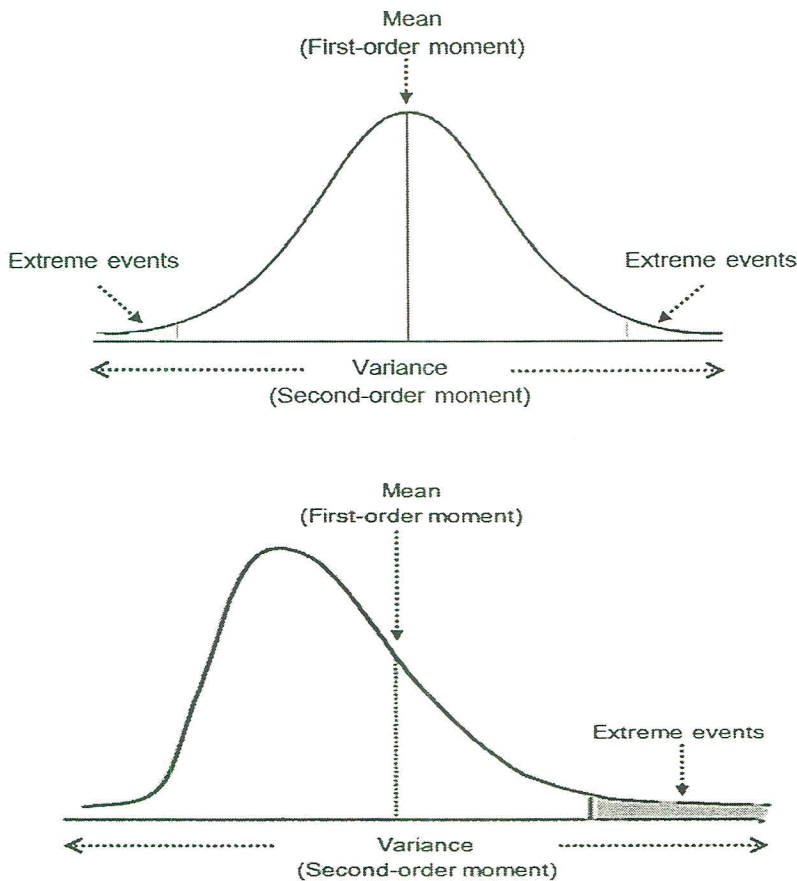
รูปที่ 3.1 แสดงความเกี่ยวโยงเชิงมนทัศน์ระหว่างการเจริญเติบโตของต้นยางพาราตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนถึงระยะเวลาที่เปิดกรีดกับปัจจัยทางภูมิอากาศและปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ



รูปที่ 3.2 แสดงความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต สรีรวิทยาและผลผลิตของยางพาราช่วงก่อนและหลังเปิดกรีด



รูปที่ 3.3 ขอบเขตและกรอบแนวคิดในภาพรวมของการศึกษาวิจัย

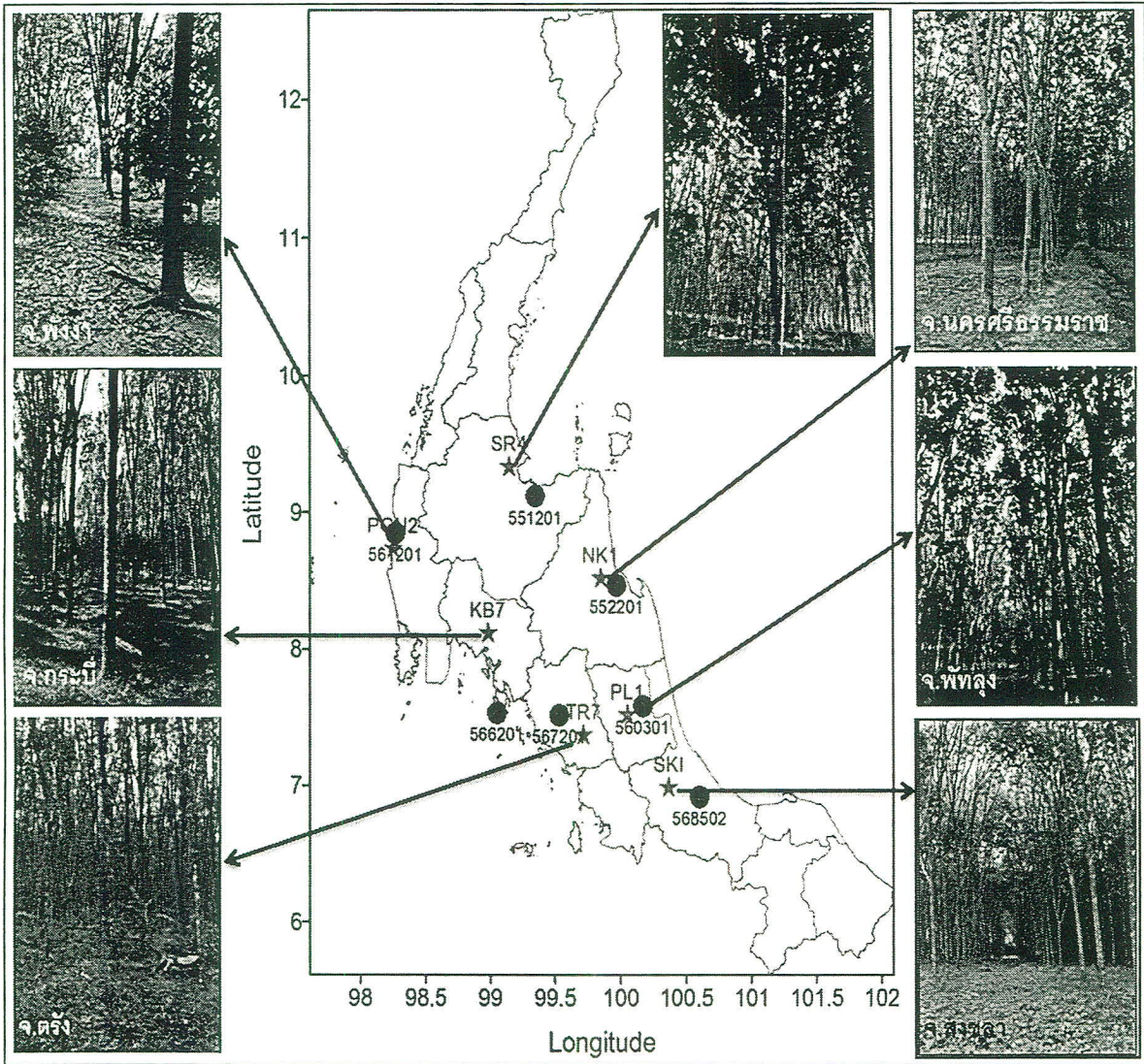


รูปที่ 3.4 การกระจายตัวของตัวแปรภูมิอากาศและความแปรปรวนลำดับที่ 1 และ 2 (First-second order moments) รวมถึงเหตุการณ์สภาวะความรุนแรง (Extreme event)

3.2 พื้นที่ศึกษา ประเภทและแหล่งข้อมูลที่ใช้

พื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ซึ่งครอบคลุมฝั่งอันดามัน 3 จังหวัด ประกอบด้วย พังงา กระบี่และตรัง และ ฝั่งอ่าวไทย 4 จังหวัด ประกอบด้วยสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุงและสงขลา ได้ถูกคัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารารวม 8,381,174 ไร่ หรือคิดเป็น 70.4% ของพื้นที่ยางพาราทั้งหมดของภาคใต้ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554) เหตุผลเพิ่มเติมประการหนึ่งในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่ครอบคลุมทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย เพื่อต้องการเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงและรูปแบบการตอบสนองของยางพาราทั้งสองฝั่งของภาคใต้ต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลผลผลิตยางพาราในจังหวัดอื่นบริเวณภาคใต้ตอนล่าง ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อประกอบการแปลผลในภาพรวมและเชิงเปรียบเทียบ ทั้งนี้ ได้คัดเลือกแปลงสวนยางพาราพันธุ์ RRIM 600 จังหวัดละ 1 แปลง จากสวนยางพาราของเกษตรกรซึ่งสถานที่ของแปลงสวนยางพารานำร่องตั้งอยู่ใกล้กับสถานีตรวจวัดภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นหลักเกณฑ์เบื้องต้นที่ใช้คัดเลือกแปลงสวนยางพารานำร่อง รูปที่ 3.5 แสดงที่ตั้งของแปลงสวนนำร่อง ลักษณะทางกายภาพของสวนยางพารา และสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ ในขณะที่ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของแปลงยางพารานำร่องที่คัดเลือกใน 7 จังหวัดของภาคใต้

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย (1) ข้อมูลปฐมภูมิที่ตรวจวัดและเก็บรวบรวมโดยตรงจากแปลงยางพารานำร่องในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ (ภาคผนวก 1) และ (2) ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ดังสรุปในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.5 ที่ตั้งของแปลงนำร่อง ลักษณะทางกายภาพของสวนยางพาราที่คัดเลือกในแต่ละจังหวัด และสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียง

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของแปลงยางพารานำร่องที่คัดเลือกใน 7 จังหวัดของภาคใต้

จังหวัด	รหัสแปลง	ที่ตั้ง	พิกัด	อายุยาง (ปี)	ระบบกริด
1. สุราษฎร์ธานี	SR1	ม. 3 ต. ท่าโรงช้าง อ. พุนพิน	9° 2' 45.2" N, 99° 9' 14.8" E	10	S/3 3d/4
2. นครศรีธรรมราช	NK1	ม. 4 ต. นาเรียง อ. พรหมคีรี	8° 31' 16.2" N, 99° 51' 34.0" E	11	S/3 2d/3
3. พัทลุง	PL1	บ้านไสถั่ว ต. ท่าแค อ. เมือง	7° 31' 51.1" N, 100° 3' 28.4" E	13	S/3 3d/4
4. สงขลา	SK1	ม. 5 ต. ควนลัง อ. หาดใหญ่	6° 59' 23" N, 100° 22' 22" E	13	S/3 3d/4
5. ตรัง	TR7	ม. 4 ต. ในควน อ. ย่านตาขาว	7° 22' 29.8" N, 99° 43' 27" E	12	S/4 5d/6
6. กระบี่	KB7	ม. 1 ต. ห้วยยูง อ. เหนือคลอง	8° 7' 37.8" N, 98° 59' 42.6" E	10	S/3 4d/5
7. พังงา	PGN2	ม. 1 ต. คี๊กคัก อ. ตะกั่วป่า	8° 44' 24.6" N, 98° 15' 31.8" E	12	S/3 5d/6

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม

รายละเอียด	กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 2	กิจกรรมที่ 3
1. ข้อมูลที่ใช้	1) ข้อมูลภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ความเร็วลม และทิศทาง ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการระเหย ราย 3 ชั่วโมงและรายวันจากสถานีตรวจวัดผิวพื้น (รูปที่ 3.5) 2) ข้อมูลฝนแบบกริดขนาด $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ราย 3 ชั่วโมง จากฐานข้อมูลดาวเทียม Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) 3) ข้อมูลผลผลิตยางพารารายเดือนและรายปี 4) ข้อมูลปริมาณการส่งออกยางพาราของประเทศไทย 5) ดัชนีมรสุมฤดูร้อนอินเดีย (Indian Summer Monsoon Index; ISMI) และดัชนีมรสุมฤดูร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก (Western North Pacific Summer Monsoon Index; WNPMI) 6) East Asian Trough Intensity Index (EATII) และ East Asian Trough Axis Index (EATAI) 7) Multivariate ENSO Index (MEI), Southern Oscillation Index (SOI) และ NIÑO3.4 Index	1) ข้อมูลภูมิอากาศในบริเวณพื้นที่ศึกษาใน 7 จังหวัด ได้แก่ พังงา กระบี่ ตรัง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ได้แก่ ข้อมูลฝนรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์ และการคายระเหยน้ำ 2) ข้อมูลอาการผิดปกติของยางพารา เรื่องโรคทางใบและโรคทางดิน	1) ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายครัวเรือน และพื้นที่สวนยางพาราที่ได้รับจากเหตุการณ์อุทกภัย วาตภัย และดินโคลนถล่ม ในช่วงปี 2553-2554 ของ จ.พัทลุง 2) ฐานข้อมูล จปฐ.2554 จ.พัทลุง ประกอบด้วยรายชื่อ อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน 3) ฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จ.พัทลุง พิกัดที่ตั้งระดับอำเภอ ตำบล หมู่บ้าน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

รายละเอียด	กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 2	กิจกรรมที่ 3
2. แหล่งของข้อมูล	1) กรมอุตุนิยมวิทยา 2) Goddard Earth Sciences Data and Information Service Center 3) สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร และคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 4) องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization; FAO) 5) Monsoon Monitoring Page 6) Wang et al. (2009) 7) Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Climate and Global Dynamics Division, National Center for Atmospheric Research	1) กรมอุตุนิยมวิทยา 2) สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร และคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	1) สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง 2) กรมการพัฒนาชุมชน 3) กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
3. ประเภทของข้อมูล	ทุติยภูมิ	ทุติยภูมิ	ทุติยภูมิ

3.3 วิธีรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบคุณภาพทางสถิติ

3.3.1 ข้อมูลภูมิอากาศราย 3 ชั่วโมงและรายวันจากสถานีตรวจวัดผิวพื้น

ข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศผิวพื้นราย 3 ชั่วโมงและรายวันจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 7 สถานีในภาคใต้ (รูปที่ 3.5) ได้ถูกรวบรวม สกัด จัดเรียงข้อมูลและตรวจสอบคุณภาพทางสถิติ ก่อนนำไปวิเคราะห์ โดยตัวแปรทางภูมิอากาศ ประกอบด้วย 1) ฝน 2) อุณหภูมิเฉลี่ย 3) ความเร็วลม 4) ความชื้นสัมพัทธ์ และ 5) ปริมาณเมฆ ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลที่ทำกรรวบรวมและสกัด ดังแสดงในตารางที่ 3.3 ข้อมูลที่สกัดจากฐานข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาในแต่ละสถานี ได้ถูกนำมาจัดเรียงฟอร์มใหม่เพื่อตรวจสอบคุณภาพได้ง่ายขึ้น รวมทั้งสามารถประมวลและคำนวณผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้รวดเร็วขึ้น เนื่องจากข้อมูลราย 3 ชั่วโมงในแต่ละสถานี มีจำนวนข้อมูลถึง 2,920 ข้อมูลต่อปี ซึ่งหากสถานีมีระยะเวลาของข้อมูลระหว่าง 1981-2011 หรือ 31 ปี จะมีจำนวนข้อมูลสูงถึง 90,520 ข้อมูล สถิติเบื้องต้นและเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ขาดหายไปของอุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ราย 3 ชั่วโมงในแต่ละสถานี สรุปในภาคผนวก 3

ข้อมูลที่ผ่านการทดสอบเบื้องต้น ได้ถูกนำเข้ากระบวนการทดสอบคุณภาพข้อมูลทางสถิติ โดยประยุกต์ใช้วิธีมาตรฐานสำหรับการควบคุมและประกันคุณภาพสำหรับข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Peterson, 1994; Peterson and Vose, 1997; Vincent and Gullett, 1999; Auger et al., 2003; Wijngaard et al., 2003; Feng et al., 2004) และเป็นวิธีที่แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ (2553) และอุษา อัมพรี และคณะ (2555) นำมาใช้ทดสอบคุณภาพข้อมูลภูมิอากาศสำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศและวงจรรอบวันและการผันแปรความถี่สูงของฝนในประเทศไทย ประกอบด้วย

1. การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนโดยรวม (Gross error check) มีรายละเอียด ดังนี้

(1.1) ความสอดคล้องของวันตามปฏิทิน เช่น จำนวนวันต่อปีและจำนวนวันต่อเดือน

(1.2) ค่าสูงหรือต่ำผิดปกติของข้อมูล (High-low extreme value) เป็นการตรวจเช็คค่าผิดปกติของข้อมูลในแต่ละสถานี โดยค่าที่สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง จะมีการตรวจในรายละเอียด และอาจถือว่าเป็นค่าผิดปกติในฐานข้อมูลที่ไม่ถูกนำไปใช้ในการทดสอบคุณภาพข้อมูลในขั้นตอนต่อไป หากไม่สามารถอธิบายสาเหตุได้

2. การตรวจสอบค่าผิดปกติในเชิงเวลา (Temporal outlier check)

วิธีการควบคุมคุณภาพที่กล่าวมาข้างต้น สามารถตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ปรากฏอย่างชัดเจนในอนุกรมของข้อมูลเท่านั้น แต่ไม่สามารถตรวจเช็คค่าผิดปกติของข้อมูลที่มีค่ามากหรือน้อยกว่าค่าข้อมูลใกล้เคียงแต่ไม่เกินขอบเขต (Threshold) และการเปลี่ยนแปลงลักษณะก้าวกระโดด (Step change) ระหว่างข้อมูลสองค่าที่อยู่ติดกันได้ ดังนั้น ค่าผิดปกติในเชิงเวลาทั้งสองกรณีสำหรับข้อมูลรายวัน สามารถตรวจเช็คได้ด้วยวิธีประเมินความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละเดือน ซึ่งสถิติที่เหมาะสมต่อข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่ปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝน คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล (Standard deviation; SD) (Peterson et al., 1998) โดยข้อมูลจัดว่าเป็นค่าผิดปกติในเชิงเวลาในกรณี

$$X_i > Mean \pm f * SD \tag{1}$$

ในขณะที่ X_i = ค่าข้อมูลวันที่ i ในแต่ละเดือน

$Mean$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรายวันในแต่ละเดือน

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลรายวันในแต่ละเดือน
 $f = 15$ (ค่าคงที่แสดงถึงช่วงที่ยอมรับได้ ซึ่งได้จากการทดลอง)

อย่างไรก็ตาม การใช้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน อาจมีปัญหาที่ไม่สามารถตรวจเช็คค่าผิดปกติที่มีค่าไม่สูงมาก โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในกรณีที่ชุดข้อมูลนั้นๆ มีค่าผิดปกติสูงมากๆ อยู่เพียงไม่กี่ค่าในอนุกรมเท่านั้น ดังนั้น วิธีทางสถิติอีกวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทนทานต่อค่าผิดปกติได้ดี คือ ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Inter-Quartile Range, IQR) โดยข้อมูลจัดเป็นค่าผิดปกติในกรณีที่

$$X_{ij} - q50_j > f * IR_j \tag{2}$$

เมื่อ X_{ij} = ค่าข้อมูลวันที่ i ในเดือน j
 $q50_j$ = ค่ามัธยฐานหรือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูลในเดือน j
 f = ช่วงของความแปรปรวนที่กำหนดขอบเขตค่าผิดปกติ ปกติจะมีค่าระหว่าง 3 ถึง 5 ทั้งนี้ f อาจมีค่ามากกว่า 5 ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล
 IR_j = Inter-Quartile Range (ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ลบด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25)

3. การตรวจสอบค่าผิดปกติในเชิงพื้นที่ (Spatial outlier check)

วิธีมาตรฐานในการตรวจเช็คค่าผิดปกติในเชิงพื้นที่สำหรับข้อมูลภูมิอากาศรายวัน คือ เทคนิคการเปรียบเทียบข้อมูลรายวันในแต่ละเดือนกับข้อมูลของสถานีใกล้เคียงอย่างน้อย 3 สถานี (Eischeid et al., 1995; Peterson et al., 1998; Feng et al., 2004) ทั้งนี้ สถานีใกล้เคียงที่เลือกมาเป็นสถานีอ้างอิงในการเปรียบเทียบ ต้องมีความสัมพันธ์กับสถานีที่ต้องการตรวจสอบค่าผิดปกติในเชิงพื้นที่ ขั้นตอนหลักของการวิเคราะห์ค่าผิดปกติในเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย การสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่างสถานีใกล้เคียงและสถานีที่ตรวจเช็คค่าผิดปกติและคำนวณค่า Root-mean-square error (RMSE) ของสมการดังกล่าว หลังจากคำนวณสมการถดถอยเชิงเส้นตรงทุกสถานีใกล้เคียงแล้ว ค่าข้อมูลรายวันที่จัดว่าเป็นค่าผิดปกติ ในกรณีที่ค่าข้อมูลนั้น ๆ อยู่นอกช่วงความเชื่อมั่นของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงทุกสมการระหว่างสถานีที่ตรวจเช็คค่าผิดปกติและสถานีใกล้เคียง (Hubbard, 2001) ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$VF_{ij} - F * RMSE_j < X_i < VF_{ij} + F * RMSE_j \tag{3}$$

ในขณะที่ $j = 1,...,N$ คือ จำนวนสถานีใกล้เคียง
 $l = 1,...,m$ คือ วันใดวันหนึ่งในเดือนนั้นๆ และ m คือ จำนวนวันในเดือนนั้น
 X_i = ข้อมูลของสถานีที่ตรวจเช็คในวันที่ i
 VF_{ij} = ค่าประมาณของค่า X_i จากสมการถดถอยของสถานี j ของข้อมูลวันที่ i
 F = ขอบเขตของความเชื่อมั่นของสมการถดถอย ในกรณีนี้ $F = 3$

4. ข้อมูลที่ขาดหายไปหรือช่องว่างของข้อมูล (Missing data and data gap)

ข้อมูลที่ขาดหายไปหรือช่องว่างของข้อมูลในอนุกรมข้อมูลรายวัน รวมทั้งข้อมูลที่สงสัยและค่าผิดปกติจากการตรวจเช็คด้วย 3 วิธีข้างต้น ทำการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และต่อเนื่องในอนุกรมข้อมูล โดยใช้วิธีของ Hubbard (2001) ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$V_{ei} = \sum_{j=1}^N [VF_{ij} \times RMSE_j^{-2}] / \sum_{j=1}^N RMSE_j^{-2} \tag{4}$$

ในขณะที่ V_{ei} = ค่าประมาณของข้อมูลที่ขาดหายไปและเครื่องหมายอื่น ๆ เหมือนกันกับสมการที่ 3

5. การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของข้อมูล

Penalized maximal T และ F Tests (Wang et al., 2007; Wang, 2008) ซึ่งถูกพัฒนาและปรับปรุงให้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบ และปรับแก้ความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ของข้อมูล ภูมิอากาศภายใต้โครงการ Joint World Meteorological Organization (WMO) Commission for Climatology (CCI)/ World Climate Research Program (WCRP) Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Project’s Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI) (<http://www.clivar.org/organization/etccdi/indices.php>) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของข้อมูลฝน โดยทำการตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของข้อมูลดังกล่าว หลักการของเทคนิค Penalized maximal T และ F Tests ในการระบุการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดในอนุกรมข้อมูล โดยทำการเปรียบเทียบ Goodness of fit ระหว่างโมเดล Two-phase regression กับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของอนุกรมข้อมูลทั้งหมด Wang et al. (2007) และ Wang (2008) ได้อธิบายรายละเอียดและขั้นตอนของ Penalized maximal T และ F Tests และ FORTRAN source code มีรายละเอียดใน <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDI/software.shtml> เทคนิค Penalized maximal T และ F Tests

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของข้อมูลราย 3 ชั่วโมงและรายวันที่ได้สกัดจากฐานข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	จังหวัด	ระยะเวลาของข้อมูล (ค.ศ.)
552201	นครศรีธรรมราช	นครศรีธรรมราช	1981-2011
560301	พัทลุง สกษ.	พัทลุง	2006-2011
568501	สงขลา	สงขลา	1981-2011
551201	สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	1981-2011
561201	ตะกั่วป่า	พังงา	1981-2011
566201	เกาะลันตา	กระบี่	1981-2011
567201	ตรัง	ตรัง	1981-2011

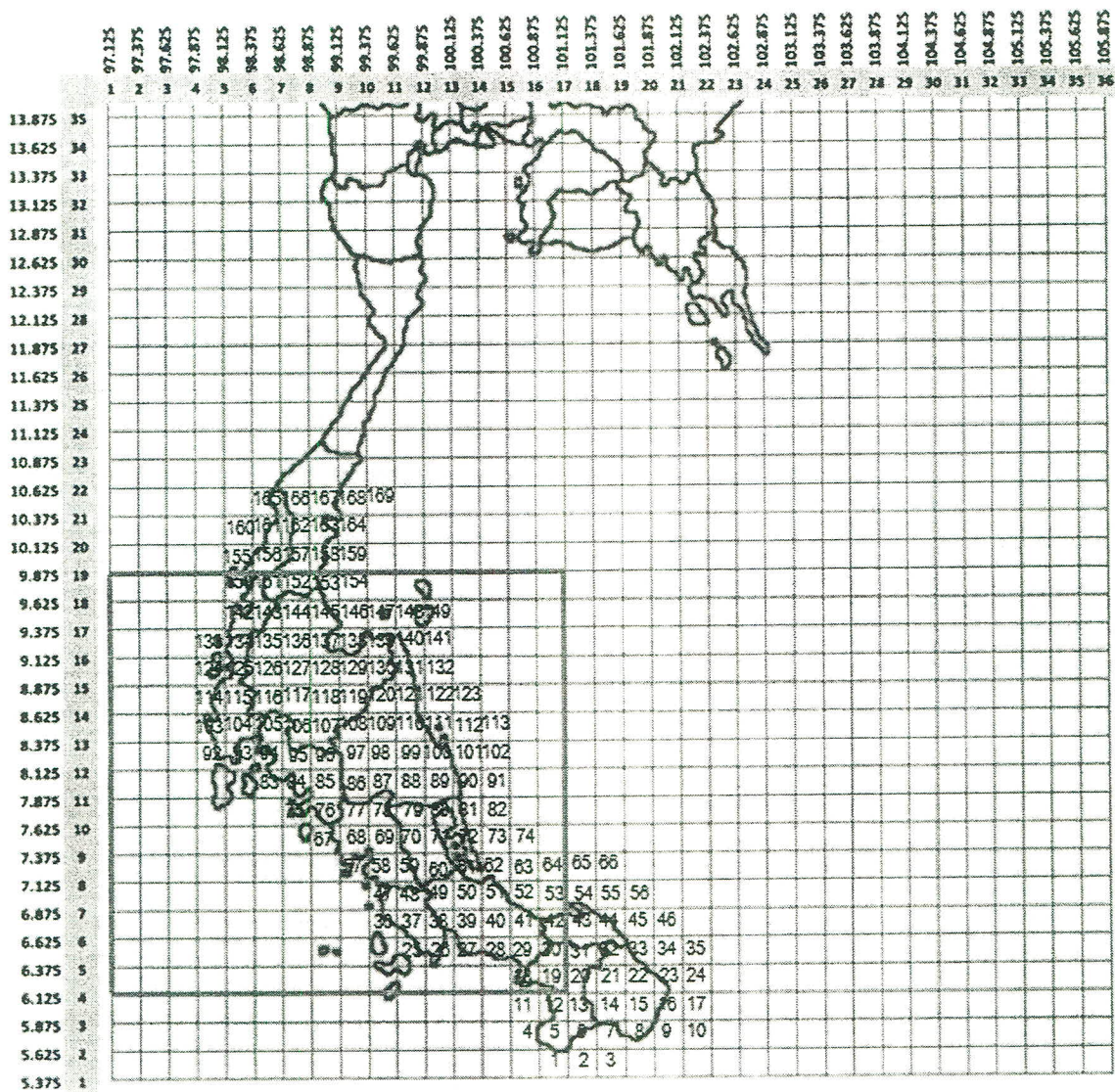
หมายเหตุ : ระยะเวลาของข้อมูลทั้ง 5 ตัวแปร คือ ฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการระเหย

3.3.2 ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าราย 3 ชั่วโมงแบบกริดจากดาวเทียม TRMM

TRMM เป็นดาวเทียมที่ปฏิบัติการร่วมระหว่างประเทศญี่ปุ่นและประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อติดตามตรวจสอบหยาดน้ำฟ้าในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน และเพื่อประมาณความร้อนแฝง (Latent heat) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดฝน/หยาดน้ำฟ้า (TRMM, 2010a) โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ ค.ศ. 1997 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน Sensor หลักที่ใช้ตรวจวัดหยาดน้ำฟ้าของดาวเทียม TRMM ประกอบด้วย Precipitation Radar (PR), TRMM Microwave Image (TMI) และ Visible/Infrared Scanner (VIRS) (NASA, 2010) ฐานข้อมูลความละเอียดสูงแบบกริดที่ตรวจวัดจากดาวเทียม TRMM ที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ข้อมูลหยาดน้ำฟ้ารายวันระดับ 3 (Level 3) TRMM 3B-42 version 6 (TRMM merged high quality/Infrared (IR) precipitation) ซึ่งถูกประมวลโดย TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA) (Huffman et al., 2007) TRMM 3B-42 version 6 ได้ถูกจัดทำจากการรวมข้อมูล Passive microwave ที่ตรวจวัดด้วย TMI (Special Sensor Microwave Imager (SSM/I), Advanced Microwave Scanning Radiometer (AMSR) และ Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU) เพื่อจัดทำข้อมูล TRMM คุณภาพสูงที่รวม Infrared precipitation และประมาณค่า Root-mean-square (RMS) precipitation error (Huffman et al., 2007; TRMM, 2010b) ข้อมูล 3B-42 มีความละเอียดในเชิงพื้นที่ เท่ากับ $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ และความละเอียดเชิงเวลา เท่ากับ 3 ชั่วโมง ซึ่งครอบคลุมรอบโลกตั้งแต่เส้นรุ้ง 50 องศาใต้ถึงเส้นรุ้ง 50 องศาเหนือ 3B-42 version 6 อัลกอริธึม (Algorithm) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นตอนแรก ใช้ข้อมูล TRMM VIRS และ TMI (ผลผลิตของ TRMM เวอร์ชัน 1B01 และ 2A12) และตัวแปรสอบเทียบจากข้อมูล TMI/TRMM รายเดือน เพื่อจัดทำปัจจัยสอบเทียบรายเดือนของ IR และขั้นตอนที่สอง ใช้ปัจจัยสอบเทียบรายเดือนของ IR เพื่อปรับแก้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้า Merged-IR (Huffman et al., 2007; TRMM, 2010b) ทั้งนี้ ข้อมูล TRMM ราย 3 ชั่วโมงระดับ 3 (Level 3) ได้ผ่านกระบวนการควบคุมคุณภาพหลายขั้นตอน โดยวิธีการควบคุมคุณภาพข้อมูล เป็นส่วนหนึ่งของ Algorithm ที่ใช้ประมวลข้อมูล

Chokngamwong and Chiu (2008) ได้นำข้อมูลฝนรายวันที่ตรวจวัดจากสถานีผิวพื้นของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 100 สถานี ในระหว่าง ปี ค.ศ. 1993 – 2002 เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของข้อมูล TRMM 3B-42 version 6 ในบริเวณประเทศไทย ผลการศึกษา พบว่า ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าจาก TRMM 3B-42 version 6 มีค่าใกล้เคียงและสอดคล้องกับข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดผิวพื้น โดย Bias, Root-mean-square difference (RMSD) และ Mean absolute difference (MAD) มีค่า -0.12, 11.89 และ 5.02 ตามลำดับ และมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ TRMM 3B-42 version 5 (0.89, 11.81 และ 5.71) ซึ่งแสดงถึงข้อมูลดาวเทียม TRMM แบบกริดที่มีความละเอียดสูงในบริเวณประเทศไทย มีความถูกต้องและแม่นยำเพิ่มขึ้นหลังจากประมวลผลด้วย TMPA algorithm

การศึกษานี้ ได้ดาวน์โหลดและสกัดข้อมูล TRMM ราย 3 ชั่วโมงซึ่งถูกจัดอยู่ในรูป netCDF file ที่มีขนาดไฟล์ประมาณ 4.40 MB ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่บริเวณภาคใต้ (5.375° ถึง 10.625° latitude, 97.875° ถึง 102.375° longitude) จำนวน 198 blocks (รูปที่ 3.6) ระหว่างเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1998 – เดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 2011 (14 ปี) โดยทำการดาวน์โหลดฐานข้อมูลจาก Goddard Earth Sciences Data and Information Service Center จำนวนข้อมูลที่ได้ดาวน์โหลดและสกัดมีทั้งสิ้น 39,408 ไฟล์ และในแต่ละไฟล์ ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง โดยพบว่าข้อมูลมีความสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์สูง ซึ่งเปอร์เซ็นต์การสูญหายของข้อมูล น้อยกว่า 0.03% ทั้งนี้ ข้อมูลในแต่ละกริด ได้ถูกจัดเรียงเป็นอนุกรมเวลาเพื่อให้ง่ายต่อการประมวลและวิเคราะห์ทางสถิติในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.6 โดเมนของข้อมูลหยาดน้ำฟ้าราย 3 ชั่วโมง แบบกริดขนาด $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ ซึ่งครอบคลุม 7 จังหวัดของภาคใต้ระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010 ที่สกัดจากฐานข้อมูลดาวเทียม TRMM

3.3.3 ข้อมูลผลผลิตยางพารา

ข้อมูลผลผลิต ข้อมูลเนื้อที่ยืนต้นและเนื้อที่เปิดกรีดยางพาราตามรายจังหวัด ในพื้นที่ 7 จังหวัดในภาคใต้ (สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ตรัง กระบี่ และพังงา) ได้ถูกรวบรวมจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง สถาบันวิจัยการยางและสหกรณ์รับซื้อน้ำยาง ข้อมูลผลผลิตยางพาราในช่วงปี พ.ศ. 2548-2553 (2005-2010) เป็นข้อมูลที่ได้มีการบันทึกแบบรายเดือนต่อผลผลิต (ตัน) ทั้งนี้ ได้ทำการ Normalize ด้วยพื้นที่เปิดกรีด เพื่อให้ข้อมูลผลผลิตยางพารา สามารถเปรียบเทียบรูปแบบความแปรปรวนและอัตราผลผลิตในแต่ละจังหวัดได้ ในส่วนของข้อมูลเนื้อที่ยืนต้นและข้อมูลเนื้อที่เปิดกรีดของยางพารา เป็นข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543-2553 (2000-2010) ซึ่งมีการบันทึกแบบจำนวนไร่ต่อปี ผลผลิตยางพารารายปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543-2553 (2000-2010) สำหรับพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง (พัทลุง สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ยะลา สตูล และตรัง) ยังได้ถูกรวบรวมเพิ่มเติมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ข้อมูลผลผลิตยางพาราในภาพรวมทั้งประเทศที่ส่งออกรายปีของประเทศไทยตั้งแต่ปี 1961 ถึง 2010 (50 ปี) ได้ถูกดาวน์โหลดจากฐานข้อมูลขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization; FAO) ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้ ผ่านกระบวนการควบคุมคุณภาพ ก่อนนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรอบฤดูกาลและระหว่างปี ระหว่างผลผลิตยางพาราและความแปรปรวนและสถานะความรุนแรงของภูมิอากาศในขั้นตอนการดำเนินงานในระยะต่อไป

3.3.4 ข้อมูลที่ตรวจวัดและรวบรวมจากแปลงสวนยางพารานำร่อง

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบในรอบปีและผลผลิตน้ำยางจาก 7 สวนยางพารา ใน 7 จังหวัด คือ 1) อ. พุนพิน จ. สุราษฎร์ธานี 2) อ. พระพรหม จ. นครศรีธรรมราช 3) อ. เมืองพัทลุง จ. พัทลุง 4) อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 5) อ. ย่านตาขาว จ. ตรัง 6) อ. เหนือคลอง จ. กระบี่ และ 7) อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา ได้ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบในรอบปี และเก็บผลผลิตในรอบปี วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของยางพาราและค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน รวมไปถึงประเมินความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพื้นที่ใบกับผลผลิตยางพาราภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ภาคใต้ฝั่งอันดามัน และรวมภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยกับฝั่งอันดามัน เก็บข้อมูลการเกิดโรคในรอบปี ได้แก่ โรคราแป้ง โรคไฟทอปทอรา โรคใบจุด และการประเมินดัชนีความรุนแรงของโรค นอกจากนี้ มีการบันทึกการระบาดของโรค รากขาวในจังหวัดที่ทำการศึกษา

3.3.5 ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายบุคคลในจังหวัดพัทลุง

ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายบุคคล ได้ถูกรวบรวมจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางใน 4 สำนักงาน ครอบคลุมพื้นที่ 11 อำเภอ ของ จ.พัทลุง ประกอบด้วย (1) สำนักงานอำเภอเมือง ครอบคลุมพื้นที่ อ.เมือง อ.งหรา อ.ศรีนครินทร์ (2) สำนักงานอำเภอบางแก้ว ครอบคลุมพื้นที่ อ.บางแก้ว อ.เขาชัยสน อ.ตะโหมด (3) สำนักงานอำเภอควนขนุน ครอบคลุมพื้นที่ อ.ควนขนุน อ.ป่าพะยอม อ.ศรีบรรพต (4) สำนักงานอำเภอบาบอน ครอบคลุมพื้นที่ อ.บาบอน อ.ปากพะยูน ทั้งนี้ ข้อมูลที่ได้รวบรวม เป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกในแบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม และแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม

ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายบุคคล เป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ อุทกภัยครั้งใหญ่ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2553 และเหตุการณ์ปลายเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมเป็นข้อมูลรายบุคคล เจ้าของสวนยางพาราเป็นผู้ดำเนินการแจ้งขอความช่วยเหลือในแบบคำร้องต่อเจ้าหน้าที่กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง และเจ้าหน้าที่ฯ เป็นผู้เข้าไปตรวจสอบ ความเสียหายในพื้นที่สวนยางพารา พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลสวนยางพาราเสียหายลงในแบบรายงานผลสำรวจ ความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม โดยข้อมูลที่รวบรวมมีรายละเอียดดังนี้

1. ปีที่เกิดเหตุการณ์อุทกภัย วาตภัย และดินโคลนถล่ม (ปี พ.ศ.)
2. ที่อยู่เจ้าของสวนยางพารา ตามบัตรประชาชน (บ้านเลขที่ หมู่ ตำบล อำเภอ)
3. ที่ตั้งสวนยางพารา (บ้าน หมู่ ตำบล อำเภอ)
4. ข้อมูลสวนยางพาราเสียหาย (เนื้อที่/ไร่ จำนวนต้นที่ปลูก/ต้น อายุ/ปี/เดือน)

4.1 สวนอยู่ระหว่างการสงเคราะห์

- เสียหายเสียหายสวนทั้งแปลง (ไร่)
- เสียหายเสียหายสวนบางส่วน (ไร่)
- เสียหายไม่เสียหายสวน (ต้น)
- ปลูกซ่อม/ค้ำยัน (ต้น)
- ปลูกซ่อมไม่ได้ (ต้น)

4.2 สวนยางเปิดกรีดแล้ว

- เนื้อที่ (ไร่)
- จำนวน (ต้น)
- เสียหายเสียหายสวนทั้งแปลง (ไร่)
- เสียหายเสียหายสวนบางส่วน (ไร่)
- เสียหายไม่เสียหายสวน (ต้น)
- ยกค้ำยัน (ต้น)
- ยกค้ำยันไม่ได้ (ต้น)

4.3 สวนยางปลูกเองยังไม่เปิดกรีด / สวนยางพื้นสงเคราะห์ยังไม่เปิดกรีด

- เนื้อที่ (ไร่)
- จำนวน (ต้น)
- อายุ (ปี/เดือน)
- เสียหายเสียหายสวนทั้งแปลง (ไร่)
- เสียหายเสียหายสวนบางส่วน (ไร่)
- เสียหายไม่เสียหายสวน (ต้น)
- ปลูกซ่อม (ต้น)
- ยกค้ำยัน (ต้น)
- เสียหายไม่เสียหายสวน/ปลูกซ่อมค้ำยันไม่ได้ (ต้น)

5. จำนวนเงินชดเชย (บาท)

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย การคัดลอกข้อมูลใน 5 ประเด็นข้างต้นจากแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม จากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางทั้ง 4 สำนักงาน จำนวนทั้งสิ้น 14,242 ชุด (รายบุคคล) และตรวจสอบคุณภาพข้อมูลเพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนและความสอดคล้องรวมทั้งความสมเหตุสมผลของข้อมูล ก่อนนำไปทำการวิเคราะห์ความเสียหายเชิงพื้นที่ของสวนยางพารา รวมถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ มีรายละเอียดในหัวข้อ 3.4.3 วิธีการและเทคนิควิเคราะห์ข้อมูล

3.4 วิธีการและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 กิจกรรมที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้ที่เชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพารา

สำหรับกิจกรรมที่ 1 เทคนิคทางสถิติพหุเชิงพรรณนา (descriptive multivariate statistic) หลายเทคนิค นำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนเชิงพื้นที่และความแปรปรวนเชิงเวลาในคาบเวลาตั้งแต่ฤดูกาลถึงระหว่างปี ตลอดจนสกัดลักษณะความแปรปรวนที่โดดเด่น เพื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญในภูมิภาคอินโด-แปซิฟิก รวมทั้งหาความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงซ้อนและ Non-linear ระหว่างความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศและผลผลิตยางพาราในรอบปี ซึ่งเทคนิคทางสถิติพหุเชิงพรรณนา ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

- 1. เทคนิคฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์ (Empirical Orthogonal Function; EOF)

เทคนิค EOF มีหลักการบนพื้นฐานการสกัดและแยกฐานข้อมูลขนาดใหญ่ให้อยู่ในรูปฟังก์ชันพื้นฐานของ Orthogonal (Eigenvalue/Eigenvector) ด้วยการแปลงเชิงเส้นตรง เพื่อลดมิติของจำนวนตัวแปรให้เหลือจำนวนน้อยลง แต่สามารถอธิบายความแปรปรวนส่วนใหญ่ในฐานข้อมูลเดิม (Preisendorfer, 1988; Hannachi et al., 2007) โดย EOF ของเมตริกซ์ข้อมูล $F(t,x)$ สำหรับตัวแปร t ($t = t_1, t_2, t_3,...,t_n$) ที่ตำแหน่ง x ($x_1, x_2, x_3,...,x_p$) สามารถแสดงในสมการที่ 5

$$F(t,x) = \sum_{j=1}^p a_j(t)(u_j(x)), \tag{5}$$

โดยที่ p =จำนวนโหมดของ $u_j(x)$ ส่วน $a_j(t)$ = Principal score ในโหมด j สำหรับ a_1u_1 = ผลรวมเชิงเส้นโหมดที่ 1 ของเมตริกซ์ F ที่มีความแปรปรวนสูงสุด ในขณะที่ a_2u_2 = ผลรวมเชิงเส้นโหมดที่ 2 ของเมตริกซ์ F ที่มีความแปรปรวนเป็นลำดับที่ 2 ทั้งนี้ แต่ละโหมดที่ถูกสกัดออกจากฐานข้อมูลเดิม เป็นอิสระต่อกันหรือมีคุณสมบัติ Orthogonality ซึ่งผลรวมความแปรปรวนในแต่ละโหมด จะเท่ากับความแปรปรวนในฐานข้อมูลเดิม โดยปกติ ความแปรปรวนส่วนใหญ่ มักปรากฏอยู่ในโหมดแรก ๆ ของ EOF (Preisendorfer, 1988; Jolliffe, 2002; Hannachi et al., 2007) วิธี EOF คำนวณจากเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance matrix) ของฐานข้อมูลเดิม เพื่อจำแนกข้อมูลเดิมออกเป็นค่า Eigenvalue, Eigenvector และ Principal score สมการสำหรับการวิเคราะห์ PCA สรุปได้ดังนี้

$$Z^*E = E^*L \text{ หรือ } (Z-L)^*E = 0 \tag{6}$$

$$A = Z^*E \tag{7}$$

$$E^*E^T = E^T E = I \tag{8}$$

$$A^T A = L \tag{9}$$

โดยที่ Z = เมตริกซ์ขนาด $n \times p$ โดย n =เวลา และ p =สถานีทั้งหมด

E = เมตริกซ์ของ Eigenvector ขนาด $p \times p$

L = เมตริกซ์ทแยงของ Eigenvalue ขนาด $p \times p$ โดยตำแหน่ง Off-diagonal มีค่าเป็นศูนย์

A = เมตริกซ์ของ Principal score ขนาด $p \times p$

I = เมตริกซ์ทแยงที่ตำแหน่ง Diagonal มีค่าเป็นหนึ่ง ในขณะที่ ตำแหน่ง Off-diagonal มีค่าเป็นศูนย์

2. ฟังก์ชันฮาร์โมนิก (Harmonic function)

ฟังก์ชันฮาร์โมนิก เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นซ้ำในคาบเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยอธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นซ้ำในรูปของ Sine และ Cosine function เพื่อแสดงถึงแอมพลิจูดและเฟส ตัวอย่างเช่น ฟังก์ชันฮาร์โมนิก ถูกนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์แอมพลิจูดและเฟสของวงจรรอบวัน และน้อยกว่าหนึ่งวันของฝน (Diurnal/Semidiurnal cycle) (Dai et al., 2007; Roy and Balling, 2007; Yin et al., 2009) ซึ่งฟังก์ชันฮาร์โมนิก ได้ถูกอธิบายโดย Wilks (2006) ดังนี้

$$y_t = \bar{y} + \sum_{k=1}^{n/2} \left\{ C_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T} - \phi_k\right) \right\}, \tag{10}$$

$$y_t = \bar{y} + \sum_{k=1}^{n/2} \left\{ A_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + B_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \right\}, \tag{11}$$

ในขณะที่ y_t = ข้อมูลค่าเฉลี่ยในระยะยาวของหยาดน้ำฟ้า ณ เวลา t , $\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ย, n = จำนวนข้อมูลในรอบวัน, C = แอมพลิจูด, T = คาบเวลา, ϕ = เฟส, k = ลำดับของฟังก์ชันฮาร์โมนิก, A และ B = พารามิเตอร์ของฟังก์ชันฮาร์โมนิก ทั้งนี้ A, B, C และ ϕ ในแต่ละลำดับของฟังก์ชันฮาร์โมนิก สามารถประมาณได้จาก

$$A_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right), \tag{12}$$

$$B_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right), \tag{13}$$

$$C_k = [A_k^2 + B_k^2]^{1/2}, \tag{14}$$

$$\phi_k = \begin{cases} \tan^{-1}(B_k / A_k), & A_k > 0 \\ \tan^{-1}(B_k / A_k) \pm \pi, & A_k < 0 \\ \pi/2, & A_k = 0 \end{cases} \tag{15}$$

เฟสของฟังก์ชันฮาร์โมนิก จะสอดคล้องกับเวลาที่แอมพลิจูดมีค่าสูงสุด ดังนี้

$$t_{\max} = \phi_k \frac{T}{2\pi k}, \tag{16}$$

ส่วนสัดส่วนของความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันฮาร์โมนิกแต่ละลำดับ คำนวณได้ดังนี้

$$R_k^2 = \frac{\frac{n}{2} C_k^2}{(n-1) S_y^2}, \tag{17}$$

3. Kendall's tau correlation (τ)

เป็นเทคนิคทางสถิติแบบนอนพาราเมตริก (Non-parametric) ที่ใช้วิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร ซึ่งความสัมพันธ์ถูกวิเคราะห์บนพื้นฐานของชุดข้อมูลที่จัดเรียงลำดับ (Rank) เช่นเดียวกับ Spearman's rank correlation (Kendall, 1990) สมการที่ 18 ใช้คำนวณสัมประสิทธิ์ของ Kendall's tau correlation

$$\tau = \frac{C - D}{C + D} = \frac{C - D}{\frac{n \cdot (n-1)}{2}} = \frac{C - D}{\binom{n}{2}} = \frac{C - D}{\frac{n!}{2!(n-2)!}} \tag{18}$$

โดยที่ C = Concordant pairs (rank ของตัวแปรที่สองมากกว่า rank ของตัวแปรก่อนหน้านี้)
D = Discordant pairs (rank เท่ากับหรือน้อยกว่า rank ของตัวแปรแรก)

Kendall's tau correlation มักถูกแปลผลในบริบทของความน่าจะเป็นระหว่าง Concordant และ Discordant pairs ซึ่งค่อนข้างแตกต่างจาก Pearson และ Spearman correlation สัมประสิทธิ์ของ Kendall's tau correlation มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 โดยที่ค่า τ แสดงถึงระดับความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างสองตัวแปร

4. Ordinary Least Square (OLS) regression

เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ความชันของเส้นตรง หรือรู้จักกันในนามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรง (Linear trend) ที่ใช้ Fit ชุดข้อมูลด้วยสมการถดถอย (Linear regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร โดยเทคนิค OLS เลือกเฉพาะเส้นตรงที่ Fit ข้อมูลแล้ว ทำให้ผลรวมของ Squared error มีค่าน้อยที่สุด (Wilks, 2006) สำหรับชุดข้อมูล (x,y) เส้นตรงที่ใช้ Fit ข้อมูลแล้ว ทำให้ Squared ของเส้นแนวดิ่งระหว่างเส้นตรงและจุดของข้อมูลมีค่าน้อย ได้ดังนี้

$$\hat{y} = a + bx, \quad (19)$$

รูปที่ 3.7 แสดงระยะทางตามแนวดิ่งระหว่างจุดข้อมูลและเส้นตรง หรือค่า Error (Residual) ซึ่งนิยามได้ดังนี้

$$e_i = y_i - \hat{y}(x_i). \quad (20)$$

ทั้งนี้ เมื่อรวมสมการที่ 19 และ 20 เข้าด้วยกันแล้ว ได้สมการถดถอย ดังแสดงในสมการที่ 21

$$y_i = y_i + e_i = a + bx_i + e_i, \quad (21)$$

ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่าที่แท้จริงของ Predictand คือ ผลรวมของค่าพยากรณ์ (19) และค่า Error ดังนั้น ค่า Intercept (a) และ Slope (b) สามารถประมาณ เพื่อให้ผลรวมของ Squared residual มีค่าน้อยที่สุด ได้ดังนี้

$$\sum_{i=1}^n (e_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - [a + bx_i])^2, \quad (22)$$

ขั้นตอนต่อไป เป็นการแก้ปัญหาในเชิงแคลคูลัส (Calculus) เพื่อลด Residual ให้น้อยที่สุดของสองตัวแปรของสมการถดถอย คือ a และ b โดยการประยุกต์ใช้ Differential calculus เพื่อคำนวณค่า a และ b จากอนุพันธ์ (Derivative) ของสมการที่ 22 ในกรณีที่ทั้งสองค่าถูกกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ ทั้งนี้ อนุพันธ์ของสมการที่ 22 สำหรับตัวแปร a และ b ที่หาค่า คือ

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n (e_i)^2}{\partial a} = \frac{\partial \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) = 0 \quad (23)$$

และ

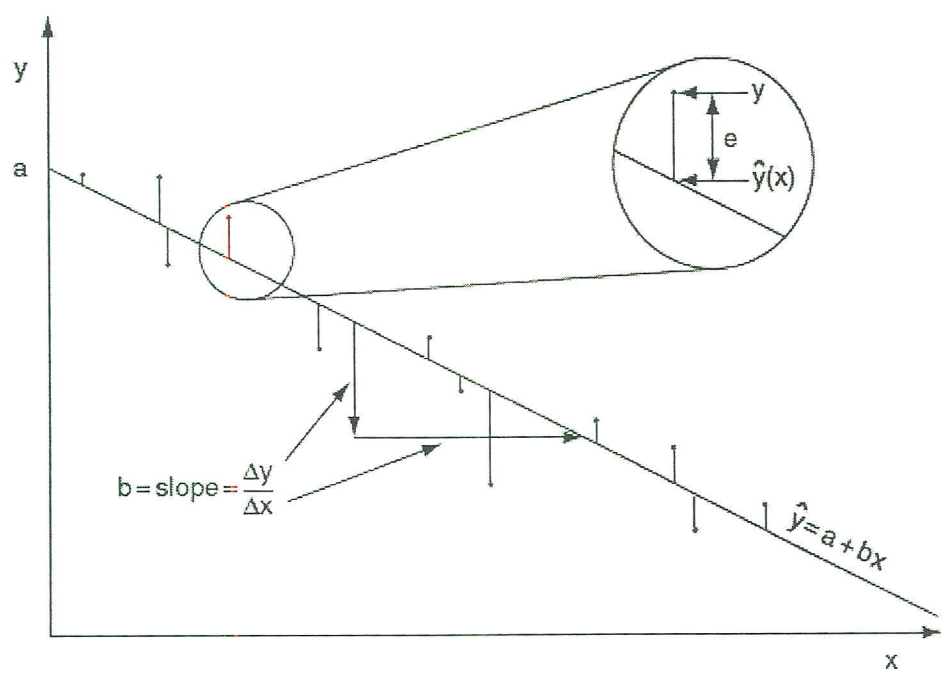
$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n (e_i)^2}{\partial b} = \frac{\partial \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n [x_i (y_i - a - bx_i)] = 0. \quad (24)$$

ขั้นตอนสุดท้าย เป็นการประมาณค่า a และ b ด้วย

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n (x_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2} \tag{25}$$

และ

$$a = \bar{y} - b\bar{x}. \tag{26}$$



รูปที่ 3.7 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย ซึ่ง $\hat{y} = a + bx$ ถูกคัดเลือกเพื่อลดความแตกต่าง (Residual; e) ระหว่างเส้นตรงและจุดข้อมูล ทั้งนี้ OLS regression เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ผลรวมของ Squared ของเส้นแนวดิ่งระหว่างเส้นตรงและจุดของข้อมูล

5. ดัชนีสภาวะความรุนแรงของภูมิอากาศ (Extreme climate index)

ดัชนีสภาวะความรุนแรงของภูมิอากาศที่นิยามและเสนอแนะโดย Joint World Meteorological Organization (WMO) Commission for Climatology (CCI)/World Climate Research Program (WCRP) Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Project's Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI) (Perterson, 2005) ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ และฝนของข้อมูลที่ตรวจวัดจากสถานีผิวพื้นและข้อมูลดาวเทียม TRMM ประกอบด้วย ดัชนีสำหรับสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ 11 ดัชนี (ตารางที่ 3.4) ดัชนีสำหรับสภาวะความรุนแรงของฝน 8 ดัชนี (ตารางที่ 3.5) ซึ่งดัชนีทั้งหมดดังกล่าว ถูกคำนวณจากอนุกรมข้อมูลรายวัน เพื่อแสดงจำนวนเหตุการณ์สภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในรูปแบบต่าง ๆ ในคาบเวลาหนึ่งปี (Annual time scale)

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ

ID	Indicator name	Definitions	Units
1.	Tmax	Annual daily maximum (TX)	°C
2.	Tmean	Mean annual temperature	°C
3.	Tmin	Annual daily minimum (TN)	°C
4.	Warm days (TX90p)	Percentage of days when TX>90 th percentile	Days
5.	Warm nights (TN90p)	Percentage of days when TN>90 th percentile	Days
6.	Cool days (TX10p)	Percentage of days when TX<10 th percentile	Days
7.	Cool nights (TN10p)	Percentage of days when TN<10 th percentile	Days
8.	Cold spell duration indicator (CSDI)	Annual count of days with at least 6 consecutive days when TN<10 th percentile	Days
9.	Warm spell duration indicator (WSDI)	Annual count of days with at least 6 consecutive days when TX>90 th percentile	Days
10.	SU35	Annual count when TX >35°C	Days
11.	TR25	Annual count when TN >25°C	Days

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝน

ID	Indicator name	Definitions	Units
1.	PRCPTOT	Annual total rainfall in wet day (rainfall ≥ 1.0 mm)	mm
2.	Annual total wet days (WETtot)	Annual count of days when rainfall ≥ 1.0 mm	days
3.	Simple daily intensity index (SDII)	Annual total rainfall divided by the number of wet days (defined as rainfall ≥ 1.0 mm) in the year	Mm/day
4.	Very wet days (R95p)	Annual total rainfall when rainfall>95th percentile	mm
5.	Max 5-day rainfall amount (RX5day)	Monthly maximum consecutive 5-day rainfall	mm
6.	Number of heavy rainfall days (R10)	Annual count of days when rainfall ≥ 1.0 mm	days
7.	Consecutive wet days (CWD)	Maximum number of consecutive days with rainfall ≥ 1.0 mm	days
8.	Consecutive dry days (CDD)	Maximum number of consecutive days with rainfall < 1 mm	days

6. ดัชนีภูมิอากาศ (Extreme climate index)

การศึกษานี้ ใช้ดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ่และดัชนีมรสุมเอเชีย จำนวน 7 ดัชนี เพื่อหาความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและผลผลิตยางพาราในภาคใต้ ซึ่งแต่ละดัชนีมีรายละเอียด ดังนี้

(1) Multivariate ENSO Index (MEI) เป็นดัชนีที่คำนวณจากข้อมูล Sea-level pressure (P), Zonal wind component (U), Meridional wind component (V), Sea surface temperature (S), Near-surface temperature (A) และ Cloudiness fraction of the sky (C) ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก (รูปที่ 3.8) ด้วยเทคนิค Principal Component Analysis (PCA) โดยดัชนี MEI คือ Leading PCA mode ของทั้ง 6 ตัวแปร (Wolter and Timlin, 1993, 1998) ค่าบวกและลบของดัชนี MEI บ่งชี้ถึงแนวโน้มการเกิดเหตุการณ์ El Niño และเหตุการณ์ La Niña ตามลำดับ (รูปที่ 3.9)

(2) Southern Oscillation Index (SOI) เป็นดัชนีที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงความกดระหว่างมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศในบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิกและความผันแปรของซีกโลกใต้ โดยได้คำนวณจากข้อมูล Sea-level pressure ระหว่างสถานี Darwin ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย และสถานี Tahiti ในตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ (รูปที่ 3.10) ค่าความต่างของความดันระดับน้ำทะเลระหว่าง Tahiti และ Darwin ที่ต่ำหรือสูงกว่าค่าปกติ จะสอดคล้องกับการเกิดเหตุการณ์ El Niño และ La Niña ตามลำดับ (รูปที่ 3.11) (<http://www.cgd.ucar.edu/cas/catalog/climind/soiAnnual.html>)

(3) NIÑO3.4 เป็นดัชนีที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณเส้นศูนย์สูตร ซึ่งคำนวณจากข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณ 5° N- 5° S และ 120° W- 170° W (รูปที่ 3.12) (http://www.cgd.ucar.edu/cas/catalog/climind/TNI_N34/) ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ จะเป็นสัญญาณทางสมุทรศาสตร์บ่งชี้ถึงเหตุการณ์ El Niño และ La Niña ตามลำดับ (รูปที่ 3.13)

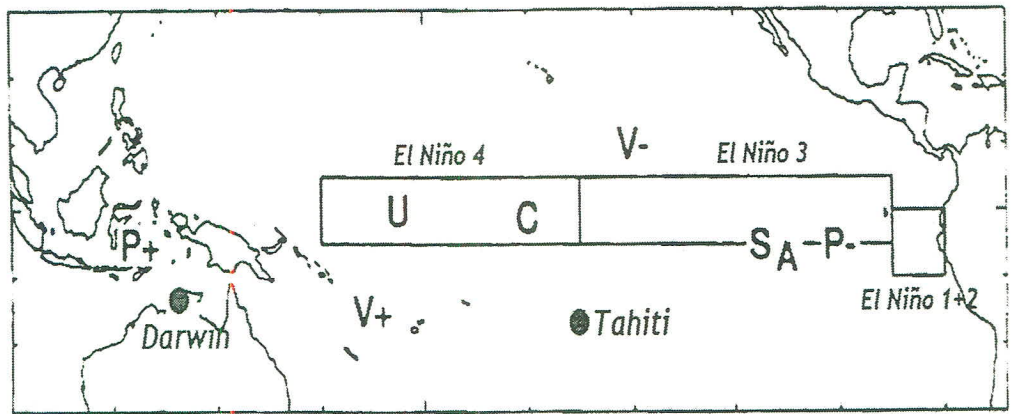
(4) Indian Summer Monsoon Index (ISMI) หรือดัชนีมรสุมฤดูร้อนอินเดีย เป็นดัชนีที่นิยามบนพื้นฐานผลต่างของลมตามแนวราบที่ระดับ 850-hPa ในพื้นที่ระหว่าง 5° - 15° N, 40° - 80° E และ 20° - 30° N, 70° - 90° E (Wang et al., 2001) (<http://iprc.soest.hawaii.edu/~ykaji/monsoon/definition.html>) (รูปที่ 3.14) ค่าเฉลี่ยของดัชนี ISMI ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนซึ่งตรงกับฤดูฝนในประเทศไทย ที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ แสดงถึงปีนั้นๆ มรสุมฤดูร้อนอินเดียมีกำลังแรงหรืออ่อนกำลังกว่าปกติ ตามลำดับ (รูปที่ 3.15)

(5) Western North Pacific Summer Monsoon Index (WNPMI) หรือดัชนีมรสุมฤดูร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก เป็นดัชนีนิยามบนพื้นฐานผลต่างของลมตามแนวราบที่ระดับ 850-hPa เช่นเดียวกันกับดัชนี ISMI แต่ในพื้นที่ระหว่าง 5° - 15° N, 100° - 130° E และ 20° - 30° N, 110° - 140° E (Wang et al., 2001) (<http://iprc.soest.hawaii.edu/~ykaji/monsoon/definition.html>) (รูปที่ 3.14) ค่าเฉลี่ยของดัชนี ISMI ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนซึ่งตรงกับฤดูฝนในประเทศไทย ที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ แสดงถึงปีนั้นๆ มรสุมฤดูร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก มีกำลังแรงหรืออ่อนกำลังกว่าปกติ ตามลำดับ (รูปที่ 3.16)

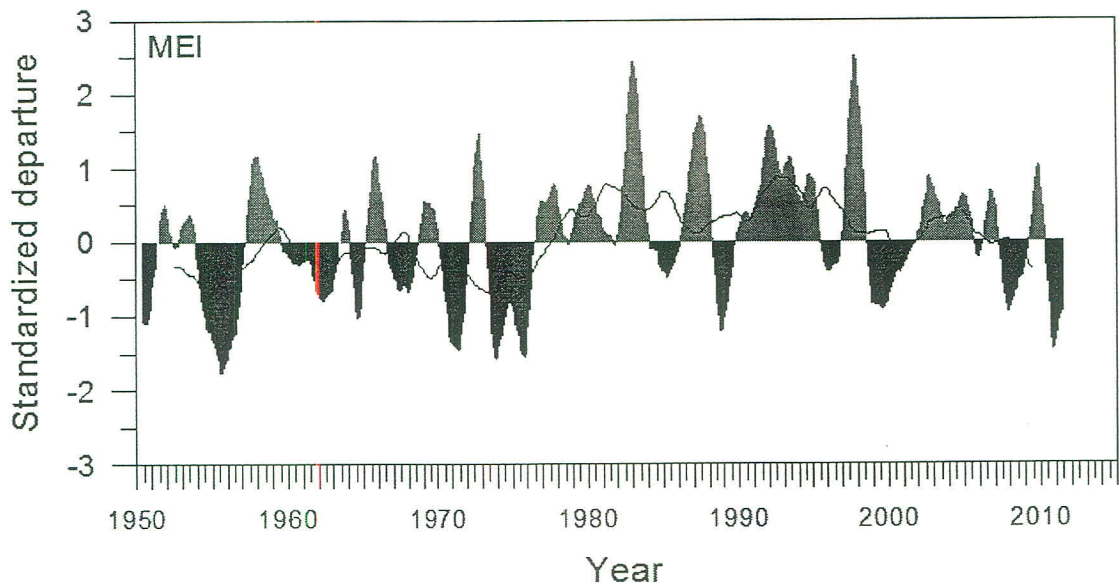
(6) East Asian Trough Intensity Index (EATII) เป็นดัชนีที่ใช้ติดตามความแรงของ East Asian Winter Monsoon ในช่วงฤดูหนาวของซีกโลกเหนือ (เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) โดยดัชนี EATII ใช้อธิบายความแรงของ East Asian Trough ซึ่งโดยปกติแกนของร่องมรสุมฤดูหนาว วางตัวตามแนวตะวันออก-เฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เหนือเส้นรุ้งที่ 50° องศาเหนือ และวางตัวตามแนวตะวันออก-เฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ตอนล่างของเส้นรุ้งที่ 50° องศาเหนือ โดยดัชนี EATII คือ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ที่คำนวณจากข้อมูล Geopotential height ที่ระดับ 500-hPa ในพื้นที่ 25° - 50° N และ 100° - 180° E (Wang et al., 2009) โดยค่าดัชนี EATII ที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ แสดงถึงมรสุมฤดูหนาวในบริเวณเอเชียตะวันออก มีความแรงหรืออ่อนกำลังกว่าปกติ ตามลำดับ (รูปที่ 3.17)

(7) East Asian Trough Axis Index (EATAI) เป็นดัชนีที่อธิบายความแปรปรวนในแง่การเอียงของแกน East Asian Trough ในบริเวณ Mid-latitude โดยดัชนี EATAI มีค่าเป็นบวก แสดงถึงการเอียงของแกนเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้เส้นทางของลมที่พัดไปยังทิศตะวันออกสู่มหาสมุทรแปซิฟิกมีกำลังแรง แต่เส้นทางของลมที่พัดไปยังทิศใต้มีกำลังอ่อนลง ในขณะที่ ดัชนี EATAI มีค่าเป็นลบ แสดงถึงแกนของ East Asian Trough มีลักษณะเอียงมาก ส่งผลให้เส้นทางของลมที่พัดไปยังทิศใต้มีกำลังแรงขึ้น แต่เส้นทางของลมที่พัดไปยังทิศตะวันออกสู่มหาสมุทรแปซิฟิกมีกำลังอ่อนลง (รูปที่ 3.18) โดยดัชนี EATAI คือ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 2 ที่คำนวณจากข้อมูล Geopotential height ที่ 500-hPa ในพื้นที่ 25° - 50° N และ 100° - 180° E (Wang et al., 2009)

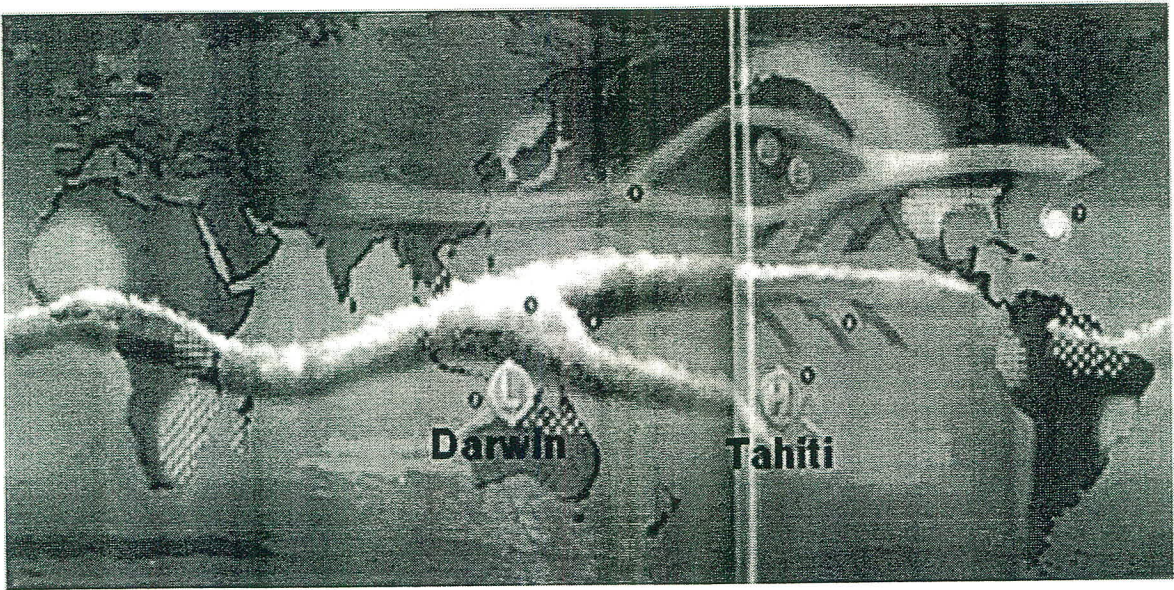
ทั้งนี้ รายละเอียดและขั้นตอนการศึกษาวิจัยของกิจกรรมที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 3.19



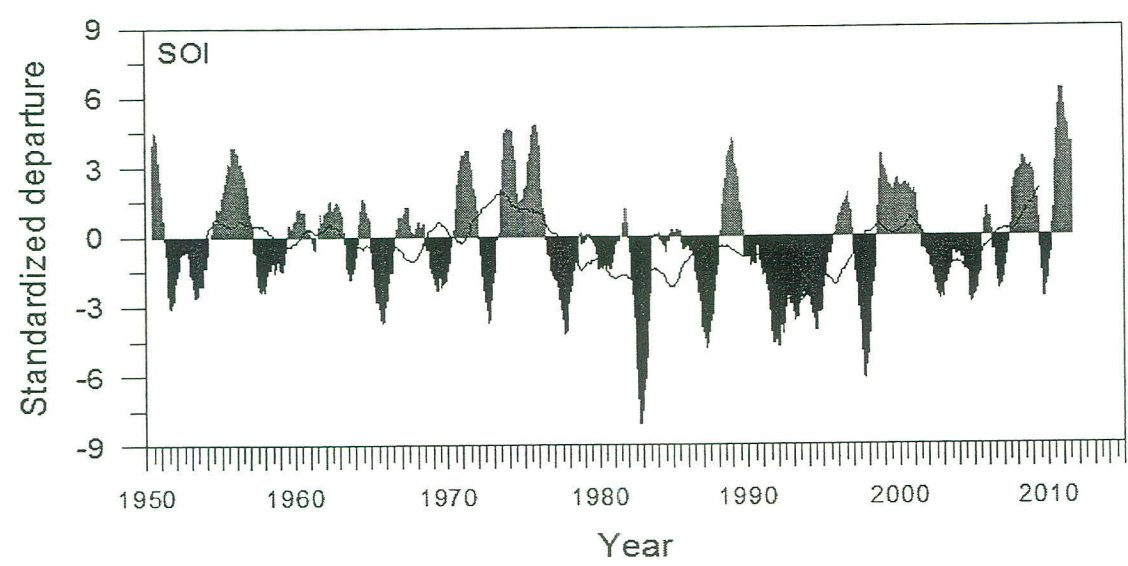
รูปที่ 3.8 แสดงโดเมนของข้อมูล Sea-level pressure (P), Zonal wind component (U), Meridional wind component (V), Sea surface temperature (S), Near-surface temperature (A) และ Cloudiness fraction of the sky (C) ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิกที่ใช้คำนวณดัชนี MEI



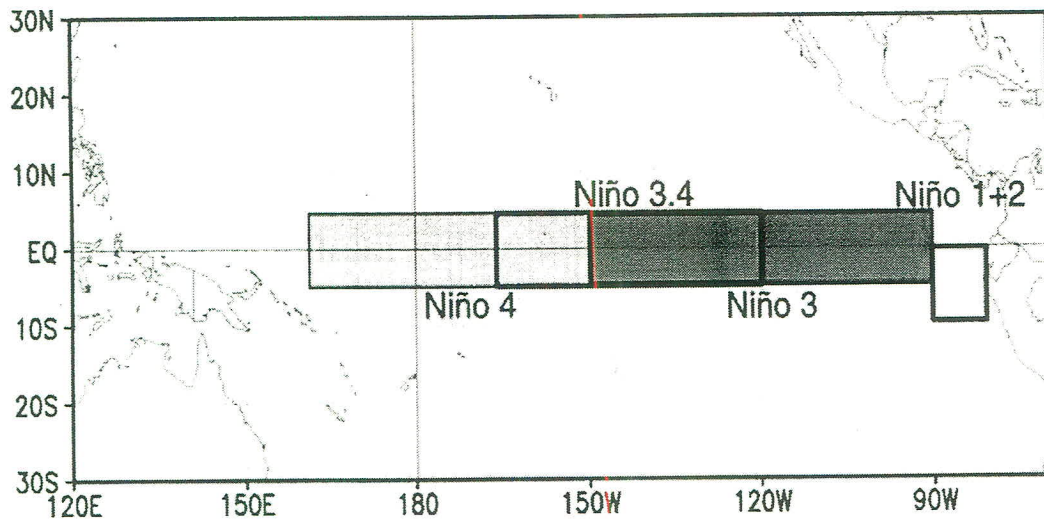
รูปที่ 3.9 ดัชนี MEI รายเดือน ระหว่างปี 1950 ถึง 2010 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



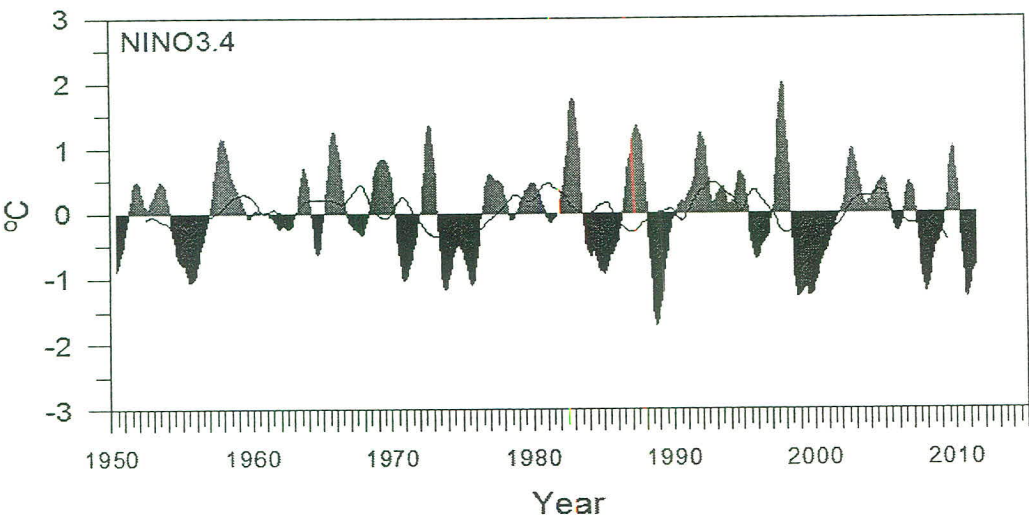
รูปที่ 3.10 แสดงสถานี Darwin ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลียและสถานี Tahiti ในตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ที่ใช้ข้อมูล Sea-level pressure เพื่อคำนวณดัชนี SOI



รูปที่ 3.11 ดัชนี SOI รายเดือนระหว่างปี 1950 ถึง 2010 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี

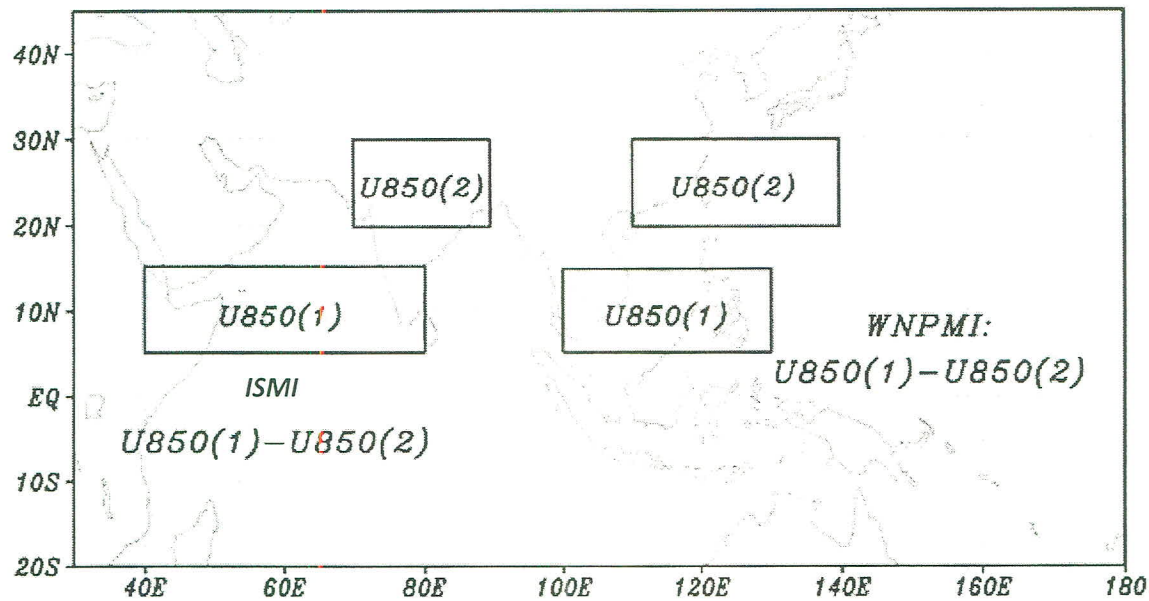


รูปที่ 3.12 แสดงโดเมนของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ใช้คำนวณดัชนี NIÑO3.4

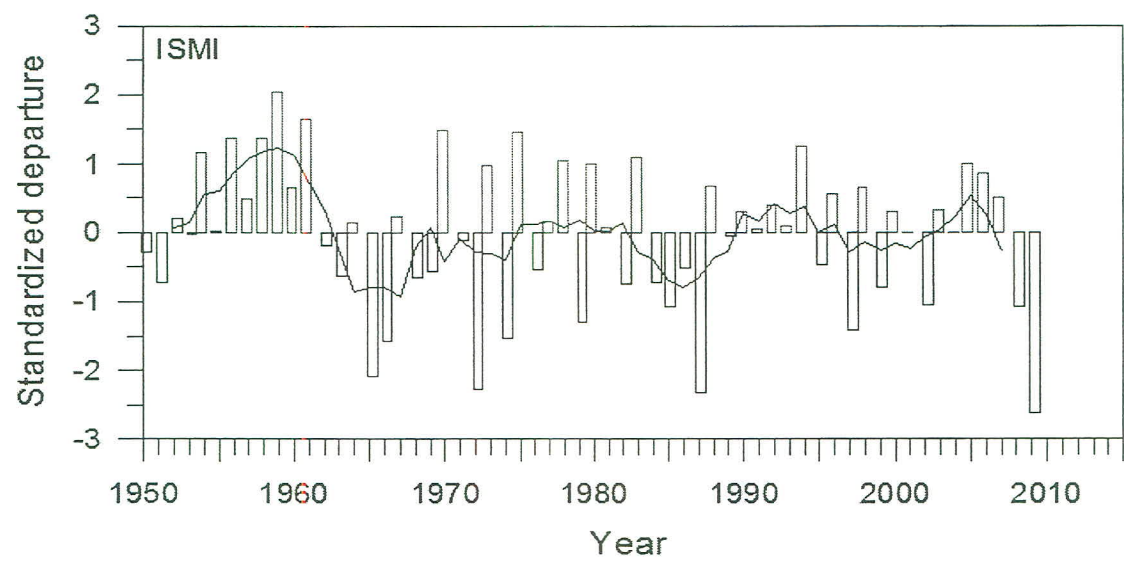


รูปที่ 3.13 ดัชนี NIÑO3.4 รายเดือนระหว่างปี 1950 ถึง 2010 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี

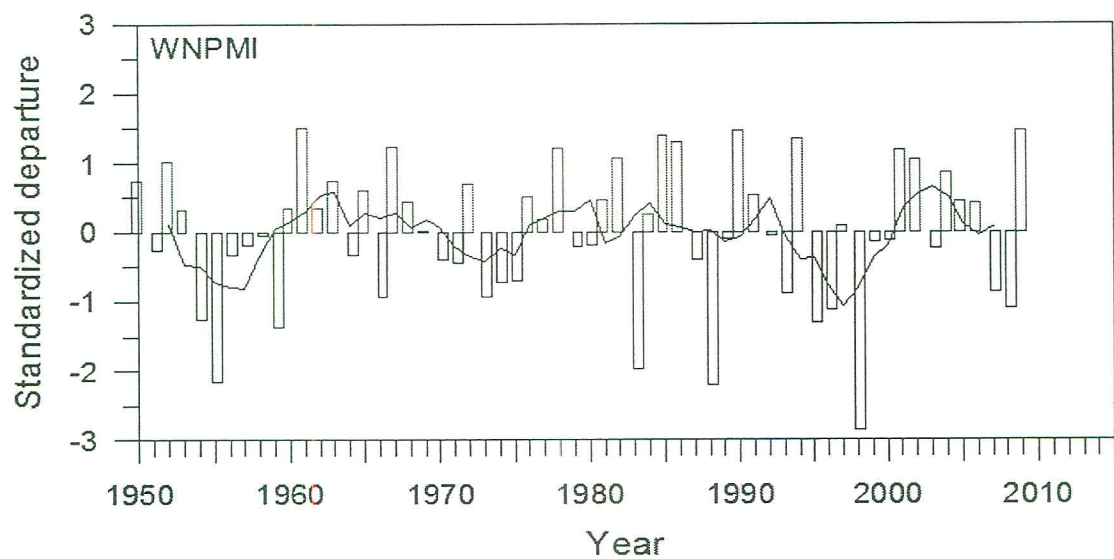
Asian Summer Monsoon Indices



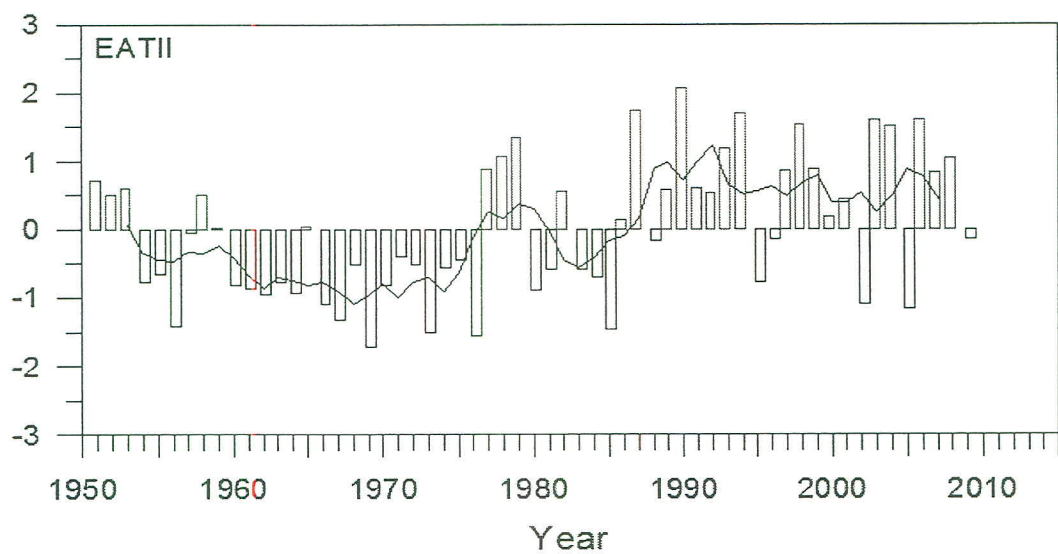
รูปที่ 3.14 แสดงโดเมนของข้อมูลลมแนวราบที่ใช้คำนวณดัชนี ISMI และ WNPMI



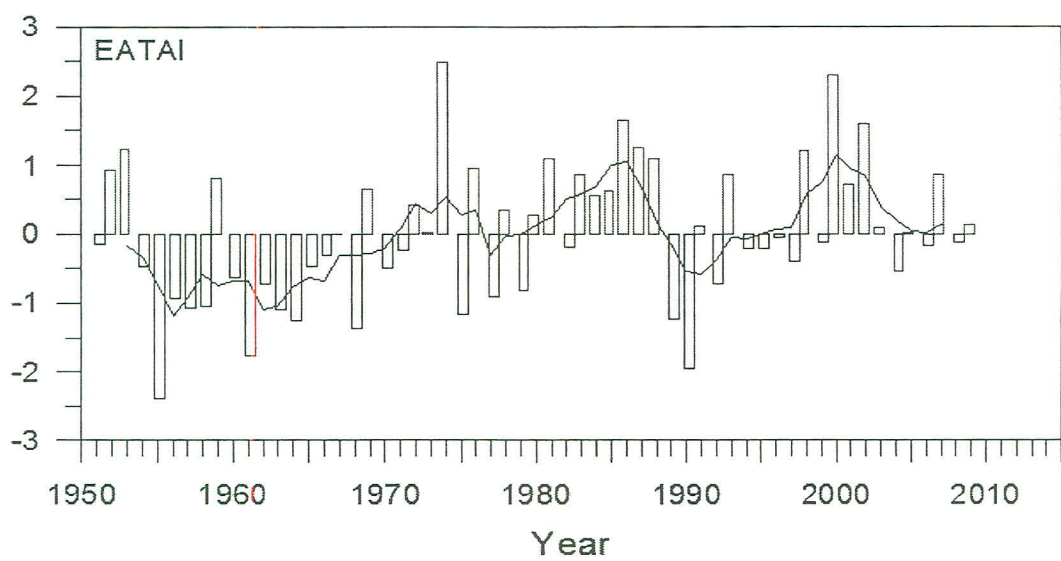
รูปที่ 3.15 ดัชนี ISMI ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ระหว่างปี 1950 ถึง 2009 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



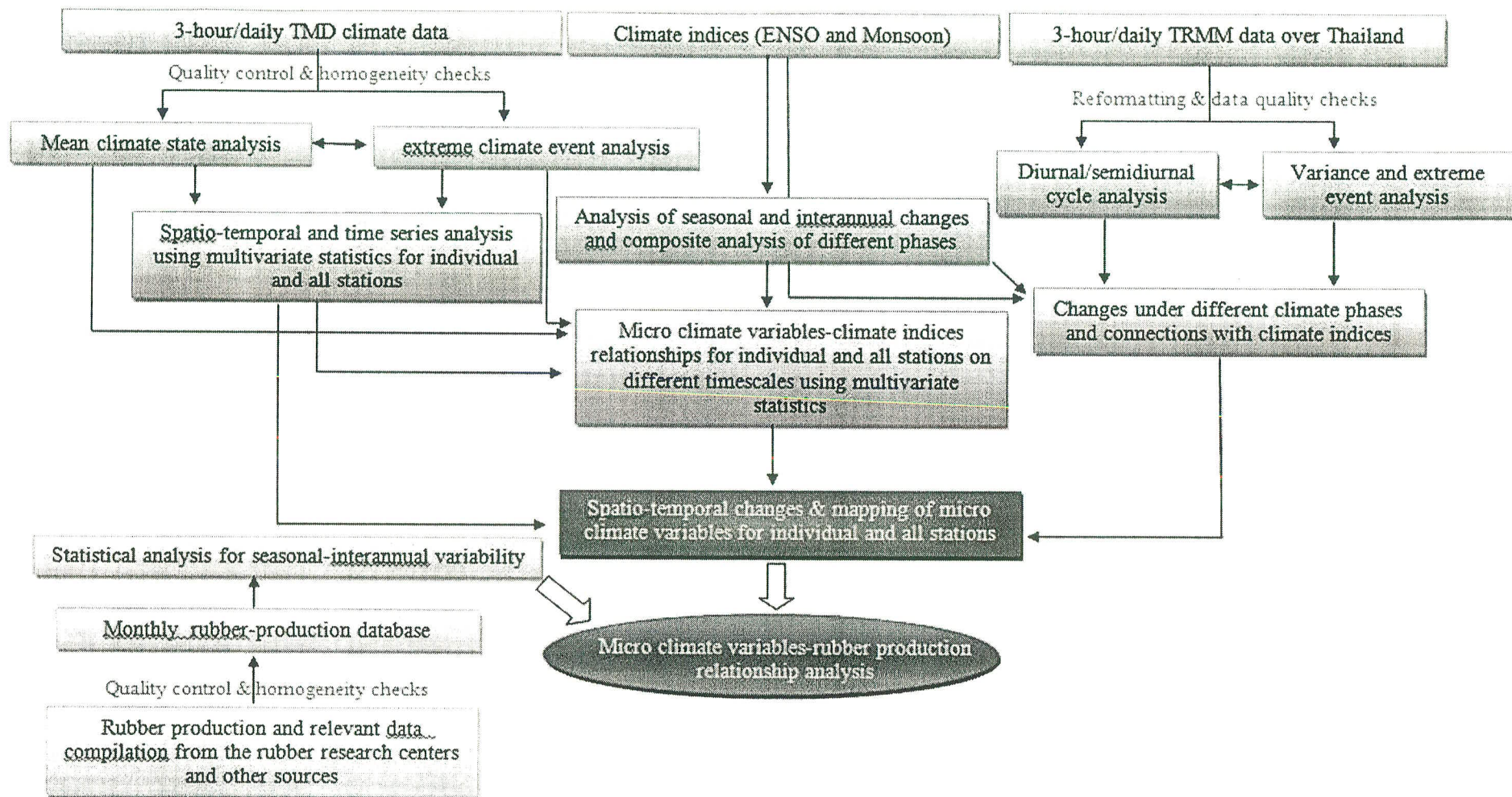
รูปที่ 3.16 ดัชนี WNPPI ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ระหว่างปี 1950 ถึง 2009 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



รูปที่ 3.17 ดัชนี EATII ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ระหว่างปี 1951 ถึง 2009 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



รูปที่ 3.18 ดัชนี EATAI ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ระหว่างปี 1951 ถึง 2009 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



รูปที่ 3.19 แสดงรายละเอียดและขั้นตอนการศึกษาวิจัยของกิจกรรมที่ 1

3.4.2 กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราต่อความ

แปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี

1. วิธีการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่นำร่อง

พื้นที่เก็บข้อมูลหลัก คือ จังหวัดสงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ และตรัง (รูปที่ 3.5 และตารางที่ 3.1) โดยเก็บข้อมูลจังหวัดละ 1 แปลงทดลอง รวมทั้งหมด 7 แปลงทดลอง ขนาดแปลงทดลอง ประมาณ 2 ไร่ ต่อสวน ที่ตั้งอยู่ห่างจากสถานีตรวจอากาศไม่เกิน 20 กิโลเมตร โดยพื้นที่ในการศึกษาดังกล่าวใช้พันธุ์ยางในการศึกษา คือ RRIM 600 อายุที่เปิดกรีดแล้วระหว่าง 10-15 ปี ใช้ระบบกรีดแบบ 1/3S 2d/3 (ตารางที่ 3.1) ทำการวัดข้อมูลเบื้องต้นของต้นยางพาราของทุกแปลงก่อนเริ่มทำการทดลอง คือ วัดเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 170 เซนติเมตร จากพื้นดิน (รูป 3.20ก) โดยใช้ต้นยางพาราในแต่ละแปลงทดลองของแต่ละจังหวัด เพื่อเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1 ตำแหน่งที่ตั้ง และชุดดินของแปลงทดลอง

หาตำแหน่งที่ตั้งของแปลงทดลอง โดยใช้เทคนิคการสำรวจข้อมูลระยะไกลจากเครื่อง GPS รุ่น Besta GPS Speed Navi รวมทั้งหาความลาดชันของแปลงทดลองโดยใช้เครื่องวัดความลาดเอียงของพื้นที่

1.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

เก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิรายเดือนในช่วงทำการทดลอง จากสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช พังงา กระบี่ ตรัง ซึ่งอยู่ห่างจากพื้นที่ทดลองไม่เกิน 20 กิโลเมตร (รูปที่ 3.5)

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นยางในรอบปี

2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index: LAI)

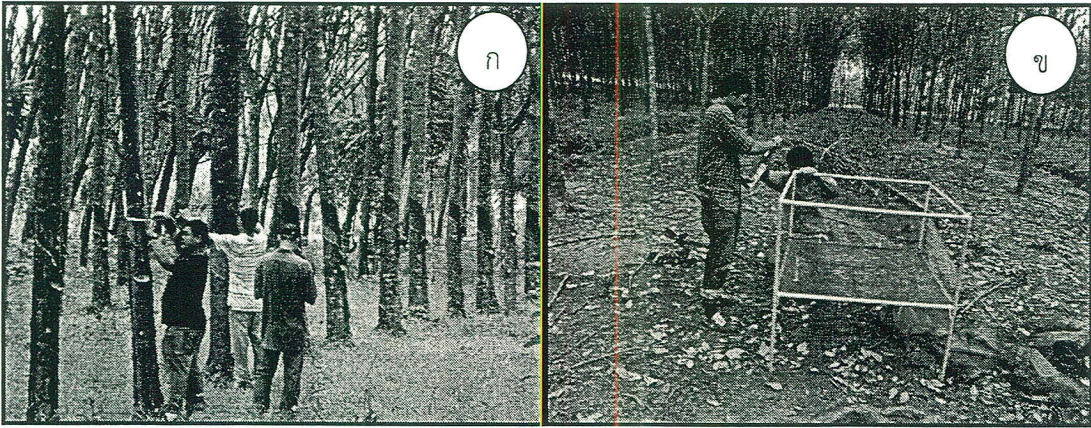
เนื่องจากยางพาราจะมีการผลัดใบในช่วงฤดูร้อน ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม จะมีการร่วงของใบและจากนั้นยางพาราจะมีการแตกใบใหม่ ดังนั้น จึงประเมินการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบ โดยการสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ประเมิน LAI ด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา (เงาเงา โสภารัตน์ และคณะ, 2551) การสร้างกราฟมาตรฐานหรือสมการปรับความถูกต้องของความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงของ LAI และค่าจากการประมวลผลภาพที่ถ่ายด้วยเลนส์ตาปลา กำหนดให้ค่าจริงได้ จากการใช้วิธีการเก็บใบจากโครงตาข่าย สุ่มวางแปลงเก็บข้อมูลพื้นที่ขนาด $1 \times 1 \text{ m}^2$ วัดระยะปลูกและเส้น รอบวงของลำต้นที่ระดับ 1.70 เมตร จากพื้นดิน สุ่มติดตั้งโครงตาข่ายในพื้นที่แปลงศึกษาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ใช้โครงตาข่ายขนาดพื้นที่รองรับ 1 m^2 สวนละ 9 ชุด (รูปที่ 3.20ข) ทำการถ่ายภาพทรงพุ่มของยางพาราในพื้นที่ศึกษาด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา โดยใช้โหมดการถ่ายภาพอัตโนมัติ (Sunset) ของกล้อง Nikon Coolpix 8400 สุ่มถ่ายภาพ ณ จุดที่ติดตั้งโครงตาข่ายจุดละ 2 ภาพ (รูปที่ 3.21) ทำการถ่ายภาพซ้ำทุกสิ้นเดือนตลอดทั้งปีจนสิ้นสุดการผลัดใบ นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ประมาณค่าเฉลี่ย LAI ด้วยโปรแกรมทางด้านการประมวลผลข้อมูลดัชนีพื้นที่ใบ GLA (Gap Light Analyzer) (รูปที่ 3.22) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งจำเพาะของแปลงยางดังกล่าว โดยการสุ่มเก็บใบแห้งในฤดูกาลผลัดใบของปี จากโครงตาข่าย ๆ ละ 50 ใบ นำมารวมกันแล้วแบ่งเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำใบยางทั้งหมดมาจุ่มแช่น้ำ ประมาณหนึ่งคืนให้ใบยางแผ่ขยายจนมีขนาดคงเดิม แล้วนำไปทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์จน

ใบยางเรียบและแห้ง จึงนำไปวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบแล้วรวมพื้นที่ใบทั้งหมด นำค่าพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งที่ได้ทั้งหมด มาคำนวณเป็นค่า เฉลี่ยอัตราส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งจำเพาะ ทั้งนี้ ติดตามเก็บใบยางพาราจากโครงตาข่ายมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบในแต่ละเดือน โดยนำใบทั้งหมดจากแต่ละโครงตาข่ายมาแยกอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนมีน้ำหนักคงที่ นำค่าน้ำหนักแห้งที่ได้แต่ละโครงตาข่าย มาคำนวณค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ โดยนำค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งจำเพาะ มาคูณด้วย ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่ได้แต่ละโครงตาข่าย แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย LAI โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบแต่ละโครงตาข่ายสะสมในแต่ละเดือนหารด้วยพื้นที่โครงตาข่าย (1 ม²) ตั้งแต่ช่วงเริ่มแตกใบใหม่จนสิ้นสุด ระยะเวลาผลัดใบตามสูตรการคำนวณดังนี้

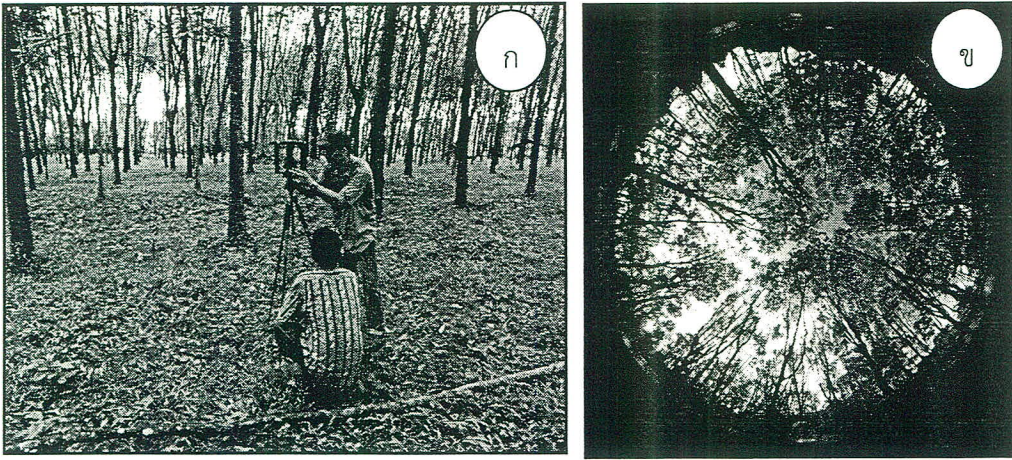
$$\text{ดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย (LAI)} = \frac{A}{B}$$

เมื่อ A คือ ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบของโครงตาข่ายสะสมในแต่ละเดือน
 B คือ พื้นที่เฉลี่ยของโครงตาข่ายที่กำหนดให้เท่ากับ 1 ม²

สร้างสมการรูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่างค่าจริงของ LAI ที่ได้จากโครงตาข่ายและค่าที่ได้จากภาพถ่ายด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา ด้วยการวิเคราะห์สมการรีเกรสชันความสัมพันธ์เพื่อใช้ เป็นสมการในการปรับค่าประมาณ LAI ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของ LAI ของแปลงยางในพื้นที่ศึกษาวัฏระยะปลูกและเส้นรอบวงของลำต้นที่ ระดับ 1.70 เมตร จากพื้นดิน ถ่ายภาพทรงพุ่มของยางพาราในพื้นที่ศึกษา ด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ประมาณค่าเฉลี่ย LAI ด้วยโปรแกรมประมวลผลข้อมูลดัชนีพื้นที่ใบ โดยรูปแบบการบันทึกข้อมูลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีพื้นที่ใบยางพาราแสดงในตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.20 การวัดเส้นรอบวงลำต้นยางพารา (ก) และการติดตั้งโครงตาข่ายขนาดพื้นที่รองรับ 1×1ม² (ข)



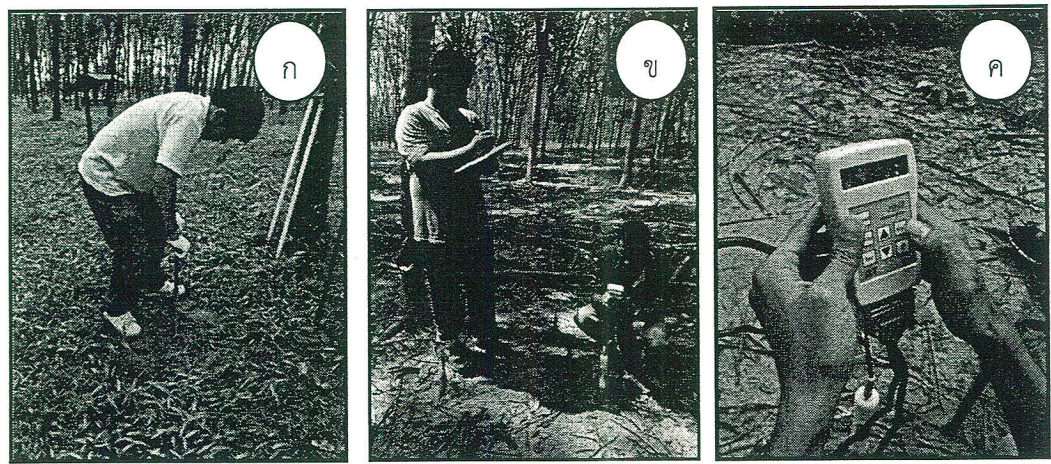
รูปที่ 3.21 การถ่ายภาพทรงพุ่มต้นยางพาราด้วยเลนส์ตาปลา (ก) และตัวอย่างภาพถ่ายทรงพุ่ม ต้นยางพารา (ข)



รูปที่ 3.22 ตัวอย่างการวิเคราะห์ดัชนีพื้นที่ใบยางพาราจากภาพถ่าย โดยโปรแกรม Gap Light Analyzer (GLA)

2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินในสวนยางพารา

เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงความชื้นในรอบปี คือ ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนจะวัดความชื้นดินด้วยเครื่องมือวัดความชื้นดิน คือ Soil Moisture depth (Delta T, UK) ที่ระดับความลึก 1 เมตรจากผิวดิน ที่ตำแหน่งระหว่างแถวและระหว่างต้นยางพาราซึ่งใช้ระยะปลูกประมาณ 3 x 7 เมตร (รูปที่ 3.23) โดยรูปแบบการบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นดินในแปลงทดลองแสดงในตารางที่ 3.7



รูปที่ 3.23 การติดตั้ง Access tube เพื่อวัดความชื้นดินโดยใช้เครื่อง Soil profile probe

ตารางที่ 3.6 รูปแบบการบันทึกข้อมูลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีพื้นที่ใบยางพารา

รหัสแปลง	เดือน-ปี	พื้นที่ใบในโครงดาข่าย (ตร.ม)	ดัชนีพื้นที่ใบจากโครงดา ข่าย	ดัชนีพื้นที่ใบจาก ภาพถ่าย	ค่าเฉลี่ยเส้นรอบ วงลำต้น (ซม.)
SR 1	พ.ย. 2554				
	ธ.ค. 2554				
	ม.ค. 2555				
	ก.พ. 2555				
	มี.ค. 2555				
	เม.ย. 2555				

ตารางที่ 3.7 รูปแบบการบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นดินในแปลงทดลอง

รหัสแปลง	ระดับความลึก (ซม.)	เดือน						
		ต.ค.2554	พ.ย. 2554	ธ.ค. 2554	ม.ค. 2555	ก.พ. 2555	มี.ค. 2555	เม.ย. 2555
SR 1	10							
	20							
	30							
	40							
	60							
	100							

2.3 ประเมินผลผลิตและคุณภาพน้ำยาง
รวบรวมผลผลิตน้ำยางจากแปลงทดลอง โดยเก็บผลผลิตน้ำยางสดเป็นรายวันที่กรีด โดยเกษตรกรเจ้าของสวนยางพาราที่ทำการทดลองจะเป็นผู้บันทึกน้ำหนักน้ำยางสดจากจุดรับซื้อน้ำยาง โดยแบบบันทึกผลผลิตและจำนวนวันกรีดของแปลงทดลองแสดงในตาราง 3.8 ซึ่งปริมาณผลผลิตเนื้อยางแห้งคำนวณได้จากสูตร

น้ำหนักเนื้อยางแห้ง (กรัม) = [น้ำหนักน้ำยางสด (กรัม) × เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง]/100

จากนั้นคำนวณผลผลิตเนื้อยางแห้ง โดยใช้หน่วยกรัมต่อตันต่อครั้งกรีด และกิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

- จากสูตร
- กรัมต่อตันต่อครั้งกรีด = ผลรวมน้ำหนักน้ำยาง (กรัม)/จำนวนต้น/ จำนวนวันกรีด
 - กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี = ผลผลิต (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) × จำนวนวันกรีด × จำนวนต้นต่อไร่/1,000

รวมไปถึงรวบรวมจำนวนวันกรีดต่อปีด้วย ส่วนคุณภาพน้ำยางจะประเมินค่า Dry rubber content หรือ DRC (ฉกรรจ์ แสงรักษาวงศ์, 2528) โดยเก็บน้ำยางเพื่อประเมินผลเดือนละครั้ง นำไปชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้นหยดกรดอะซิติกเข้มข้น 6% ประมาณ 3 - 5 หยด ลงไปในน้ำยางผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที หรือจนกว่ายางจะจับตัวเป็นก้อน ริดแผ่นยางให้บาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำแผ่นยางมาชั่งน้ำหนักยางแห้ง และคำนวณโดยใช้สูตร

$$\% \text{ DRC} = \frac{\text{น้ำหนักยางแห้ง (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักยางสด (กรัม)}}$$

2.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับการเกิดแพร่ระบาดของโรคในสวนยางพารา

ตรวจสอบการร่วง/การผลัดใบตามธรรมชาติของยางในภาพรวมของแต่ละพื้นที่ทดลอง ตั้งแต่เริ่มฤดูการผลิตใบจนกระทั่งมีใบใหม่สมบูรณ์ โดยบันทึกช่วงเวลาที่เริ่มร่วง เพอร์เซ็นต์การร่วงของใบ ช่วงเวลาที่ร่วงหมดและการ การผลิใบใหม่ จำนวน 9 ซ้ำ/แปลงทดลอง (ตาราง 3.9 แบบบันทึกการตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรคราแป้ง)

(1) ตรวจสอบการเกิดโรคและการร่วงของใบจากโรคราแป้ง (อารมณฺ์ โรจน์สุจิตฺร และคณะ, 2545) โดยประเมินโรคโดยการตรวจสอบด้วยสายตาในภาพรวมของพื้นที่ทดลอง ซึ่งตรวจสอบลักษณะดังนี้ พื้นที่แผลของโรคบนแผ่นใบ การกระจายของใบที่เป็นโรคทั้งทรงพุ่ม และการร่วงของใบอ่อน และบันทึกคะแนนความรุนแรงของโรคเป็น 6 ระดับ ดังนี้

- 1 = ไม่แสดงอาการ
- 2 = น้อยมาก มีพื้นที่แผลบนใบ และการกระจายของใบที่เป็นโรค 1-10%
- 3 = น้อย มีพื้นที่แผลบนใบ และการกระจายของใบที่เป็นโรคมากกว่า 11-25%
- 4 = ปานกลาง มีพื้นที่แผลบนใบ และการกระจายของใบที่เป็นโรคมากกว่า 26-50% และมีใบร่วงน้อยกว่า 25%
- 5 = รุนแรง มีพื้นที่แผลบนใบ การกระจายของใบที่เป็นโรค 51-75% มีใบร่วง 25-50%
- 6 = รุนแรงมาก และมีพื้นที่แผลบนใบ และการกระจายของใบที่เป็นโรคมากกว่า 75% และมีใบร่วงมากกว่า 75%

(2) ตรวจสอบการเป็นโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora* ของยางพารา (อารมณฺ์ โรจน์สุจิตฺร และคณะ, 2545) ในช่วงตั้งแต่เริ่มฤดูฝนจนถึงสิ้นสุดฤดูฝน ตรวจสอบความรุนแรงของโรค 1 ครั้ง/เดือน ประเมินโรคโดยการตรวจสอบด้วยสายตาในภาพรวมของพื้นที่ทดลอง โดยประเมินความโปร่งของทรงพุ่มใบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของทรงพุ่มใบปกติหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดิน และบันทึกคะแนนความรุนแรงของโรค 6 ระดับ (ตาราง 3.10) ดังนี้

- 0 = ไม่แสดงการ
- 1 = น้อยมาก มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินประมาณ 1-10%
- 2 = น้อย มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินประมาณ 11-25%
- 3 = ปานกลาง มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินประมาณ 26-50%
- 4 = รุนแรง มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินประมาณ 51-75%
- 5 = รุนแรงมาก มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินมากกว่า 75%

(3) วิเคราะห์ความรุนแรงของโรคของพันธุ์ยาง และความรุนแรงของโรคในภาพรวมของแปลงทดลอง เป็นดัชนีความรุนแรงของโรคเป็น% (Percentage Disease Index : PDI)

คำนวณเปอร์เซ็นต์ดัชนีความรุนแรงของโรคยางพาราหลังสิ้นสุดรอบปีกรีดจากสูตร

$$\% \text{ ดัชนีความรุนแรงของโรคยางพารา (PDI)} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนการเป็นโรคของแต่ละซ้ำ} \times 100}{\text{จำนวนซ้ำ} \times 5}$$

ระดับความรุนแรงของโรค ตาม PDI ดังนี้

PDI < 20%	=	รุนแรงน้อยมาก
20< PDI < 40%	=	รุนแรงน้อย
40 < PDI < 60%	=	รุนแรงปานกลาง
60< PDI < 80%	=	รุนแรง
PDI > 80%	=	รุนแรงมาก

ตารางที่ 3.8 แบบบันทึกผลผลิต และจำนวนวันกรีตของแปลงทดลอง

ตารางบันทึกข้อมูลผลผลิตและจำนวนวันกรีต ประจำเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2554				
รหัสแปลง	วัน-เดือน-ปี	วันกรีตตามปฏิทิน	วันกรีตจริง	น้ำหนักน้ำยางสด (กิโลกรัม)
SR 1				

ตารางที่ 3.9 แบบบันทึกการตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรคราแป้ง

รหัสแปลง	เดือน-ปี	พื้นที่ แผลบนแผ่นใบ						การร่วง ของใบอ่อน						ดัชนี รุนแรงของโรค
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
SR 1	ธ.ค. 2554													
	ม.ค. 2555													
	ก.พ. 2555													
	มี.ค. 2555													
	เม.ย. 2555													
	พ.ค. 2555													

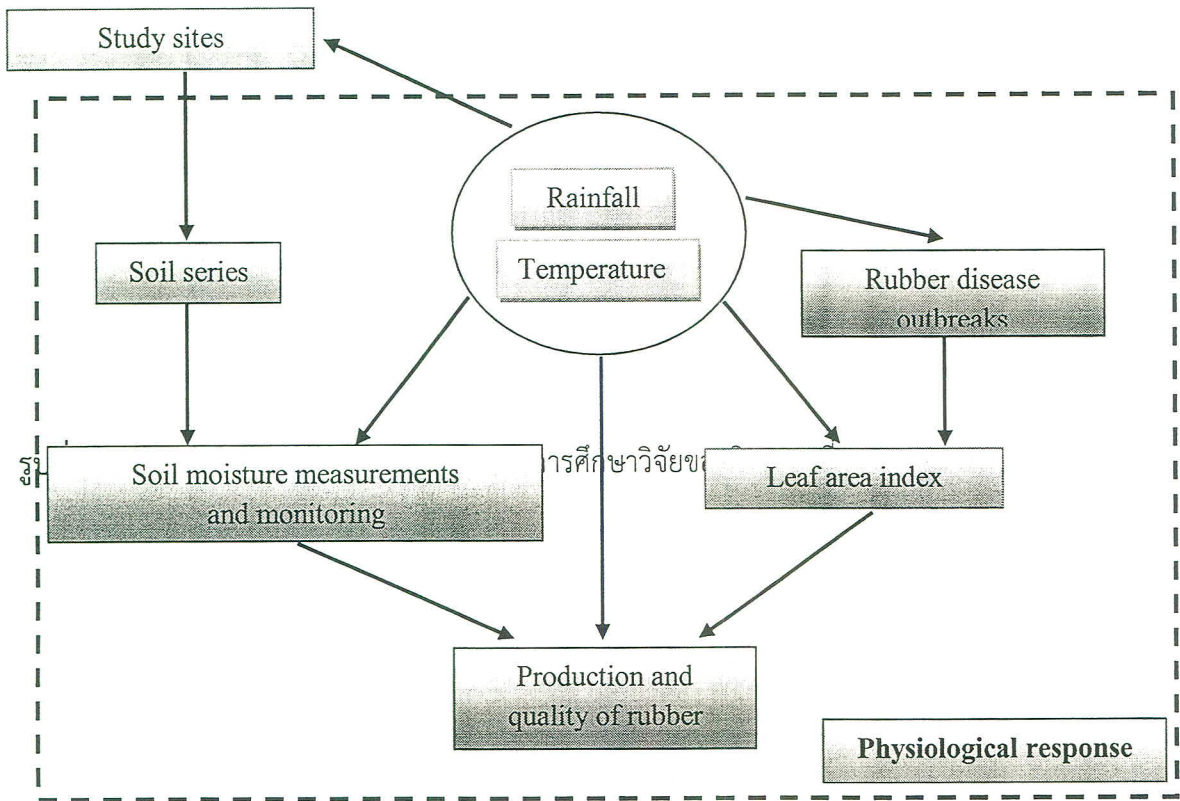
ตารางที่ 3.10 แบบบันทึกการตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรคร่วงจากเชื้อ *Phytophthora* sp.

รหัส แปลง	เดือน-ปี	คะแนนความรุนแรง						ดัชนีพื้นที่ใบจาก ภาพถ่าย	ปริมาณ ใบ ร่วงลงดิน	ดัชนี รุนแรงของโรค
		1	2	3	4	5	6			
SR 1	ธ.ค. 2554									
	ม.ค. 2555									
	ก.พ. 2555									
	มี.ค. 2555									
	เม.ย. 2555									
	พ.ค. 2555									
NK1	ต.ค. 2554									

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคทางสถิติพหุเชิงพรรณนา เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางภูมิอากาศ คือ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ กับดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตน้ำยางและคุณภาพน้ำยาง (dry rubber content, DRC) จำนวนวันกรีด และความรุนแรงของการเกิดโรคระบาด

โดยรายละเอียดและกรอบแนวคิดของกิจกรรมที่ 2 แสดงในรูปที่ 3.24



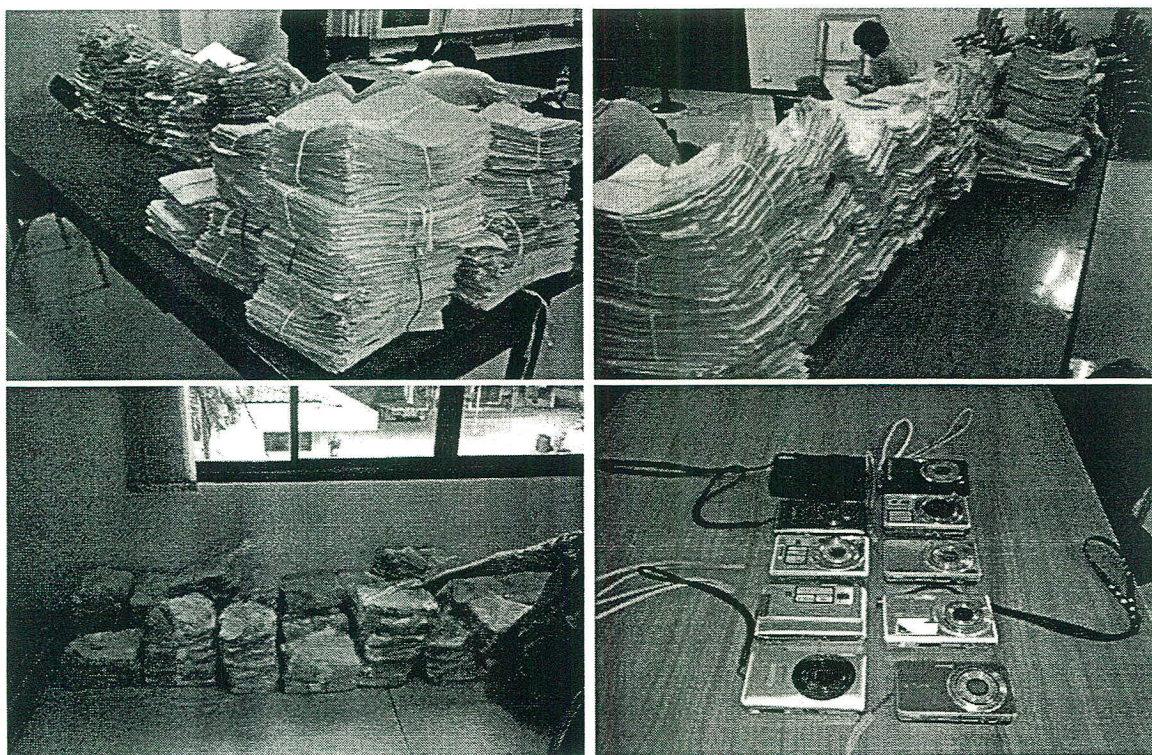
รูปที่ 3.24 แสดงรายละเอียดและกรอบแนวคิดของการศึกษาวิจัยของกิจกรรมที่ 2

3.4.3 กิจกรรมที่ 3 การศึกษาผลกระทบและความเสียหายของยางพาราจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศในจังหวัด

นาร่อง

(1) การบันทึกข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายรายบุคคลจากเหตุการณ์วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่มในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2553 และเหตุการณ์เดือนมีนาคม-เมษายน ปี พ.ศ.2554 ด้วยกล้องดิจิตอล

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ เป็นการบันทึกข้อมูลด้วยวิธีการถ่ายภาพโดยใช้กล้องถ่ายรูปดิจิตอลบันทึกภาพแบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม และแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม ใช้กล้องดิจิตอลบันทึกภาพทั้งสิ้น 10 ตัว บันทึกภาพทั้งสิ้น 41,565 ภาพ ขนาดไฟล์ทั้งสิ้น 69.9 GB จากพื้นที่ 11 อำเภอ ที่ได้รับความเสียหายในเขตพื้นที่จังหวัดพัทลุง ทั้งนี้ การบันทึกข้อมูลด้วยวิธีการถ่ายภาพนับเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมกับการดำเนินงานในลักษณะที่มีความซับซ้อนในเรื่องของงบประมาณเข้ามาเกี่ยวข้อง รวมถึงจำนวนเอกสารที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก (รูปที่ 3.25) การบันทึกข้อมูลในลักษณะนี้ยังเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบข้อมูลผิดพลาดจากการนำเข้าข้อมูลโดยสามารถเปิดภาพที่บันทึกตรวจสอบความถูกต้องได้ทันทีและยังลดเวลาในการลงพื้นที่เพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 3.25 แบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม และแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม

(2) การจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายรายบุคคลจากเหตุการณ์वादภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่มในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2553 และเหตุการณ์ปลายเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2554

โปรแกรม Microsoft excel ได้ถูกนำมาใช้สำหรับจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหาย เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ใช้อย่างแพร่หลาย รวมทั้งเป็นโปรแกรมที่มีฟังก์ชันพื้นฐานง่ายต่อการใช้งาน ทั้งในกรณีการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลหรือการคัดกรอง จำแนก แบ่งประเภทหรือชนิดข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ภาพสู่ฐานข้อมูลในโปรแกรม Microsoft excel นั้น ภายในฐานข้อมูลได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 ประกอบด้วย ชื่อโพลเดอร์ หมายเลขภาพ ที่อยู่เจ้าของสวนยาง บ้านเลขที่ หมู่ ตำบล อำเภอ ที่ตั้งสวนยางพารา ชื่อหมู่บ้าน หมู่ ตำบล อำเภอ และข้อมูลสวนยางพาราเสียหาย เนื้อที่ (ไร่) จำนวนต้นยางพาราที่ปลูก (ต้น) อายุต้นยางพารา (ปี/เดือน) ซึ่งข้อมูลในชุดที่ 1 นี้ เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่เจ้าของสวนยางพาราเป็นผู้กรอกแบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม ซึ่งการบันทึกข้อมูลเข้าฐานข้อมูลในชุดที่ 1 นี้ สามารถตรวจสอบความถูกต้องของจำนวนโพลเดอร์ จำนวนภาพถ่ายที่ทำการบันทึกข้อมูลได้ ทั้งนี้เพื่อลดความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูลซ้ำ ในขณะที่การนำเข้าข้อมูลที่อยู่เจ้าของสวนยางพาราจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในกรณีที่เจ้าของสวนยางพาราไม่ได้แจ้งรายละเอียดที่ตั้งสวนยางพาราหรือแจ้งข้อมูลไม่ครบ รูปที่ 3.26 แสดงรายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 1

ชุดที่ 2 ประกอบด้วย 4 รูปแบบความเสียหายตามรายประเภท คือ

1. สวนอยู่ระหว่างการสงเคราะห์เสียหาย มีรายละเอียด เสียสภาพสวนทั้งแปลง (ไร่) เสียหายเสียสภาพสวนบางส่วน (ไร่) เสียหายไม่เสียสภาพสวน (ต้น) ปลูกซ่อม/ค้ำยัน (ต้น) ปลูกซ่อมไม่ได้ (ต้น)
2. สวนยางเปิดกรีดแล้ว มีรายละเอียด เนื้อที่ (ไร่) จำนวน (ต้น) เสียหายเสียสภาพสวนทั้งแปลง (ไร่) เสียหายเสียสภาพสวนบางส่วน (ไร่) เสียหายไม่เสียสภาพสวน (ต้น) ยกค้ำยัน (ต้น) ยกค้ำยันไม่ได้ (ต้น) และ
3. สวนยางปลูกเองยังไม่เปิดกรีด / สวนยางพื้นสงเคราะห์ยังไม่เปิดกรีด มีรายละเอียด เนื้อที่ (ไร่) จำนวน (ต้น) อายุ (ปี/เดือน) เสียหายเสียสภาพสวนทั้งแปลง (ไร่) เสียหายเสียสภาพสวนบางส่วน (ไร่) เสียหายไม่เสียสภาพสวน (ต้น) ปลูกซ่อม (ต้น) ยกค้ำยัน (ต้น) เสียหายไม่เสียสภาพสวน/ปลูกซ่อมค้ำยันไม่ได้ (ต้น)
4. มูลค่าความเสียหาย/เงินชดเชยเกษตรกร (บาท) ซึ่งรายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 2 ทั้ง 4 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.27

สำหรับหลักเกณฑ์การให้ความช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยางที่ได้รับความเสียหาย จากवादภัย อุทกภัย และดินถล่มตามมติ ครม. เมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2553 ตามระเบียบสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางว่าด้วยการให้การสงเคราะห์ เพื่อปลูกแทน พ.ศ. 2551 และระเบียบสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางว่าด้วยการช่วยเหลือสวนประสบ ภัยธรรมชาติ พ.ศ. 2538

Name_Folder	No.photo	No.	ที่อยู่				ที่ตั้งสวนยางพารา				ข้อมูลสวนยางพาราเสียหาย			
			เลขที่	หมู่	ตำบล	อำเภอ	บ้าน	หมู่	ตำบล	อำเภอ	เนื้อที่	จำนวนต้นที่ปลูก	อายุ	
											(ไร่)	(ต้น)	(ปี)	(เดือน)
Canon 1	IMG9930-9931	1	78	1	โคกทราย	ป่าบอน	เกาะเกรียน	1	โคกทราย	ป่าบอน	4	250	2	
	IMG9932-9933	2	67	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	4	320	7	
	IMG9934-9935	3	67	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	7	350	6	
	IMG9936-9937	4	67	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	10	800	3	
	IMG9938-9939	5	168	6	โคกทราย	ป่าบอน	คันแร	2	โคกทราย	ป่าบอน	9	40	3	
	IMG9940-9941	6	168/1	6	โคกทราย	ป่าบอน	คันแร	2	โคกทราย	ป่าบอน	5	24	5	
	IMG9942-9943	7	80/58	6	โคกทราย	หาดใหญ่	คันแร	2	โคกทราย	ป่าบอน	1	40	15	
	IMG9944-9945	8	37	1	โคกทราย	ป่าบอน	เกาะเกรียน	2	โคกทราย	ป่าบอน	8	280	10	
	IMG9946-9947	9	34	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	2	210	3	
	IMG9948-9949	10	33	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	6	280	9	
	IMG9950-9951	11	93	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	4	370	10	
	IMG9952-9953	12	31	1	โคกทราย	ป่าบอน	เกาะเกรียน	2	โคกทราย	ป่าบอน	4	232	10	
	IMG9954-9955	13	93	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	4	300	20	

รูปที่ 3.26 รายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 1

ส่วนอยู่ระหว่างการสงเคราะห์					ส่วนย้ายเปิดกรีดแล้ว							ส่วนย้ายปลูกเองยังไม่เปิดกรีด/พ้นสงเคราะห์ยังไม่เปิดกรีด										รวม
สภาพสวนที่	สภาพสวนบ	ยไม่เสียสภ	ปลูกซ่อม/ค้า	ปลูกซ่อมไม่ไ	เนื้อที่	จำนวน	สภาพสวนที่	สภาพสวนบ	ยไม่เสียสภ	ยกค้าขึ้น	ยกค้าขึ้นไม่ไ	เนื้อที่	จำนวน	อายุ	สภาพสวนที่	สภาพสวนบ	ยไม่เสียสภ	ปลูกซ่อม	ค้าขึ้น	ภาพสวนบ	จำนวน	
(ไร่)	(ไร่)	(คัน)	(คัน)	(คัน)	(ไร่)	(คัน)	(ไร่)	(ไร่)	(คัน)	(คัน)	(คัน)	(ไร่)	(คัน)	(ปี)	(ไร่)	(ไร่)	(คัน)	(คัน)	(คัน)	(คัน)	(บาท)	
		215	215																		21,500	
		30	30																		3,000	
		170	170																		17,000	
		280	280																		28,000	
		800	800																		80,000	
		72	72																		7,200	
		152	152																		15,200	
		100	100																		10,000	
		250	250																		25,000	
		54	54																		5,400	
												2	140	1			140		140		24,500	
		70	70																		7,000	
		300	300																		30,000	
		700	700																		70,000	
		200	200																		20,000	
		260	260																		26,000	
												2	150	4			400		400		40,000	
		150	150																		4,500	
		300	300																		9,000	
		1,160	1,160																		34,800	
		480	480																		14,400	

รูปที่ 3.27 รายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 2

(3) การผนวกฐานข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายเข้ากับฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)

การดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนนี้ได้ใช้ฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) จังหวัดพัทลุง ของศูนย์บริการสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย (1.) ชื่อจังหวัด (2.) ชื่ออำเภอ (3.) ชื่อตำบล (4.) ชื่อหมู่บ้าน (5.) ค่าพิกัดแกน X (6.) ค่าพิกัดแกน Y (รูปที่ 3.28) ทั้งนี้ เพื่อรองรับขั้นตอนการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่ความเสียหายระดับหมู่บ้าน ซึ่งการผนวกข้อมูลระหว่างข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายกับฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) คณะวิจัยได้นำฐานข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ในส่วนขอบเขตการปกครอง รายชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ และจังหวัด ซึ่งถูกจัดอยู่ในรูปแบบของ Microsoft Access (รูปที่ 3.29) ที่ดำเนินการโดยกรมการพัฒนาชุมชน เข้ามาร่วมตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อหมู่บ้าน ตำบล และอำเภอ ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานแสดงในรูปที่ 3.30

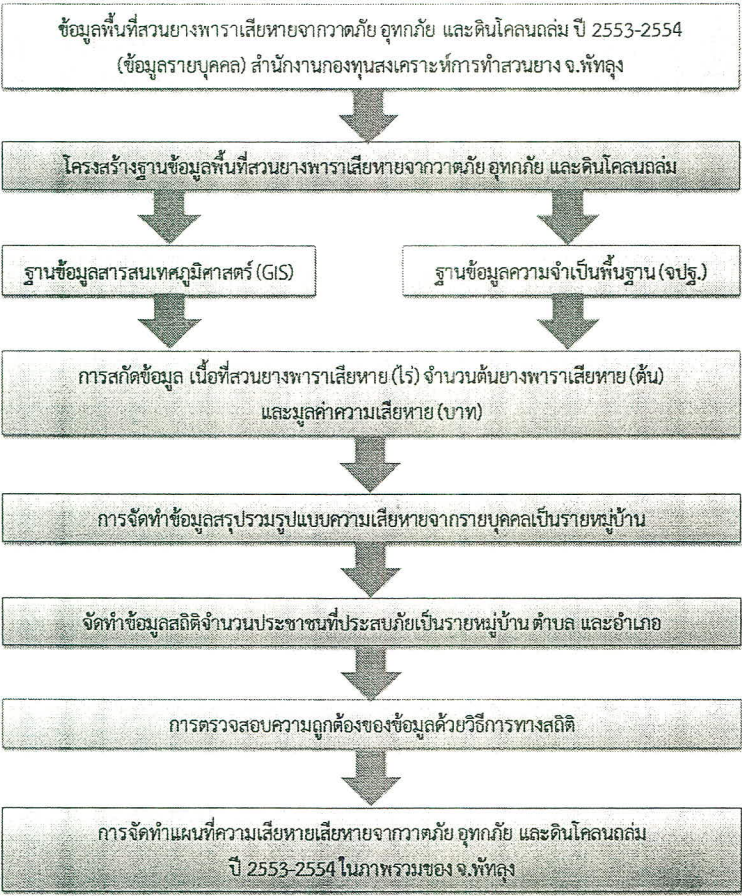
CHANGWAT	AMPHOE	TAMBOL	MUBAN	UTMX	UTMY
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านหนองบ่อ (ป่าห้ำม)	614966	841298
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านคอนปริง	615866	842698
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านไสยาง	613498	843356
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านป่าไผ่	613498	842356
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านออกศาลา	615166	844098
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านประดู่	614366	841898
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านป่าป	614166	842498
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านหัวยาง	613898	840656
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านหัวถนน	613566	842898
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านคอนเค็ด	616466	843798
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจ็ยก	บ้านนาซด (นางลาด)	616566	841898
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านควนใหม่	608666	843198
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านโคกชะงาย	611966	840398
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านโคกกอ	609079	839060
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านลำพายตก	611766	844498
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านหนองจิก	609030	843868
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านโคกมะม่วง	608816	841202

รูปที่ 3.28 ฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ของจังหวัดพัทลุง

(4) การจัดเรียงข้อมูลสำหรับจัดทำแผนที่ความเสียหายจากวาตภัย อุทกภัยและดินโคลนถล่ม

จากการจัดทำและผนวกข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายรายบุคคลเข้ากับฐานข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) และข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ฐานข้อมูลดังกล่าวเป็นฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และช่วงชั้นข้อมูลมีความละเอียดสูง ขั้นตอนการดำเนินงานหลังจากนี้ คือ การรวบรวมข้อมูลให้เข้าเป็นหมวดหมู่เดียวกันตามรูปแบบความเสียหาย ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบหลักที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่ความเสียหาย ประกอบด้วย เนื้อที่สวนยางพาราเสียหาย จำนวนต้นยางพาราเสียหาย และมูลค่าความเสียหาย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวต้องทำการรวบรวมและสกัดออกจากฐานข้อมูลที่ได้จัดทำไว้

เมื่อทำการรวบรวมและสกัดออกข้อมูลเนื้อที่สวนยางพาราเสียหาย จำนวนต้นยางพาราเสียหาย และมูลค่าความเสียหายแล้ว การดำเนินงานขั้นต่อไป คือ การสรุปรวมความเสียหายจากรายบุคคลเป็นรายหมู่บ้าน โดยการใช้โปรแกรม Microsoft excel คัดกรองและรวมค่าข้อมูลเป็นรายหมู่บ้านใน 3 รูปแบบความเสียหาย ซึ่งในขั้นตอนการสรุปรวมความเสียหายคณะวิจัยได้จัดทำข้อมูลสถิติจำนวนประชาชนที่ประสบภัยเป็นรายหมู่บ้าน ตำบล และอำเภอ เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการพิจารณารายละเอียดความเสียหายต่อไป จากนั้นจะเป็นการทดสอบทางสถิติก่อนนำเข้าประมวลผลจัดทำแผนที่ความเสียหายด้านเทคนิคทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ขั้นตอนการจัดเรียงข้อมูลแสดงในรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 ขั้นตอนการจัดเรียงข้อมูลของกิจกรรมที่ 3