



บรรยายวรรณกรรมทางวิชาการ

2.1 สภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากรายงาน "The Potential Impact Of Climate Change In Southeast Asia (1990) " ของ United Nations Environment Programme (UNEP) ได้กล่าวถึงวิธีการคาดคะเนสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก โดยการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ (Computer Model) คือในการคาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีผลกระทบต่อภาคเกษตรนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่สามารถคาดคะเนได้ถูกต้องทั้งหมด แต่จะพอคาดการณ์ได้ โดยการใช้ แบบจำลอง GCM (Global Climate Model) โดยใช้ในรูปของโครงข่ายของจุดพิกัด (Grid) โดยขนาดจะแปรผันระหว่าง 4° ถึง 8° ละติจูด (Latitude) และ 5° ถึง 10° ลองจิจูด (Longitude) ผลของการจำลองสภาพภูมิอากาศแสดงในรูปของข้อมูลเฉลี่ยรายวัน หรือข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน, เมฆที่ปกคลุม และความเร็วลม เป็นต้น โดยเปรียบเทียบกันระหว่างค่าของ 1 x CO₂ (สภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน) กับค่า 2 x CO₂ (สภาพภูมิอากาศในอนาคตที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจนถึงจุดสมดุลย์ โดยปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของปัจจุบัน) เพื่อให้การศึกษาผลกระทบมีความถูกต้องน่าเชื่อถือตามจุดประสงค์ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างสภาพที่เป็นจริงในปัจจุบัน กับผลที่ได้จากแบบจำลอง (Model) ที่จำลองสภาพในปัจจุบัน (1 x CO₂) ว่าผลที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องใกล้เคียง หรือเหมือนกับสภาพที่เป็นจริงอย่างไร เพื่อใช้อ้างอิงถึงผลที่ได้จากการจำลองสภาพภูมิอากาศในสภาพที่เปลี่ยนไปในอนาคต (2 x CO₂) ว่ามีความน่าเชื่อถือพอที่จะยอมรับได้เพียงใด ในขณะที่แบบจำลอง GCM (Global Climate Model) ไม่สามารถจำลองสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน (1 x CO₂) ให้เหมือนสภาพภูมิอากาศจริงในปัจจุบันได้ทั้งหมด แต่อย่างน้อยการเปลี่ยนแปลงระหว่างสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน (1 x CO₂) และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต (2 x CO₂) ในสภาพสมดุล สามารถบ่งชี้ถึงความแตกต่างที่เป็นไปได้ระหว่างสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน และสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยสมมุติว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน

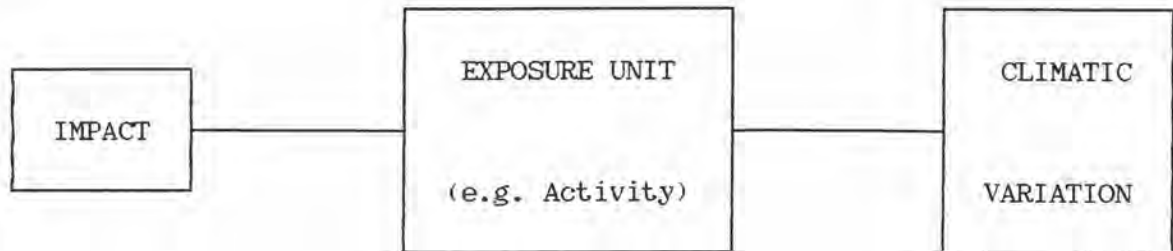
และอุณหภูมิสามารถคำนวณได้ โดยการประยุกต์จากสภาพภูมิอากาศปัจจุบันที่เป็นจริงด้วยการคูณค่าอัตราส่วนที่คำนวณได้จากแบบจำลอง GCM (Parry, et al., 1988) แบบจำลอง GCM ที่มีผู้พัฒนาแล้วสำหรับใช้ในการทำนายสภาพภูมิอากาศในอนาคต ($2 \times \text{CO}_2$) ปัจจุบันมีทั้งสิ้น 3 แบบจำลองอันประกอบด้วย แบบจำลอง GISS (Goddard Institute for Space Studies), แบบจำลอง GFDL (Geophysical Fluid Dynamic Laboratory) และแบบจำลอง OSU (Oregon State University) ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไปในภายหลัง

2.2 วิธีการศึกษาผลกระทบที่ผ่านมา

การประยุกต์เทคนิคของการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน ยังเป็นวิธีใหม่ ซึ่งเริ่มต้นเมื่อกลางทศวรรษที่ 1970 เมื่อพบว่ามี การสูญเสียของโอโซน (Ozone) เกิดขึ้นในชั้นโอโซนในบรรยากาศ และการเกิดของปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) ที่ทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไป ในช่วงต้นทศวรรษที่ 1980 ได้มีการพัฒนาวิธีการศึกษาโดยเปลี่ยนจากเดิมที่มุ่งศึกษาถึงกิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไปเป็นการศึกษาปฏิกริยาระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการกระทำของมนุษย์

การศึกษาถึงผลกระทบจะตั้งอยู่บนสมมติฐานของเหตุการณ์ทางสภาพภูมิอากาศ เช่น การลดลงของปริมาณน้ำฝนในระยะสั้น เป็นต้น กับการตอบสนอง เช่นการลดลงของผลผลิตทางการเกษตร (Crop yields) หรือการอพยพย้ายถิ่นของสัตว์ป่า การประมวลผลดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (Parry and Carter, 1988) ลักษณะของการศึกษาผลกระทบหลายรูปแบบในช่วงทศวรรษที่ 1970 คือการใช้ Regression Model ในการสรุปความสัมพันธ์ในเชิงสถิติระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กับผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น The Climate Impact Assessment Program (CIAP) (Kates et al., 1985) ซึ่งดำเนินการโดย The U.S. Department of Transportation ในช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 เป็นการศึกษาผลกระทบที่เป็นไปได้ของการสูญเสียโอโซนที่เกิดขึ้นในชั้นโอโซนในชั้นบรรยากาศ อันเนื่องมาจากการใช้เครื่องบินโดยสารความเร็วเหนือเสียง (CIAP, 1975) ในช่วงทศวรรษที่ 1970 มีความพยายามอย่างกว้างขวาง ในการศึกษาผลกระทบที่มีลักษณะเป็นการประเมินผลกระทบระยะยาวที่เป็นไปได้ ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร การศึกษาโดย The International Defense University ใน Washington D.C. เป็นการศึกษาเพื่อหาคำตอบเพียงบางส่วนที่เกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากการขยายตัวของความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นใน Sahel ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1970 (NDU, 1980)

a) Impact Approach



b) Interaction Approach

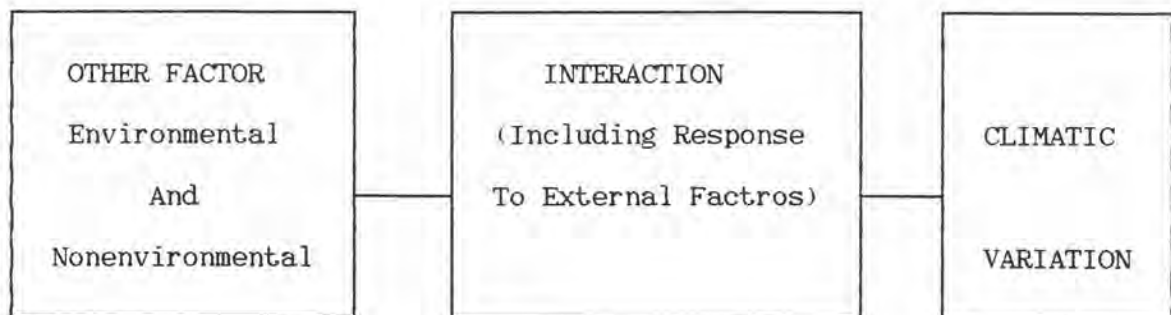


Figure 2.1 Schema of a) Impact and b) Interaction Approaches In Climate Impact Assessment. (Source: Parry & Carter, 1988)

มีปัจจัยอีกหลายอย่างที่เป็นตัวกำหนดให้ทำการศึกษา ซึ่งในอดีตเชื่อว่า มีปัจจัยที่ต้องทำการศึกษาเพียง 3 ชนิดเท่านั้นนั่นคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, การตอบสนองของระบบนิเวศน์ และผลกระทบที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนไม่เพียงแต่มีผลกระทบโดยตรงกับพืช และสัตว์ ตลอดจนปริมาณน้ำที่จะเก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำ เพื่อนำมาใช้ในการเกษตรเท่านั้น หากจะเกิดผลกระทบรวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดิน, การเปลี่ยนแปลงสารอาหารที่มีอยู่ในดิน ตลอดจนเงื่อนไขที่ทำให้เกิดความแห้งแล้งอีกด้วย ดังนั้นการศึกษาย่างตรง ๆ จึงยังไม่เพียงพอ ประมาณปี 1980 ได้มีการเพิ่มความพยายามในการศึกษาผลกระทบของปฏิกิริยาที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ โดยตั้งสมมุติฐานว่าเหตุการณ์ของสภาพภูมิอากาศ เป็นเพียงขบวนการหนึ่งในหลายขบวนการเท่านั้น (ทั้งทางชีวภาพ และทางเศรษฐกิจ-สังคม) ซึ่งมีผลต่อการตอบสนองของระบบนิเวศน์ การประมวลผลเหล่านี้แสดงในรูปที่ 2.1 การศึกษานี้เริ่มโดยโครงการ Drought and Men ดำเนินการโดย International Federation of Institutes of Advances Study (IFIAS) (Garcia, 1981) ซึ่งเป็นการศึกษาถึงความเสื่อมโทรมของสังคม และเศรษฐกิจ อันเนื่องมาจากความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นใน Sahel ในช่วงทศวรรษที่ 1970 ผลสรุปของการศึกษานี้คือ ความแห้งแล้งนี้เป็นวิกฤตการณ์ที่เกิดขึ้นมาจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจ และการเมือง ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยรูปแบบของการเกษตรได้รับผลกระทบในระยะสั้น โดยตรงจากการที่ปริมาณน้ำฝนลดลง มากกว่าผลกระทบจากการย้ายถิ่นฐาน ในการศึกษาครั้งแรกครั้งหนึ่งในการพิจารณาความแตกต่างของปฏิกิริยาของการเกษตร อันมีผลกระทบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ European Commission Project เป็นการศึกษาผลกระทบทางสังคม และเศรษฐกิจ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยที่เกิดการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO₂ (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ในชั้นบรรยากาศ ซึ่งการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง GCM (Global Climate Model) ในการเสนอข้อแนะนำที่เป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลที่ใส่เข้าไปใน Runoff Model และ Biomass Product Model (Meinl, et al, 1984)

2.3 การศึกษาผลกระทบอย่างสมบูรณ์ (Complete Study)

การศึกษาผลกระทบอย่างสมบูรณ์ซึ่งเริ่มในทศวรรษที่ 1980 โดยมีสมมุติฐานว่า การศึกษาจะต้องไม่ดำเนินการศึกษาเฉพาะผลกระทบของปฏิกิริยาระหว่างอันดับที่แตกต่างกัน หากแต่จะต้องดำเนินการศึกษาผลกระทบของปฏิกิริยาในอันดับเดียวกันด้วย ทั้งภายในเฉพาะ Sectors เช่น ระหว่างระบบการเกษตรที่แตกต่างกัน และ Sectors ที่แตกต่างกัน เช่น ระหว่างผลกระทบที่เป็นตัวสนับสนุน และเป็นตัวขัดขวาง ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการเกษตร, ป่าไม้, และทรัพยากรน้ำ เป็นต้น อีกทั้งผลกระทบที่เกิดย้อนหลัง ที่มีผลกระทบระหว่างสิ่งเหล่านี้ แต่สิ่งเหล่านี้ยังไม่เป็นไปได้อีก

จนกว่าจะมีการพัฒนาแบบจำลองที่สมบูรณ์เต็มรูปแบบสำหรับ Sectors ทั้งหมดในแต่ละอันดับ และได้รับการทดสอบกับผลที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจนเป็นที่น่าพอใจเสียก่อน (Callaway, et al 1982) ซึ่งการศึกษาเช่นนี้ทำให้สมบูรณ์ได้ยาก ดังนั้นการศึกษาผลกระทบในปัจจุบันจึงมักจะอยู่ในรูปที่สมบูรณ์บางส่วนเท่านั้น

2.4 การศึกษาผลกระทบที่สมบูรณ์บางส่วนในปัจจุบัน

การศึกษาผลกระทบที่สมบูรณ์บางส่วนในปัจจุบัน ได้ถูกนำมาพัฒนาขึ้นสำหรับ กลุ่มกรณีการศึกษาในระดับภูมิภาค ของผลกระทบที่เกิดจากการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการเกษตร ซึ่งมีตัวอย่างของ The International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) และ The United Nations Environmental Programme (UNEP) (Parry, et al., 1988)

องค์ประกอบ 3 อย่างที่จะทำให้ยอมรับได้มีดังนี้

2.4.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาผลกระทบต่อการเกษตร จะต้องประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

2.4.1.1 แบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (พื้นฐานมาจากผลที่ได้จาก แบบจำลอง GCM แต่หาจากการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจริง)

2.4.1.2 แบบจำลองของความสัมพันธ์ ที่สามารถประเมินผลได้ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน, ผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น

2.4.1.3 แบบจำลองของความสัมพันธ์ที่สูงขึ้น เช่น ความสัมพันธ์ในระดับฟาร์ม, เศรษฐกิจขนาดใหญ่, พิจารณาถึงผลกระทบที่มีต่อผลผลิต, การจ้างงาน และ ผลประโยชน์ที่ได้ตอบแทน

2.4.1.4 แบบจำลองความสัมพันธ์อันดับสูงที่สุด จะเป็นการพิจารณาในระบบ เศรษฐกิจขนาดใหญ่ ความสัมพันธ์ที่พิจารณาได้แก่ ผลกระทบที่มีต่อผลผลิตในระดับภูมิภาค และประเทศ, การจ้างงาน และส่วนที่ไม่ใช่การเกษตร

2.4.2 การพิจารณาผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปฏิกิริยาของสิ่งแวดล้อมต่อระบบกายภาพที่สำคัญระหว่าง

2.4.2.1 ผลกระทบที่เกิดกับระบบกายภาพอื่น ๆ เช่น ผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงอัตราการกัดเซาะ (Erode) ของดิน

2.4.2.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีต่อแนวโน้มของสิ่งแวดล้อม เช่น ฝนกรด, การสูญสิ้นไปของน้ำบาดาล

2.4.3 การพิจารณาการตอบสนอง 2 ชนิด เพื่อลดผลกระทบของสภาพภูมิอากาศ

2.4.3.1 การแก้ไขโดยการใส่เทคโนโลยี เช่น การสร้างเขื่อนไว้เก็บกักน้ำสำหรับไว้ใช้หากปริมาณน้ำฝนลดลง

2.4.3.2 แผนนโยบายการแก้ไขปัญหาในระดับชาติ และนานาชาติซึ่งมีเรื่องของเศรษฐกิจ, สังคม และปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง

ซึ่งแนวความคิดเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในการศึกษากับพื้นที่ศึกษาต่อไป

2.5 รายงานการศึกษาผลกระทบในประเทศอินโดนีเซีย (UNEP, 1991)

ประเทศอินโดนีเซียได้มีการศึกษาผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อสังคม และเศรษฐกิจ ซึ่งผลกระทบดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างกว้างขวางในหลาย ๆ ด้าน แต่เนื่องจากประเทศอินโดนีเซียมีข้อจำกัดด้านเวลา และเงินทุน ดังนั้นการศึกษาจึงเลือกศึกษาเฉพาะผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของประชาชนภายในประเทศ ได้แก่ การสูญเสียสารอาหารในดินเนื่องจากการกัดเซาะของดิน, ผลผลิตของน้ำที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝน, การรุกรานชายฝั่งทะเลอันเนื่องจากระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ เช่น ข้าว, ข้าวโพด และถั่วเหลือง

จากลักษณะภูมิประเทศของประเทศอินโดนีเซีย การกัดเซาะของดินมีสาเหตุมาจากฝนตก และน้ำท่า ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของน้ำฝน และความชื้นของน้ำฝนจะมีผลทำให้การกัดเซาะของดินเปลี่ยนแปลงไป ปริมาณการไหลของน้ำที่ท้ายน้ำ (Down Stream) ขึ้นอยู่กับปริมาณการเพาะปลูก การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะเน้นไปในลุ่มน้ำ Citarum แต่อย่างไรก็ตามปัญหาด้านการกัดเซาะ และผลผลิตของน้ำในลุ่มน้ำ Brantas ที่ West Java และลุ่มน้ำ Saddan ที่ South Sulawesi ก็จะได้รับพิจารณาด้วย ในการศึกษาที่ใช้แบบจำลอง GISS เป็นแบบจำลองสำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

2.5.1 พื้นที่ศึกษา

2.5.1.1 ลุ่มน้ำ Citarum เป็นแม่น้ำที่ยาวที่สุดใน West Java ยาวประมาณ 250 กม. มีการสร้างเขื่อนเอนกประสงค์จำนวนทั้งสิ้น 3 เขื่อน ได้แก่ เขื่อน Saguling, เขื่อน Cirata และเขื่อน Jatiluhur ซึ่งอ่างเก็บน้ำทั้ง 3 แห่ง อยู่ไม่ห่างกันมากนัก แต่มีระดับความสูงแตกต่างกันมาก ดังนั้นการผลิตกระแสไฟฟ้าจึงเป็นวัตถุประสงค์หลักในการดำเนินการของอ่างเก็บน้ำมากกว่าวัตถุประสงค์อื่น

2.5.1.2 ลุ่มน้ำ Brantas มีการสร้างอ่างเก็บน้ำจำนวนทั้งสิ้น 5 แห่ง ที่

บริเวณแม่น้ำ Brantas ตอนล่างได้แก่ เขื่อน Sengguruh, เขื่อน Walahar, เขื่อน Wlingi, เขื่อน Karangates และเขื่อน Selorejo มีพื้นที่ทำการเกษตรประมาณ 32 % ของพื้นที่ และมีพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 28 % ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

2.5.1.3 ลุ่มน้ำ Saddan เป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 ลุ่มน้ำแรก ครอบคลุมพื้นที่ 630,700 ha และมีเขื่อน Benteng ที่บริเวณใกล้กับ Enrekang

2.5.2 วิธีการศึกษา

2.5.2.1 การกัดเซาะของดิน ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการกัดเซาะของดินในพื้นที่ที่ทำการศึกษาคำนวณโดยการใช้สูตรของ The University Soil Loss (Sinukaban 1989) คือ

$$A = RKLSCP \dots\dots\dots (2.1)$$

เมื่อ

A = ปริมาณดินเฉลี่ยที่หายไปที่ทำนายได้ หน่วย ตัน/hectare

R = องค์ประกอบน้ำฝน และน้ำท่า

K = องค์ประกอบการกัดเซาะของดิน

L = องค์ประกอบด้านความลาดชันตามความยาว

S = องค์ประกอบด้านความลาดชันมาก

C = องค์ประกอบด้านสิ่งปกคลุม และการจัดการ

P = องค์ประกอบด้านการทำนายจากการสังเกต

2.5.2.2 ทรัพยากรน้ำ การคำนวณทางทรัพยากรน้ำสามารถคำนวณได้โดยการทำ Water Balance ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาโดยวิธี The Bookkeeping Method of Thornthwaite and Mather (1957) โดยใช้ข้อมูลรายเดือน ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน, อัตราการระเหย เป็นต้น ข้อมูลคุณสมบัติของดิน และพืชปกคลุมดิน การคำนวณ Water Balance ของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตสามารถคำนวณได้ โดยการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจริงที่ได้บันทึกไว้ และข้อมูลอุณหภูมิจริงในปัจจุบันที่ได้บันทึกไว้ คูณด้วยค่าอัตราส่วนปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิที่คำนวณได้จากแบบจำลอง GISS ตามลำดับ

2.5.2.3 การรुक้าชายฝั่งทะเล การศึกษาจะพิจารณาถึงการสูญเสียพื้นที่ และผลผลิตของบ่อปลา และพื้นที่ทางการเกษตร โดยใช้วิธี Inductive reasoning โดยใช้ข้อมูลที่ได้จาก

The Agricultural Office of the Districts of Krawang, Bekasi and Subang
ระหว่างปี 1988 ถึง 1989

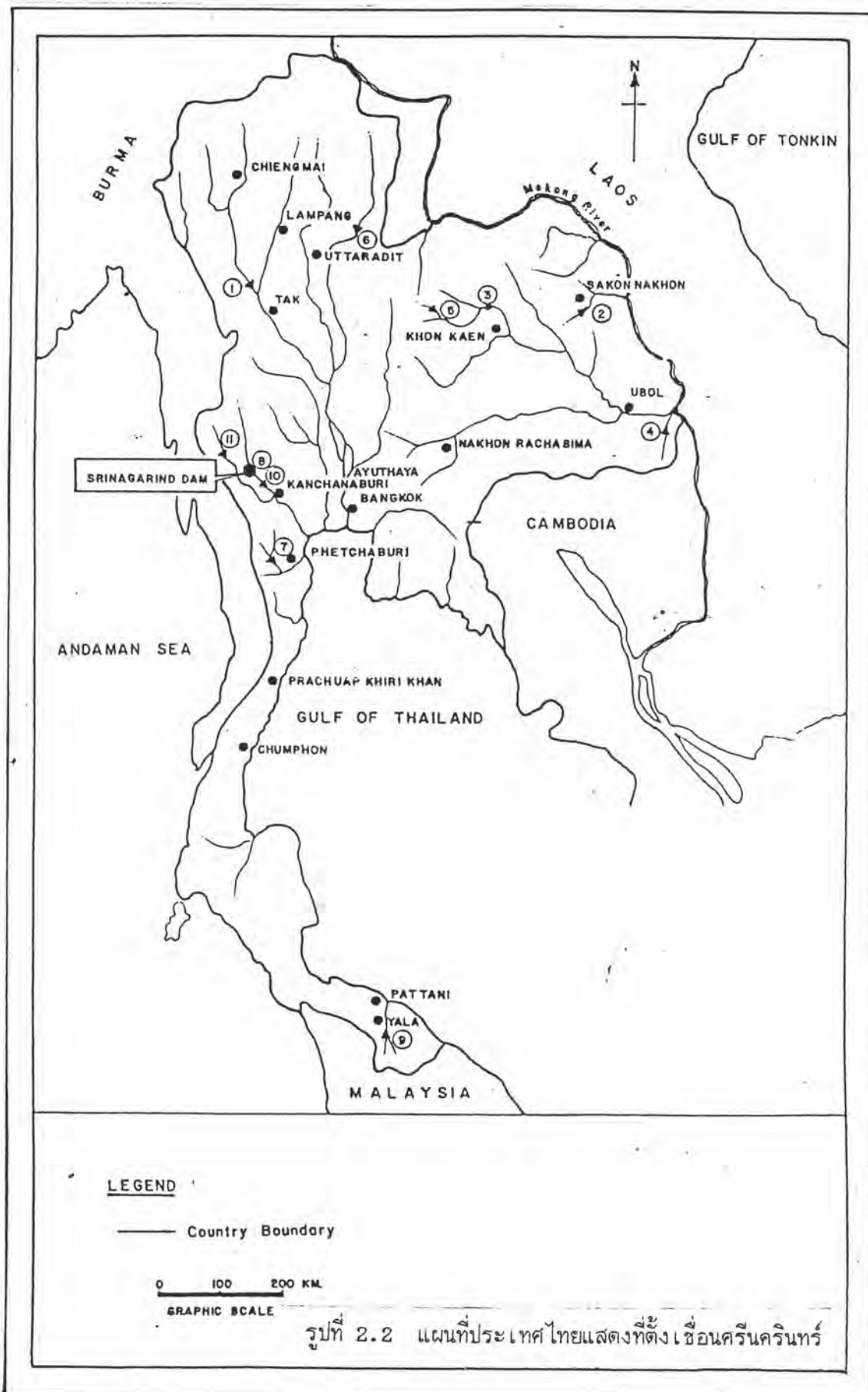
2.5.2.4 ผลผลิตทางการเกษตร จะศึกษาพืชที่สำคัญได้แก่ ข้าว, ถั่วเหลือง และข้าวโพด โดยจะใช้แบบจำลองช่วยในการศึกษา

2.5.3 ผลการศึกษา จากการศึกษาจะพบว่าที่สภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ($2 \times \text{CO}_2$) อุณหภูมิของอากาศจะสูงขึ้น 1.0 % ถึง 1.4 % ค่าระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้นประมาณ 0.6 เมตร ปริมาณน้ำฝนจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นโดยจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 200 % ในทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของอินโดนีเซีย การกัดเซาะของดินจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นประมาณ 14.5 %, 18.0 %, และ 38 % ถึง 43 % ที่ลุ่มน้ำ Citarum, ลุ่มน้ำ Brantas และ ลุ่มน้ำ Saddan ตามลำดับ

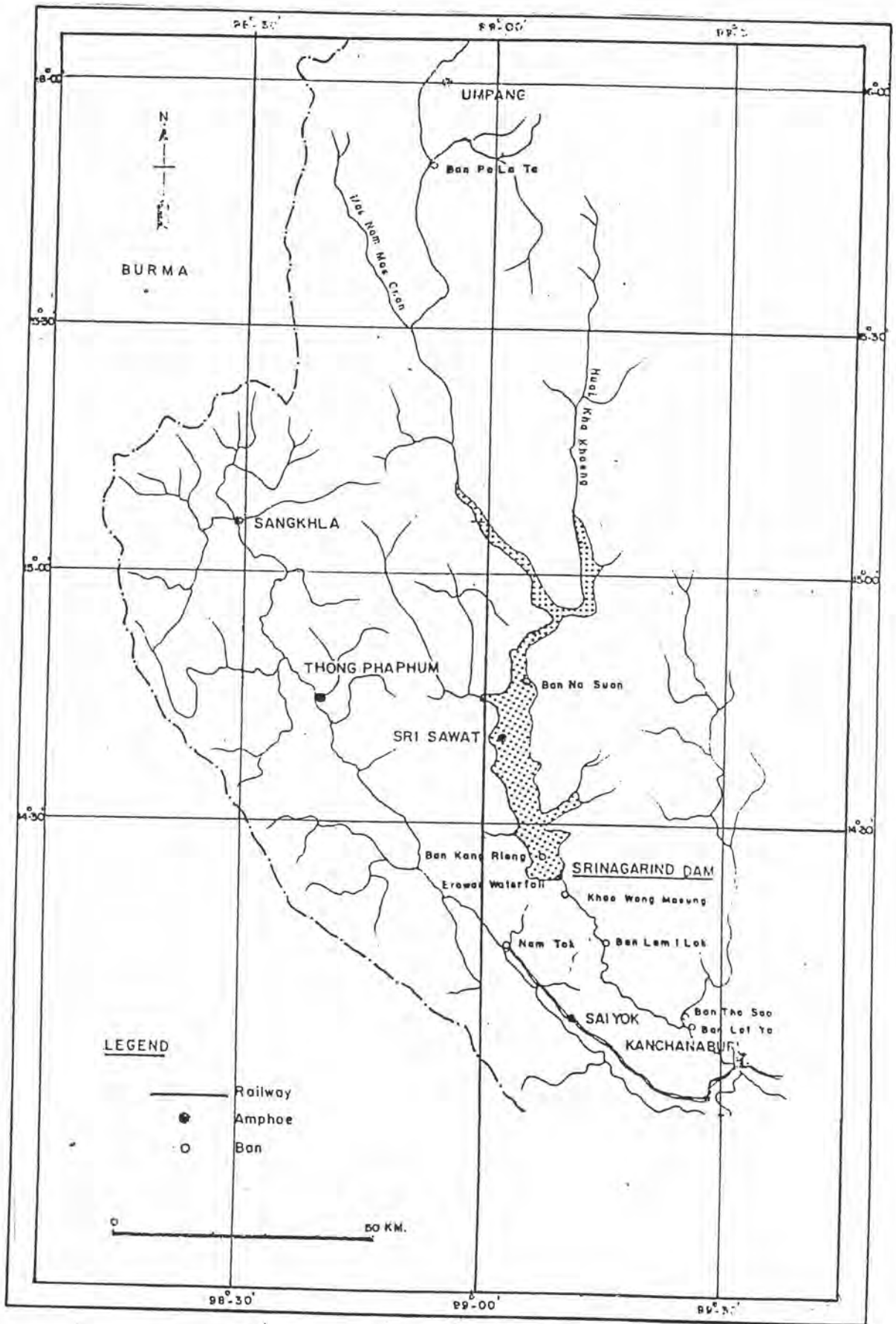
การเพิ่มของน้ำทะเลทำให้เกิดน้ำท่วมบริเวณชายฝั่งทะเลคิดเป็นพื้นที่ 26,000 hectares และเกิดน้ำท่วมพื้นที่เพาะปลูกคิดเป็นพื้นที่ 100,000 hectares และทำความเสียหายให้แก่ผลผลิตทางการประมงได้แก่ ปลา, กุ้งฝอย และกุ้งนางคิดเป็นน้ำหนักทั้งสิ้น 15,000 ตัน ทำให้เกิดความเสียหายแก่ข้าวที่บริเวณท้ายน้ำของลุ่มน้ำ Citarum คิดเป็นน้ำหนักทั้งสิ้น 940,000 ตัน

การเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศมีผลทำให้ผลผลิตของพืชไร่ลดลง ข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของชาวอินโดนีเซียได้รับผลกระทบอย่างน่าเป็นห่วง โดยเฉพาะช่วงต้นฤดูการเพาะปลูก แต่ในช่วงปลายฤดูการเพาะปลูกความเสียหายจะเริ่มบรรเทาลง ดังนั้นผลผลิตโดยเฉลี่ยจะลดลงประมาณ 4 % สำหรับถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งจะมีผลผลิตลดลงประมาณ 10 % สำหรับข้าวโพดผลกระทบทางด้านผลผลิตจะมีการเปรียบเทียบกับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับข้าว และถั่วเหลือง การสูญเสียผลผลิตของพืชที่สำคัญจะเกิดขึ้นอย่างน้อย 25 % และสามารถเกิดความสูญเสียได้สูงถึง 67 % แต่หากมีการจัดการที่ดีจะสามารถลดความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นได้มากที่สุดถึง 50 %

การสูญเสียพื้นที่เพาะปลูกอันเนื่องมาจากการกัดเซาะของดินโดยในลุ่มน้ำ Citarum ตอนบนจะสูญเสียผลผลิตถั่วเหลืองไปประมาณ 2,000 ตัน ในลุ่มน้ำ Brantas จะสูญเสียผลผลิตถั่วเหลืองไปประมาณ 2,500 ตัน และในลุ่มน้ำ Saddan จะสูญเสียผลผลิตถั่วเหลืองไปประมาณ 2,700 ตัน ในพื้นที่ท้ายน้ำจะสูญเสียผลผลิตถั่วเหลืองไปประมาณ 1,050 ตัน ซึ่งความสูญเสียมากกว่า 200 ตันจะเกิดขึ้นในแถบ Brantas และ ที่ตำบล Subang การเก็บสะสมข้าวขึ้นจะเกิดการขาดแคลนขึ้นประมาณ 300,000 ตัน ที่บริเวณ Brantas และเกิดการขาดแคลนข้าวขึ้นประมาณ 221,000 ตัน ที่ตำบล Subang ซึ่ง 95 % ของการสูญเสียข้าวเกิดขึ้นเนื่องจากน้ำท่วมบริเวณชายฝั่งทะเล สำหรับข้าวโพดนั้นผลผลิตจะ



รูปที่ 2.2 แผนที่ประเทศไทยแสดงที่ตั้งเขื่อนครินครินทร์



รูปที่ 2.3 แผนที่แสดงที่ตั้งเขื่อนศรีนครินทร์

เกิดการขาดแคลนในแถบพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง มากกว่า 10,000 ตัน ซึ่ง 46 % เกิดจากการที่ผลผลิตลดลง

การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จะทำได้โดยการอพยพประชาชนไปยังพื้นที่เหนือน้ำของลุ่มน้ำ และพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่ยังรกร้าง อีกทั้งใช้การวางแผนระยะยาวในการปลูกพืชในพื้นที่ที่เหมาะสม โดยการหาพืชที่ทนต่อสภาพน้ำเค็ม และปรากฏการณ์เรือนกระจกที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อประชาชนในพื้นที่บรรเทาลง



2.6 ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

2.6.1 แม่น้ำแม่กลอง

ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองครอบคลุมอาณาบริเวณพื้นที่ของ 3 จังหวัด คือ จังหวัดกาญจนบุรี, ราชบุรี และสมุทรสงคราม ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปจัดเป็นที่ราบที่มีความลาดเอียงปานกลางจากแนวเทือกเขาตะนาวศรี ลาดต่ำลงสู่บริเวณที่ราบลุ่มตามแนวแม่น้ำแม่กลอง โดยบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำเหนือจังหวัดกาญจนบุรีขึ้นไป พื้นที่มีลักษณะเป็นภูเขา ถัดลงมาในเขตพื้นที่อำเภอพนมทวน อำเภอกำแพงแสน มีลักษณะเป็นเนินลูกคลื่นลอนตื้นถึงค่อนข้างราบ สลับกับพื้นที่ราบ โดยทั่วไปมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 6 - 12 เมตร บริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำในเขตพื้นที่อำเภอบ้านโป่ง, อำเภอโพธาราม, อำเภอท่ามะกา และอำเภอเมืองราชบุรี ลักษณะเป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำแม่กลอง โดยพื้นที่จะเป็นเนินสันริมแม่น้ำ แล้วลาดลงสู่ที่ราบเมื่อห่างจากแม่น้ำแม่กลองทั้งสองฝั่ง บริเวณตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มน้ำกร่อย พื้นที่ราบเรียบ อาจมีน้ำทะเลเข้ามาตามแม่น้ำลำคลองบ้าง ถัดลงมาเป็นที่ราบลุ่มน้ำทะเล ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเลเป็นที่ราบเรียบ น้ำทะเลสามารถท่วมถึงมีหนองน้ำ (Swamp) มาก

การใช้ที่ดิน พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกใช้ในการเกษตร โดยเฉพาะไร่อ้อย ในเขตจังหวัดกาญจนบุรี และทางตอนเหนือของจังหวัดราชบุรี นอกจากไร่อ้อยแล้ว ในเขตพื้นที่ไร่มะพร้าวสำหรับปลูกปาล์มอยู่ด้วย พื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำตั้งแต่ช่วงอำเภอมืองจังหวัดกาญจนบุรี ลงไปจนถึงบริเวณปากแม่น้ำจังหวัดสมุทรสงคราม รวมถึงอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ส่วนใหญ่ทำนาข้าว จังหวัดสมุทรสงครามนิยมทำสวนมะพร้าว เนื่องจากพื้นที่เป็นดินเค็ม บริเวณพื้นที่ริมฝั่งทะเลเป็นนาเกลือ และบ่อเลี้ยงปลา เขตชุมชนที่สำคัญ ๆ ส่วนใหญ่จะอยู่ริมสองฝั่งลำน้ำ เขตชุมชนที่สำคัญได้แก่ เขตเทศบาลเมืองกาญจนบุรี, เขตเทศบาลเมืองราชบุรี, เขตเทศบาลเมืองบ้านโป่ง เป็นต้น

แหล่งน้ำและการใช้ประโยชน์ ลักษณะพิเศษของลุ่มน้ำแม่กลองที่แตกต่างจากแม่น้ำสายหลักสายอื่น ๆ ในประเทศ คือ การมีเขื่อนเก็บกักน้ำ (Storage Dam) และเขื่อนทดน้ำ (Diversion Dam)

อยู่ตอนบนของลุ่มน้ำ 4 เขื่อน ได้แก่ เขื่อนศรีนครินทร์ ตั้งอยู่บนลำน้ำแควใหญ่ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี, เขื่อนเขาแหลม ตั้งอยู่บนลำน้ำแควน้อย อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี, เขื่อนท่าทุ่งนา ตั้งอยู่บนลำน้ำแควใหญ่จังหวัดกาญจนบุรี และเขื่อนวชิราลงกรณ์ ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำแม่กลอง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี เขื่อนทั้ง 3 แห่งแรก เป็นเขื่อนเก็บกักน้ำ ส่วนเขื่อนวชิราลงกรณ์เป็นเขื่อนทดน้ำเพื่อการเกษตรโดยรับน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนท่าทุ่งนา เขื่อนเขาแหลม และน้ำมาจากน้ำไหลผิวดิน (Surface runoff) แล้วไหลลงสู่แม่น้ำ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเขื่อนวชิราลงกรณ์จึงแปรผันตามปัจจัยทั้ง 2 ดังกล่าว ปริมาณน้ำที่ระบายจากเขื่อนวชิราลงกรณ์จะมีผลโดยตรงต่อการผลักดันน้ำเค็ม ไม่ให้รุกล้ำเข้ามาในแม่น้ำมากนัก

2.6.2 เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนศรีนครินทร์เป็นเขื่อนเอนกประสงค์ สร้างโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เริ่มก่อสร้างเมื่อปี 2516 เสร็จปี 2523 โดยทำการก่อสร้างเขื่อนที่บริเวณบ้านเจ้าเพชร ตำบลท่ากระดาน อำเภอศรีสวัสดิ์ มีรายละเอียดของโครงการดังนี้

2.6.2.1 อ่างเก็บน้ำ

พื้นที่รองรับน้ำ	10,880	ตร.กม.
ปริมาณฝนตกโดยเฉลี่ย	1,300	มม./ปี
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยเฉลี่ย	4,600	ล้าน ลบ.ม./ปี
ระดับเก็บน้ำสูงสุด	180	เมตร
ความจุอ่างเก็บน้ำ	17,745	ล้าน ลบ.ม.
พื้นที่ของอ่างเก็บน้ำ	419	ตร.กม.

2.6.2.2 เขื่อนศรีนครินทร์

ชนิด	เขื่อนหินทิ้งแกนดินเหนียว	
ความสูงจากฐาน	140	เมตร
ความยาวสันเขื่อน	610	เมตร
ความกว้างสันเขื่อน	15	เมตร
ระดับของสันเขื่อน	185	เมตร รทก.
ปริมาตรของตัวเขื่อน	12.3	ล้าน ลบ.ม.

2.6.2.3 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

กำลังผลิตติดตั้ง 4 หน่วย รวม	540,000	กิโลวัตต์
กำลังผลิตติดตั้ง 5 หน่วย รวม	720,000	กิโลวัตต์
กำลังของเครื่องกังหันน้ำหน่วยที่ 1-3 หน่วยละ	163,150	แรงม้า
กำลังของเครื่องกังหันน้ำหน่วยที่ 4-5 หน่วยละ	152,390	แรงม้า

ความเร็วรอบหน่วย 1-3	166.7	รอบ/วินาที
ความเร็วรอบหน่วย 4-5	150	รอบ/วินาที
ขนาดจำกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า		
หน่วยที่ 1-3	150,000	กิโลโวลต์-แอมแปร์
หน่วยที่ 4-5	220,000	กิโลโวลต์-แอมแปร์
แรงดันไฟฟ้า	13,800	โวลต์
พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปี	1,234.6	ล้านกิโลวัตต์/ปี

2.6.2.4 ประโยชน์ที่ได้จากเขื่อนศรีนครินทร์

2.6.2.4.1 ไฟฟ้า ปัจจุบัน (2536) ได้ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารวม 4 ชุด กำลังผลิต 720,000 กิโลวัตต์ โดยเครื่องที่ 1 ติดตั้งเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 และเครื่องสุดท้าย เครื่องที่ 5 ติดตั้งเมื่อวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2534

2.6.2.4.2 ชลประทาน เขื่อนนี้จะช่วยสนับสนุนโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ของกรมชลประทาน ซึ่งมีเขื่อนวชิราลงกรณ์เป็นหัวงานทดน้ำ

2.6.2.4.3 บรรเทาอุทกภัย ซึ่งเกิดในลุ่มน้ำแม่กลอง ทำความเสียหายให้แก่ชีวิต และทรัพย์สินของราษฎรในจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี

2.6.2.4.4 ประมง ในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อน เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดนานาชนิด

2.6.2.4.5 แหล่งท่องเที่ยว มีแพล่อง และแพพักไว้บริเวณทะเลสาบเขื่อนศรีนครินทร์ ซึ่งเป็นการพักผ่อนที่สัมผัสธรรมชาติอย่างแท้จริง

2.6.2.4.6 ผลักดันน้ำเค็ม ในฤดูแล้งน้ำทะเลหนุนเข้ามาที่ปากแม่น้ำแม่กลอง เมื่อส่งน้ำที่มีปริมาณมากกว่าเดิม ก็สามารถทำให้ป้องกันไม่ให้น้ำเค็มไหลเอ่อเข้ามาได้

2.6.2.5 ผลกระทบต่อการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ จากการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ทำให้น้ำท่วมบริเวณที่ตั้งอำเภอศรีสวัสดิ์ และบ้านเรือนราษฎรประมาณ 1,000 ครอบครัว หรือ 65 หมู่บ้าน

การย้ายผู้อพยพ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้จัดสรรเงินประมาณ 52 ล้านบาท เพื่อเป็นค่าชดเชยที่ดิน และทรัพย์สินของราษฎรที่ถูกน้ำท่วม และได้จัดสรรที่ทำกิน ที่อยู่ที่ใหม่ให้หมู่บ้านอพยพช่วยเหลือสามส่วย บ้านดงเสลา เต่าเหล้ม และอาสิต โดยจัดสรรให้ราษฎร ครอบครัวละ 20 ไร่ เป็นที่ทำกิน 18 ไร่ และที่อยู่อาศัย 2 ไร่ งานสร้างหมู่บ้านอพยพได้เริ่มเมื่อ พ.ศ. 2518 ประกอบด้วยการสร้างศูนย์ราชการแห่งใหม่คือที่ว่าการอำเภอ สถานีอนามัย สถานีตำรวจ บ้านพักข้าราชการ โรงเรียน วัด

สำนักสงฆ์ ฯลฯ ก่อสร้างถนนสายประธานจากน้ำตกเอราวัณ ไปยังอำเภอศรีสวัสดิ์เป็นถนนลาดยางกว้าง 7 เมตร ยาว 75 กิโลเมตร ภายในหมู่บ้านอพยพ นอกจากได้สร้างถนนผ่านที่อยู่อาศัย และที่ทำการทุกแปลงรวมความยาว 200 กิโลเมตรแล้ว ยังได้สร้างสายส่งไฟฟ้าผ่านหมู่บ้านอพยพ ไปจนถึงอำเภอใหม่ การแจกจ่ายน้ำตาล และระบบส่งน้ำบริโภคในหมู่บ้านอพยพก็ได้ดำเนินการแล้วเสร็จ

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสถิติน้ำฝน การระเหยของน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างปี 2514 - 2527

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหย ของน้ำ (มม.)	ความชื้นสัมพัทธ์			อุณหภูมิ (° ซ)	
			เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ยสูงสุด	เฉลี่ยต่ำสุด
ม.ค.	3.53	145.99	90.2	96	79	30.8	16.0
ก.พ.	14.94	167.80	85.9	96	72	33.6	18.5
มี.ค.	68.43	215.55	85.0	97	70	35.8	20.9
เม.ย.	88.36	217.55	84.4	95	69	36.0	23.2
พ.ค.	121.55	181.24	86.6	97	71	34.3	23.8
มี.ย.	101.11	134.93	88.5	97	73	32.2	23.4
ก.ค.	94.71	139.37	90.1	48	75	33.8	23.2
ส.ค.	94.81	125.99	82.3	98	74	31.0	23.0
ก.ย.	187.34	129.31	91.8	98	79	31.6	20.9
ต.ค.	176.07	124.81	93.5	98	79	31.4	21.9
พ.ย.	51.07	117.26	92.8	98	77	30.0	19.3
ธ.ค.	5.32	135.06	91.7	98	74	30.0	16.6
รวม	1,007.24	1,834.86					
เฉลี่ย	83.94	152.91					

ที่มา สถานี เซอนครินครินทร์ อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
อุณหภูมิสูงสุด 42.2 °ซ วัดได้ในเดือนมีนาคม ของปี 2521 และ 2522
อุณหภูมิต่ำสุด 4.8 °ซ วัดได้ในเดือนธันวาคม ของปี 2518