บทที่ 2

ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำจันทบุรีที่มีผลให้เกิดอุทกภัยรุนแรงมากขึ้น และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผิวดิน และขีดความสามารถของระบบระบายน้ำ ผู้วิจัยได้ศึกษา ทฤษฎี แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้คือ

1. แนวความคิดทฤษฎีเกี่ยวกับลุ่มน้ำและการจัดการลุ่มน้ำ

1.1 ลุ่มน้ำ

1) คำจำกัดความของคำว่าลุ่มน้ำ

คำว่า"ลุ่มน้ำ" มีความหมายตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า "watershed" ลุ่มน้ำของแม่น้ำ ทะเลสาบ หรืออ่างเก็บน้ำนั้นๆ ถึงอย่างไรก็ตาม ความหมายของคำว่า"ลุ่มน้ำ"มีหลายอย่างซึ่งอาจจะแตกต่างกันบ้างและเพื่อให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้นจะขอให้คำจำกัดความของลุ่มน้ำซึ่งมีผู้กำหนดหรือใช้กันอยู่อธิบายพอสังเขปดังนี้

Webster's dictionaryได้ให้คำจำกัดความของลุ่มน้ำไว้ว่า"ลุ่มน้ำ คือ พื้นผิวที่ลาดชันซึ่งระบายน้ำจากเส้นสันปันน้ำ (Topographic divide)ไหลลงสู่แอ่งระบายน้ำ (drainage basin)ตั้งแต่ 2 แห่งหรือมากกว่า คำนิยามนี้เน้นหนักตรงขอบเขตของลุ่มน้ำคือเส้นสันปันน้ำบริเวณลุ่มน้ำ ได้แก่ พื้นที่ที่มีการล้อมรอบตัวเองด้วยสันปันน้ำเป็นพื้นที่รับน้ำฝนของแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำนั้นๆ เมื่อฝนตกลงมาในพื้นที่ลุ่มน้ำน้ำจะไหลออกสู่ลำธารสายย่อยๆแล้วรวมกันออกสู่ลำธารสายใหญ่ และรวมกันออกสู่แม่น้ำสายหลักจนไหลออกปากน้ำในที่สุด (ส่วนอนุรักษ์ต้นน้ำ ,2536) โดยมีขนาดเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้จัดการของพื้นที่นั้นๆ(เกษม และคณะ ,2527) ซึ่งอาจมีขนาดใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับขนาดของลำธารที่ต้องการศึกษาซึ่ง ในลุ่มน้ำใหญ่หนึ่งๆจะมีลุ่มน้ำย่อยๆ จำนวนมาก(อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ,2530)ดังนั้นอาจ กล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า " บริเวณลุ่มน้ำ คือ พื้นที่ที่ล้อมรอบตัวเองด้วยสันปันน้ำ"

ลุ่มน้ำเป็นหน่วยพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับน้ำและพื้นที่นั้นมีองค์ประกอบหลายองค์ประกอบ มีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ดังนั้น ในการวางแผนและดำเนินการจัดการทรัพยากรต่างๆในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น จะต้องมีการพิจารณาถึงองค์ประกอบต่างๆให้ครอบคลุม โดยเฉพาะองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับคน ซึ่งเกี่ยวข้องกับทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมืองการปกครองด้วย ดังนั้น การศึกษาลุ่มน้ำจึงเป็นเรื่องที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศความสำคัญของการศึกษาลุ่มน้ำที่มีต่อการพัฒนาประเทศนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

มีความสัมพันธ์ต่อการพัฒนาและการใช้พื้นที่ดินอย่างเหมาะสมในอนาคตและนักวางแผนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในกลุ่มสังคมซึ่งมีองค์ประกอบทาง ชีวกายภาพ สังคมเศรษฐกิจ สถาบันและกฎหมาย อีกทั้ง ยังศึกษาถึงระบบนิเวศน์ภายในลุ่มน้ำ ทั้งนี้เพราะ ลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กันในกระบวนการอุทกวิทยา เช่น การใช้พื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำเพื่อทำการเกษตร โดยการตัดและเผาป่าจะส่งผลต่อพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำ(Easter and Hufschmidt, 1985อ้างใน เกริกศักดิ์ บุญญานุพงศ์และคณะ)

2) ลักษณะของลุ่มน้ำ

ในลุ่มน้ำต่างๆนั้น การเกิดน้ำท่า (Runoff) หรือน้ำท่วม ทั้งปริมาตรและอัตราจะผันแปรมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของลุ่มน้ำด้วยประการหนึ่ง

คุณลักษณะต่างๆของลุ่มน้ำอาจจำแนกออกได้ดังนี้

ลักษณะเกี่ยวกับภูมิประเทศ (Topographic characteristics)

ลักษณะเกี่ยวกับดินปกคลุม(Hydrologic soil-cover complexes)

ลักษณะเกี่ยวกับภูมิอากาศ(Climatic characteristics)

ลักษณะเกี่ยวกับ Human effect

1.2 การจัดการลุ่มน้ำ

การจัดการลุ่มน้ำ เป็นการดำเนินการในการจัดการทรัพยากรณ์ต่างในพื้นที่นั้นๆเพื่อให้ได้น้ำที่มีปริมาณและคุณภาพที่เพียงพอกับความต้องการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้น้ำที่มีปริมาณเหมาะสม มีคุณภาพดีและมีระยะเวลาการไหลตลอดทั้งปีสม่ำเสมอ (สวนอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ ,2536) ซึ่งจะรวมไปถึงการจัดการทรัพยากรอื่นๆในลุ่มน้ำนั้นให้เกิดประโยชน์สูงสุด (เกริกศักดิ์และคณะ)และการควบคุมเสถียรภาพของดิน(เกษมจันทร์แก้ว ,2526)

ดังนั้น จะกล่าวได้ว่าการจัดการลุ่มน้ำ คือ การจัดการทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อให้ได้ปริมาณมากพอ คุณภาพดี การไหลสม่ำเสมอ พร้อมกับทั้งควบคุมเสถียรภาพของดินและทรัพยากรอื่นในลุ่มน้ำนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่อยู่อาศัยทั้งในพื้นที่และตอนล่างของพื้นที่ลุ่ม

น้ำอย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อให้มีปริมาณน้ำเพียงพอไม่มากเกินไปในฤดูฝน และไม่น้อยเกินไปในฤดูแล้งเพื่อให้มีน้ำที่ใสสะอาด ปราศจากสิ่งมีพิษต่างๆเพื่อควบคุมระบบการไหลของน้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อควบคุมอัตราการชะล้างพังทลายของดินเพื่อลดความเสียหายของน้ำท่วม และเพื่อควบคุมการใช้ทรัพยากร สำหรับหลักเกณฑ์ในการจัดการลุ่มน้ำประกอบด้วย

1. การวางแผนการใช้ที่ดิน(Land use planning) คือ การกำหนดขอบเขตที่ดินในการนำมาใช้ให้เป็นไปตามสมรรถนะ ความเหมาะสม และศักยภาพของที่ดินเพื่อให้การใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นได้รับประโยชน์สูงสุด

2. การใช้ทรัพยากรและการอนุรักษ์ (Resource utilization and conservation)ในการวางแผนการใช้ที่ดินต้องมีการวางหลักเกณฑ์ และวิธีปฏิบัติในการใช้ทรัพยากรโดยยึดหลักการใช้อย่างประหยัด สมเหตุสมผล ประหยัดของหายาก พื้นฟูทรัพยากรที่เสื่อมโทรมให้กลับคืนสภาพปกติแล้วจึงค่อยกลับมาใช้ใหม่และการใช้ต้องให้ผลแบบยั่งยืนและต่อเนื่อง

3. การควบคุมมลพิษ (Pollution control) เมื่อมีการวางแผนการใช้ที่ดินและทรัพยากรอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว ถ้าไม่ควบคุมมลพิษก็อาจก่อให้เกิดปัญหาได้ไม่น้อย ดังนั้นการควบคุมมลพิษจึงจำเป็นต้องทำด้วยความรัดกุมเพื่อให้เกิดมลพิษน้อยที่สุด

2. แนวความคิดเกี่ยวกับอุทกภัยและความรุนแรงของอุทกภัย

ปัญหาน้ำท่วมเป็นปัญหาธรรมชาติที่เกิดขึ้นริมฝั่งแม่น้ำทุกแห่งในโลก ลักษณะตามธรรมชาติของแม่น้ำ คือ การท่วมล้นตลิ่งในฤดูที่มีฝนตกมาก บริเวณแหล่งรับน้ำนั้นๆจะรับไว้ได้จึงทำให้เกิดการท่วมล้นและปัญหาน้ำท่วมอีกส่วนหนึ่งยังเกิดจากการที่พื้นที่เมืองได้ขยายออกไปอย่างกว้างขวาง พื้นที่ที่เป็นสีเขียวหรือเกษตรกรรมถูกเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัย พานิชยกรรม และอื่นๆ ทางน้ำหรือแหล่งเก็บกักน้ำธรรมชาติถูกเปลี่ยนแปลงเพื่อการใช้ประโยชน์อื่น ซึ่งผลจากการเปลี่ยนแปลงนี้ก่อให้เกิดการเพิ่มปริมาณน้ำผิวดินออกนอกพื้นที่เป็นผลให้เกิดปัญหาน้ำท่วม ผลจากการกระทำของมนุษย์ที่ได้ดัดแปลงและเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่ เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย เพื่อการค้าขายและเพื่อการอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติซึ่งเคยมีคูคลองระบายน้ำอยู่แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยา (Hydrology) (สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.คู่มือคำนวณขนาดพื้นที่ชะลอน้ำ:2541)

2.1 คำจำกัดความของอุทกภัย

อุทกภัย คือ ภัยธรรมชาติที่เกิดจากน้ำท่วมเมื่อระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้นมากจนท่วมท้นริมฝั่งแม่น้ำ ความรุนแรงของภัยธรรมชาตินี้ ขึ้นอยู่กับสภาวะและขนาดของน้ำท่วมนั้นๆกล่าวคือ ถ้าขนาดของอุทกภัยไม่รุนแรง เพียงทำให้เกิดความรำคาญในการเดินทางสัญจรไปมาไม่สะดวกและทรัพย์สินเสียหายไม่มากนัก ถ้าขนาดอุทกภัยรุนแรงมากและครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง หรือเกิดขึ้นรวดเร็วฉับพลันนั้นจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินและอาคารสมบัติต่างๆเป็นจำนวนมาก รวมไปถึงการสูญเสียชีวิต(ประเสริฐ ,2533;Chow และคณะ,1988)

สมบูรณ์ สุวีระ(2530) ได้ให้คำจำกัดความของอุกทกภัยไว้ว่า อุทกภัย คือ ปรากฏการณ์ที่ปริมาณน้ำในแหล่งน้ำมีมากเกินกว่าที่แหล่งน้ำจะสามารถรับและระบายออกสู่ที่ต่ำกว่าได้ตามปรกติ จึงล้นขึ้นไหลบ่าท่วมบนพื้นดินบริเวณริมแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์

"Flood is any relatively high stream flow overtopping the natural or artificial bank in any reach of stream."(Kittredge,1984)

(Hunt อ้างใน สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ร่วมกับศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2539)ได้เสนอหลักเกณฑ์ในการกำหนดระดับความรุนแรงจากบริเวณพื้นที่ต่างๆใน Geotechnical Engineering Investigation Manual โดยมีหลักเกณฑ์การกำหนดความรุนแรง ของอุทกภัย (Flood Hazard Degree) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ระดับความรุนแรงของอุทกภัย เกี่ยวข้องกับขนาดของอุทกภัยที่เกิดขึ้น (Magnitude) และโอกาสเกิดอุทกภัย (Probability) ซึ่งโอกาสเกิดอุทกภัยนี้มีความสัมพันธ์กับคาบย้อนพินิจ (Return Period) จึงกำหนดระดับความรุนแรงของอุทกภัยออกเป็น 4 ระดับคือ

1.1 อุทกภัยไม่รุนแรง (No Hazard Flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมคล้ายกับสภาพปกติ แต่มีปริมาณน้ำในสภาพปกติเพียงเล็กน้อย

1.2 อุทกภัยรุนแรงน้อย (Low Hazard Flooding)กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากประมาณ 1.25 ถึง 1.5 เท่าของสภาพปกติ มีคาบย้อนพินิจของโอกาสเกิดอุทกภัยระหว่าง 2 ถึง 5 ปี

1.3 อุทกภัยรุนแรงปานกลาง (Moderate Harzard Flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากประมาณ 1.5 ถึง 2.0 เท่าของสภาพปกติ มีคาบย้อนพินิจของโอกาสเกิดอุทกภัยระหว่าง 5 ถึง 25 ปี

1.4 อุทกภัยรุนแรงมาก (High Hazard Flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากกว่า 2.0 เท่าของสภาพปกติมีคาบย้อนพินิจเกิดอุทกภัยมากกว่า 25 ปี

2.2 ความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย

เมื่อน้ำในแม่น้ำและทะเลสูงขึ้นมากจนล้นฝั่งและตลิ่ง นอกจากจะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงแล้ว ถ้ายิ่งเป็นกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวหรือคลื่นที่ซัดถมจากทะเลขึ้นมาบนฝั่งและถอยหลังไป จะมีอำนาจทำลายกวาดทุกสิ่งทุกอย่างลงทะเลหมดยิ่งเป็นความเสียหายที่ไม่สามารถประเมินได้ อันตรายและความเสียหายอาจกล่าวได้ดังนี้

1) อันตรายและความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน อาคาร บ้านเรือนโดยตรง เกิดน้ำท่วมในบ้านเมือง โรงงาน คลังพัสดุ โกดังสินค้า บ้านเรือนไม่แข็งแรงอาจถูกกระแสน้ำไหลเชี่ยวพังทลาย หรือคลื่นซัดลงทะเลไปได้ ผู้คน สัตว์พาหนะ สัตว์เลี้ยงอาจจมน้ำตาย หรือถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำไหลเชี่ยว

- เส้นทางคมนาคมถูกตัดขาดทั้งทางถนนทางรถไฟ ชำรุดเสียหายโดยทั่วไปรวมทั้งยานพาหนะวิ่งรับส่งสินค้าไม่ได้ เกิดความเสียหายและชะงักงันทางเศรษฐกิจ

- กิจการสาธารณูปโภคได้รับความเสียหาย เช่น กิจการโทรเลข โทรศัพท์ การไฟฟ้า การประปา และระบบการระบายน้ำเป็นต้น

- สิ่งก่อสร้างสาธารณะเกิดความเสียหาย เช่น สถานีขนส่ง ท่าอากาศยาน สวนสาธารณะ โรงเรียน วัด สถาปัตยกรรม และศิลปกรรมต่างๆ

2) ความเสียหายของแหล่งเกษตรกรรม ได้แก่ แหล่งกสิกรรมไร่นา สัตว์เลี้ยง สัตว์พาหนะ ตลอดจนแหล่งเก็บเมล็ดพันธุ์พืชยุ้งฉาง

3) ความเสียหายทางเศรษฐกิจ รายได้ของประเทศลดลง ผลกำไรจากธุรกิจต่างๆ ถูกกระทบกระเทือน รัฐต้องมีรายจ่ายสูงขึ้นจากการบูรณะซ่อมแซมและช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย และเกิดข้าวยากหมากแพงทั่วไป

4) ความเสียหายด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน ขณะเกิดอุทกภัยขาดน้ำดีในการอุปโภคบริโภค ขาดความสะดวกด้านห้องน้ำ ห้องส้วม ทำให้เกิดโรคระบาดเช่น โรคน้ำกัดเท้า โรคอหิวาตกโรค รวมทั้งโรคเครียด มีความวิตกกังวลสูงและโรคประสาทตามมา

5) ความเสียหายที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ ฝนที่ตกหนักน้ำท่วมท้นขึ้นมาบนแผ่นดิน และกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม (landslides)ได้ นอกจากนั้น ผิวหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์จะถูกน้ำพัดพาลงสู่ที่ต่ำ ทำให้ดินขาดปุ๋ยธรรมชาติและแหล่งน้ำเกิดการตื้นเขิน เป็นอุปสรรคในการเดินเรือ

2.3 การควบคุม ป้องกัน และลดอันตรายจากอุทกภัย

พายุขนาดต่างๆที่เคลื่อนเข้ามาซึ่งทำให้ฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานานก็ดี หรือปรากฏการณ์ต่างๆที่จะทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำและทะเลสูงขึ้นจนเกิดเป็นอุทกภัยได้ก็ดี นับว่า เป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มนุษย์ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ แต่ระดับน้ำที่สูงขึ้นจนเกิดเป็นน้ำท่วมนั้น ในบางกรณีมนุษย์อาจควบคุม ป้องกัน ปรับปรุง แก้ไขพื้นที่รับน้ำเพื่อลดอันตรายจากอุทกภัยอันอาจจะเกิดขึ้นได้ ประเทศต่างๆได้ค้นหาวิธีการที่จะควบคุมป้องกันน้ำท่วมที่จะทำให้เกิดอันตรายความเสียหายแก่ชีวิตคน สัตว์เลี้ยง พืชผลทางเกษตรให้ลดน้อยลง เพื่อให้ทุ่งราบที่เคยถูกน้ำท่วมได้มีราษฎรอยู่อาศัยทำกินต่อไป หลักการทางกายภาพพื้นฐานในการควบคุมและลดอันตรายจากอุทกภัย คือ

ก. พยายามชะลอการไหลของน้ำไม่ให้กัดชะผิวหน้าดิน โดยเฉพาะบริเวณต้นน้ำลำธารให้น้อยที่สุด

ข. พยายามลดความรุนแรงของน้ำในแม่น้ำที่ไหลท่วม ที่ราบน้ำท่วมสองข้างฝั่งโดยเฉพาะ

ดังนั้น ในกรณีข้อ ก. การควบคุมอุทกภัยบริเวณต้นน้ำลำธาร จึงขึ้นอยู่กับการจัดการผิวดินของที่ลาดเท โดยการปลูกเป็นป่าใหม่ (reforestation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็นป่าไม้มาก่อน แต่ได้ถูกทำลายไป ให้กลับเป็นป่าไม้ขึ้นอีกครั้งหนึ่ง การปลูกป่าใหม่ต้องหมั่นปลูกอยู่เสมอ เพื่อให้ผิวหน้าดินมีพืชปกคลุมจะได้ดูดซึมน้ำได้เพิ่มขึ้นสู่อัตราการไหลของน้ำผิวดินปกติ วิธีการข้อ ก. นี้รวมทั้งการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำหลายๆแห่งและในหุบเขาตอนล่างๆด้วย เพื่อที่จะลดการปะทะของคลื่นที่เกิดจากน้ำท่วมได้อย่างมาก และสามารถปล่อยน้ำให้ไหลลงสู่แม่น้ำสายใหม่ได้ตลอดไป

ในกรณีข้อ ข. นั้นมีวิธีป้องกันพื้นที่ราบน้ำท่วมโดยตรง 2 ทฤษฎีแตกต่างกันซึ่งอาจนำมาใช้ได้

ทฤษฎีที่ 1 คือ การสร้างคันดิน หรือทำนบดิน (levee)หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า dikes หมายถึงคันดินหรือทรายที่เสริมให้สูงขึ้นจากผิวดินเดิมเป็นแนวขนานไปตามสองฝั่งแม่น้ำเพื่อเพิ่มความจุของแม่น้ำให้มากขึ้น และป้องกันการไหลบ่าของน้ำจากแม่น้ำเข้าสู่ที่ราบสองฝั่งแม่น้ำ

คันดินที่มนุษย์สร้างขึ้นได้เลียนแบบคันดินธรรมชาติ (natural levee)ที่เกิดขึ้นเพราะแม่น้ำได้พาโคลนตมมาทับถมริมฝั่งในระหว่างหน้าน้ำหลาก เมื่อน้ำลด โคลนตมที่ทับถมนั้นก็เป็นคันดินยาวขนานไปตามริมฝั่งน้ำ ในขณะเดียวกัน ท้องพื้นน้ำก็ตื้นเขินขึ้น เวลาเกิดน้ำน้ำท่วมป่าไหลเชี่ยวกรากจนน้ำทะลุคันดิน ทำให้เกิดน้ำไหลท่วมบริเวณหลังคันดินรุนแรงเช่น คันดินในบริเวณลุ่มแม่น้ำเหลือง และแม่น้ำมิสซิสซิปปี

ดังนั้น คันดินที่มนุษย์สร้างขึ้นจึงควรพัฒนาให้มั่นคงแข็งแรง ไม่เพียงแต่ป้องกันแรงกดดันของน้ำตามธรรมชาติเท่านั้น ควรให้แข็งแรงและสูงพอที่จะรับภัยพิบัติจากอุทกภัยร้ายแรงที่สุดได้ด้วย และอีกกรณีหนึ่ง ควรสร้างช่องทางระบายน้ำ (crevasses)หลายๆแห่งให้แข็งแรงพอเพื่อระบายน้ำที่เชี่ยวกรากให้ลดความรุนแรงลง ไม่ทำให้คันดิน หรือทำนบแตกจะเกิดความเสียหายขึ้นได้ ในสหรัฐอเมริกามีการตั้งคณะกรรมการลุ่มน้ำมิสซิสซิปปีขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1879 (พ.ศ. 2422) และได้สร้างคันดินกั้นริมฝั่งแม่น้ำนี้ขึ้นเป็นแนวยาวเพื่อกั้นน้ำท่วมทุกชนิด และได้ใช้ประโยชน์อย่างจริงจังใน ค.ศ. 1903 สำหรับในรัฐหลุยส์เซียนา ต้องมีการเสริมหลังคันดินด้วยกระสอบทรายแนวยาวถึง 71 ไมล์ (114 กิโลเมตร)เพื่อป้องกันน้ำล้นคันดินคันดินได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบันมีความยาวถึง 2,500 ไมล์ (4,000)และมีความสูงกว่า 30 ฟุต (10 เมตร)สำหรับคันดินที่เสริมขึ้นมีความหมายว่าเพื่อกั้นและระบายน้ำหลากที่เกินขีดจำกัด รวมทั้งผันน้ำท่วมจากที่ราบภายในออกสู่ทะเลด้วย

ทฤษฎีที่ 2 ได้นำมาปฏิบัติเมื่อไม่นานมานี้ในลุ่มน้ำมิสซิสซิปปี โดยหน่วยวิศวกรของกองทัพบกสหรัฐฯ (US. Army Corp of Engineers)โดยได้ตัดร่องน้ำลัดทางบริเวณส่วนโค้งใหญ่ของแม่น้ำ เพื่อให้น้ำไหลในระยะทางสั้นลงและไหลเร็วขึ้น ผลที่ตามมาก็คือ แม่น้ำมีความลาดชันของร่องน้ำเพิ่มขึ้น ไหลเร็ว แรง และมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ การพัฒนาร่องน้ำต้องมีการคำนวณผลกระทบล่วงหน้าไว้แล้วถึงการปะทะของคลื่นแม่น้ำและความแข็งแรงของคันดินที่สร้างขึ้นว่าจะทนทานความแรงและปริมาณน้ำได้ รวมทั้งได้คำนึงถึงพื้นที่ราบบางแห่งอาจถูกน้ำท่วมกลายเป็นทะเลสาบน้อยๆ ชั่วคราวด้วย วิธีการควบคุมป้องกันน้ำท่วมตามทฤษฎีนี้ เหมาะที่จะใช้กับที่ราบน้ำท่วมบางแห่งที่มีผู้คนอยู่น้อยที่สุด (Strahler,Arthur N. 1969 : 430-431)

วิธีควบคุมป้องกันและลดอันตรายจากอุทกภัยทางตรง

1) การอนุรักษ์ป่าบริเวณต้นน้ำลำธาร เพราะเหตุใดบริเวณต้นน้ำลำธารเมื่อไม่มีป่า หรือป่าถูกทำลาย ไม้ถูกตัดโค่น จึงก่อให้เกิดอุทกภัยในที่เชิงเขาและที่ราบลุ่มเนื่องจากต้นน้ำลำธารเป็นเทือกเขาสูงเมื่อฝนตกลงมา ต้นไม้จะปะทะฝนและน้ำป่าให้น้ำไหลช้าลงน้ำฝนจะซึมลงไปตามรากของต้นไม้ที่หนาแน่นไปสู่ชั้นของน้ำใต้ดินส่วนหนึ่ง ทำให้มีน้ำไหลที่ผิวดินอย่างช้าๆ ระบายลงสู่ที่ราบลุ่มและสู่ทะเลอย่างช้าๆไม่ทำให้เกิดอุทกภัย แต่ถ้าต้นน้ำลำธารที่สูงขาดต้นไม้หรือป่าปก

คลุม เมื่อฝนตกน้ำจะไหลรุนแรงกัดชะผิวหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์ลงมาด้วย น้ำไหลแรงรวดเร็วเนื่องจากความลาดชัน ทำให้เกิดอุทกภัยที่เชิงเขาและที่ราบลุ่มได้ง่าย

การควบคุมป่าไม้ไม่ให้ถูกทำลาย การปลูกป่าใหม่ การปลูกสร้างสวนป่า การใช้วิธีการเกษตรบนที่สูงที่ถูกต้อง ได้แก่ การทำการเกษตรแบบขั้นบันได (terracing) การทำเกษตรแบบเส้นขอบเนิน (contour cultivation) หรือการขุดร่องเปลี่ยนทางระบายน้ำเพื่อปลูกพืช (diversion channel) ฯลฯรวมทั้งการจัดทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และคัดเลือกพันธุ์พืช เช่น มีการทดลองปลูกหญ้าแฝกชะลอการไหลของน้ำบนที่สูงในพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวองค์ปัจจุบัน เป็นต้น

2) โดยการสร้างเขื่อน (dams) คือ สิ่งก่อสร้างที่กั้นแม่น้ำ เป็นเครื่องมือควบคุมการไหลของน้ำจากที่สูงมายังที่ต่ำ ให้น้ำไหลช้าลงจะได้ไม่เกิดอุทกภัยในพื้นที่ต่ำ รวมทั้งสิ่งก่อสร้างอื่นในทำนองเดียวกัน เช่น ฝาย ทำนบคันดินฯ

เขื่อนโดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ เขื่อนชลประทานและเขื่อนเอนกประสงค์ เขื่อนชลประทานมีหน้าที่เก็บกักน้ำ ชะลอการไหลของน้ำ ระบายน้ำไปใช้ในการเกษตร และยังคงใช้ในการคมนาคมได้ เช่น เขื่อนเจ้าพระยา ที่กั้นแม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท ส่วนเขื่อนอเนกประสงค์เป็นเขื่อนที่ผลิตไฟฟ้าและป้องกันอุทกภัยเป็นหลักและมีประโยชน์ในด้านอื่นด้วย คือ ใช้ในการเก็บกักน้ำ ระบายน้ำในทางเกษตร ใช้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ แหล่งท่องเที่ยว และยังใช้คมนาคมได้ เป็นต้น

3) โดยการสร้างอ่างเก็บน้ำขึ้นในเขตใกล้แม่น้ำ (detention storage)เมื่อน้ำในแม่น้ำไหลอย่างรุนแรงจะทำให้เกิดอุทกภัยขึ้นได้ การผันทางน้ำจากแม่น้ำให้ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำและค่อยๆ ระบายออกเป็นระยะๆจะทำให้ที่ราบสองข้างฝั่งไม่เกิดน้ำท่วมเช่นเดียวกับแม่น้ำแยงซีเกียงในประเทศจีนสองข้างฝั่งแม่น้ำนี้มีทะเลสาบมากมายสามารถบรรเทาไม่ให้เกิดอุทกภัยได้ ดีกว่าลุ่มน้ำฮวงโหที่ขาดทะเลสาบสองข้างฝั่ง ทั้งยังมีดินเลิสส์ (Loess) หรือดินเหลืองในเขตทะเลทรายโกบีถูกลมพัดพามาทับถม จึงทำให้เกิดอุทกภัยมีผู้คนเสียชีวิตไปเป็นจำนวนมาก

4) การผันทางน้ำให้ไหลจากทางน้ำใหญ่ ไปเข้าร่องน้ำทางน้ำแยกหรือคลองส่งน้ำ เพื่อแบ่งน้ำจากทางน้ำใหญ่ หรือผันน้ำจากทางน้ำใหญ่ ที่จะทำให้เมืองใหญ่เกิดน้ำท่วม ซึ่งจะเสียหายมากไปเข้าท่วมทุ่งนาเพื่อพักน้ำชั่วคราว เปรียบเสมือนทุ่งนาเป็นอ่างเก็บกักน้ำชั่วคราว เมื่อเกิดความเสียหายจากอุทกภัยความเสียหายก็ยังน้อยกว่าน้ำท่วมเมืองใหญ่

5) สร้างคันดินหรือทำนบดิน (levee) หรือ dikes หรือกำแพงกั้นน้ำ(flood wall)เป็นคันดินที่สูงกว่าระดับน้ำเป็นแนวขนานไปตามความยาวของแม่น้ำ ควรมีช่องระบายน้ำเป็นตอนๆการก่อสร้างอาจทำได้หลายรูปแบบ และแต่วัตถุประสงค์ของการใช้เช่น

ก. คันกั้นน้ำที่สร้างตามริมแม่น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลท่วมที่ราบสองฝั่งแม่น้ำอาจสร้างเป็นคันดิน เขื่อนซีเมนต์ กำแพงดิน

ข. คันกั้นน้ำที่สร้างขึ้นในเขตเมือง เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปท่วมในตัวเมืองซึ่งเป็นบริเวณที่ราบลุ่ม เช่น ในเขตกรุงเทพมหานคร

ค. คันกั้นน้ำที่สร้างเป็นวงแหวน (ring dikes)เพื่อล้อมรอบบริเวณหรือสถานที่ไม่ให้น้ำเข้าไปท่วมถึงได้

ง. คันกั้นน้ำที่สร้างเป็นผนังกั้นน้ำในกรณีฉุกเฉิน เช่น เอากระสอบทรายหรือถุงใส่ดินเพื่อเสริมดินให้สูงขึ้นจะสามารถป้องกันมิให้น้ำไหลบ่าเข้าท่วมบ้านเรือนได้เป็นการชั่วคราว

6) โดยการขยายทางน้ำที่ไหลอยู่ให้กว้างออก (channel improvement) การปรับปรุงทางน้ำไหลให้กว้างออก ทำให้น้ำปริมาณมากไหลได้เร็วขึ้น น้ำจะไม่เอ่อล้นตลิ่ง การปรับปรุงร่องน้ำอาจทำได้หลายวิธี เช่น การเคลื่อนย้ายวัตถุที่มาปิดกั้นทางน้ำไหล ได้แก่ เศษไม้ กอสวะ หรือผักตบชวาที่ไหลมาตามน้ำ การก่อสร้างสะพานให้สูงขึ้นเพื่อให้น้ำไหลสะดวกในฤดูน้ำหลาก การก่อสร้างสะพานให้มีเสาน้อยที่สุดเพื่อไม่ให้กีดขวางการไหลของน้ำ การทำท่อลอดใต้ถนนเป็นช่วงๆ ตลอดจนไม่อนุญาติให้มีการก่อสร้างบ้านเรือนรุกล้ำคูคลองอย่างเด็ดขาด เป็นต้น วิธีการเหล่านี้จะช่วยให้การไหลของน้ำรวดเร็วขึ้น

7) การขุดลอก คูคลอง ร่องน้ำ เพื่อเพิ่มความจุของน้ำในฤดูน้ำหลาก นับว่าควรเตรียมการไว้แต่เนิ่นๆเช่น การเตรียมลอกท่อน้ำทิ้งสาธารณะก่อนฤดูฝนจะมาถึง ตามเรือกสวนไร่นาก็ควรมีการขุดลอกร่องสวนก่อนถึงฤดูฝนทุกปี รวมทั้งการไม่ถมคูระบายน้ำเพื่อขยายถนน ก็เป็นการบรรเทาอุทกภัยในเขตเมืองเช่นกัน

8) การตัดทางลัดบริเวณส่วนทางน้ำโค้งตวัด (meander) บางสายที่ไม่ใช่แหล่งชุมชน อาจมีการตัดทางลัดบริเวณทางน้ำโค้งตวัดเพื่อให้น้ำไหลเร็วขึ้น ทั้งนี้ ต้องมีการวางแผนล่วงหน้าถึงผลกระทบที่จะตามมาด้วย ดังกล่าวไว้ข้างต้น ที่จริงวิธีนี้เป็นวิธีการเลียนแบบธรรมชาติวิธีหนึ่ง ที่แม่น้ำตอนปลายจะมีการคดโค้งเพราะมีการกัดเซาะและทับถมจนเกิดส่วนโค้ง เป็นการตัดตรงของแม่น้ำเนื่องจากความต้านทางของดินส่วนคอคอดหมดไป ส่วนโค้งเดิมน้ำตื้นเขินมีการตกตะกอนจนกลายเป็นทะเลสาบรูปแอกหรือ oxbow lake หรือที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยเรียกว่า กุด เช่น กุดบาด กุดข้าวปุ้น เป็นต้น แต่ในกรณีนี้เห็นว่าการลัดส่วนโค้งนั้นอาจจะทำได้เมื่อส่วนโค้งนั้นอยู่ใกล้ทะเล ที่ไม่ค่อยมีผู้คนอยู่อาศัยเพราะความแรงของน้ำอาจก่อให้เกิดอุทกภัยตอนปลายน้ำได้และในเวลาเดียวกันบริเวณทางน้ำโค้งตวัดก็เปรียบเสมือนอ่างเก็บน้ำธรรมชาติอยู่แล้ว จะช่วยกักเก็บน้ำและชะลอการไหลของน้ำตอนบนให้ช้าลงได้เช่น กุดในภาคอีสานหลายแห่งที่ตื้นเขิน เราสามารถพัฒนากุด ทำการขุดลอกให้สามารถไว้เก็บกักน้ำในฤดูแล้ง และแบ่งน้ำจากลำน้ำสาย

ใหญ่มาเพื่อชะลอการไหล บรรเทาอุทกภัยในฤดูน้ำหลากได้เป็นอย่างดี เพราะดินในกุดเหมาะที่จะเก็บกักน้ำได้ดีอยู่แล้ว

อนึ่ง มนุษย์ อาจจะใช้ทั้งกุดและขุดคลองลัดได้ทั้ง 2 กรณี ถ้ามีการสร้างประตูน้ำปิดเปิดระหว่างคลองลัดกับกุดไว้ แล้วแต่ความต้องการและสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่น

9) การอพยพออกจากเขตน้ำท่วม การอพยพออกจากเขตน้ำท่วมไปอยู่ในที่ที่สูงกว่าไปชั่วคราวหรือถาวร นับว่าเป็นการแก้ปัญหาได้แน่นอน แต่ใช่ว่าจะทำกันได้ง่ายเพราะราคาที่ดินที่สูงขึ้นเนื่องจากประชากรมีเพิ่มขึ้น ความต้องการที่ดินจึงเพิ่มอย่างรวดเร็วดังนั้น การย้ายไปชั่วคราวอาจจะทำได้ง่ายกว่า จึงควรรับฟังข้อมูลข่าวสารการเตือนภัยจากหน่วยงานราชการเช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมอุทกศาสตร์ เป็นต้น

วิธีควบคุมป้องกันและลดอันตรายจากอุทกภัยทางอ้อม

1) การให้การศึกษาแก่ประชาชน ทั้งในระบบโรงเรียนทุกระดับตั้งแต่ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา อุดมศึกษา และให้ความรู้แก่ประชาชนทางสื่อมวลชนและการประชาสัมพันธ์ทั้งทางโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ เป็นระยะๆ โดยเฉพาะขณะมีข่าวการเตือนภัยของทางราชการเกิดขึ้นจะทำให้ความเสียหายจากอุทกภัยลดลง

2) การใช้กฎหมายควบคุม ทางราชการต้องมีมาตรการอย่างรัดกุมและจริงจังในกรณีการปลูกอาคารโรงงานและบ้านเรือนรุกล้ำที่สาธารณะ คู คลอง แม่น้ำ ตลอดจนการทิ้งขยะ สิ่งปฏิกูล การถ่ายเทของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจากบ้านเรือนลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะเป็นต้น

3) การสร้างความตระหนักให้เกิดแก่ประชาชนในด้านการต่อต้านทำลายป่า เร่งช่วยกันปลูก ปลูกต้นไม้ ลดการใช้เนื้อไม้ ใช้สิ่งอื่นแทนไม้ เพราะถ้าไม่มีป่าที่อุดมสมบูรณ์อยู่บริเวณยอดต้นน้ำลำธารแล้ว ถึงสร้างเขื่อนเท่าไร เขื่อนก็ไม่อาจปะทะน้ำยามฤดูน้ำหลากได้ อาจเกิดการรั่วไหล พังทลาย

3. แนวความคิดในการประเมินอุทกภัย

การประเมินอุทกภัยหรือน้ำที่จะไหลตามหน้าผิวดิน อันอาจทำให้เกิดน้ำป่า หรือน้ำที่เกิดจากฝนตกแล้วไม่สามารถซึมลงสู่ดินได้หมด ทำให้เกิดฝนส่วนเกิน(Excess Rain Fall) สามารถดำเนินการได้หลายวิธี คือ

3.1 วิธีเรชันนอลฟอร์มูลา (Rational formula)

Kittrdge(1984) เสนอวิธีการของ Rational formula ซึ่งนิยมกันมากในการพยากรณ์น้ำป่า แต่มีข้อจำกัดว่าพื้นที่ลุ่มน้ำไม่ควรเกิน 1,000 เอเคอร์ หรือ 10 ตารางกิโลเมตร มีสมการดังนี้

$$Q = C I A$$

โดยที่

ค่า Q หมายถึง ปริมาณการไหลสูงสุด หรือ Design discharge มีหน่วยเป็น ลบ.เมตร/วินาที

ค่า I หมายถึง ความเข้มฝน(Rainfall intensity) มีหน่วยเป็น มม./ชั่วโมง

ค่า A หมายถึง พื้นที่ลุ่มน้ำมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

ค่า C หมายถึง ค่า สัมประสิทธิ์ของพื้นที่ (Runoff Coefficient) ซึ่งคิดจากค่าของการที่น้ำจะซึมลงสู่ดินมากหรือน้อย ถ้าน้ำซึมผ่านผิวหน้าดินน้อย ก็มีส่วนที่แปรเป็นน้ำไหลบนผิวดินมากขึ้น แต่ค่าของ C นั้นไม่มากกว่า 1.0

โดยทั่วไปค่าของ C สำหรับพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 0.5 พื้นที่กสิกรรมเท่ากับ 0.5 และพื้นผิวที่เป็น Impervious ร้อยละ70 ค่า C มีค่าเท่ากับ 0.8 และพื้นที่ซีเมนต์หรือพื้นที่ชุมชนเมือง C มีค่าเท่ากับ 1.0

3.2 การวิเคราะห์กราฟน้ำท่วมด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป HEC-1 (HEC-1 Flood Hydrograph Package)

โปรแกรมสำเร็จรูป HEC-1 ได้ถูกจำลองขึ้นมาเพื่อจำลองกระบวนการเกิดน้ำท่าอันเนื่องมาจากฝนที่ตกลงในลุ่มน้ำ โดยพิจารณาว่าลุ่มน้ำ คือ ระบบต่อเนื่องกันขององค์ประกอบทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำย่อยๆได้

องค์ประกอบของลุ่มน้ำได้แก่ องค์ประกอบของการเกิดน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff) ทางน้ำ อ่างเก็บน้ำหรืออื่นๆ ในการจำลองจะต้องรู้คุณสมบัติขององค์ประกอบแต่ละตัว และสมการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายกระบวนการในการแปลงน้ำฝนเป็นน้ำท่า และการไหลของน้ำผ่านระบบทางน้ำและอ่างเก็บน้ำออกสู่ทางออก (Outlet) ที่ต้องการ ผลการจำลองด้วย HEC-1 จะทำให้ทราบกราฟน้ำท่วม (Flood Hydrograph) ที่จุดที่ต้องการ

3.2.1 องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Components)

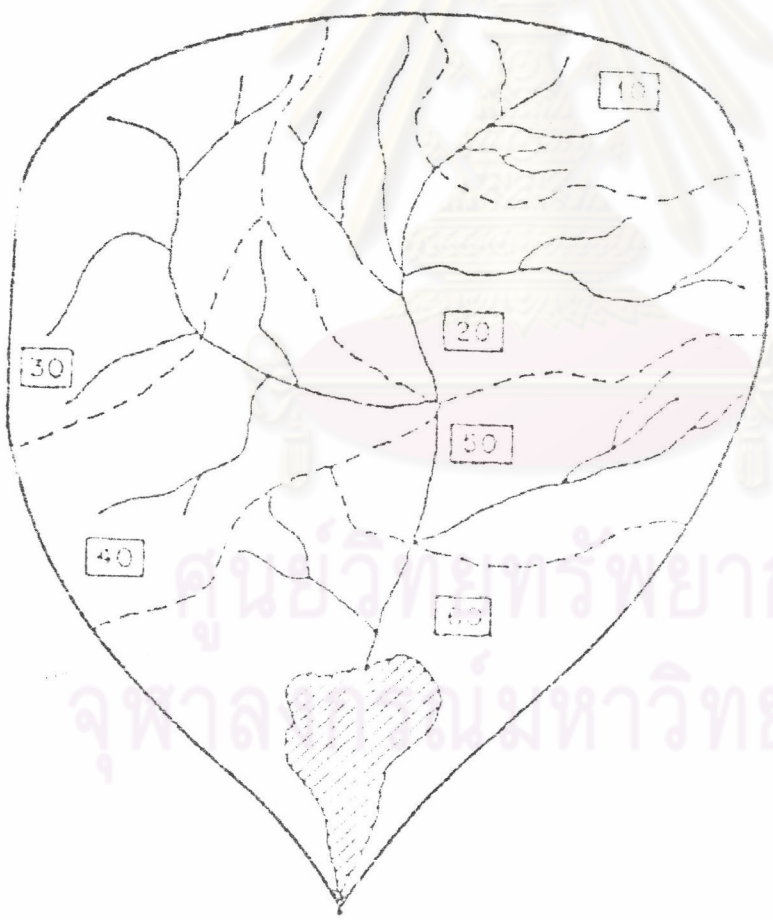
1) แบบจำลองระบบลำน้ำ (Stream Network Model Development)

ลุ่มน้ำสามารถแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำย่อยๆที่ต่อเนื่องกันได้ดังยกตัวอย่างใน ภาพที่ 2.1 เขียนเป็น Schematic Diagram ได้ดังภาพที่ 2.2

องค์ประกอบของแบบจำลองแต่ละลุ่มน้ำย่อยอาจอยู่ในรูปของกระบวนการเกิดน้ำท่วม การ Route น้ำผ่านทางน้ำ การ Route น้ำผ่านอ่างเก็บน้ำ การผันน้ำและการสูบน้ำเป็นต้น

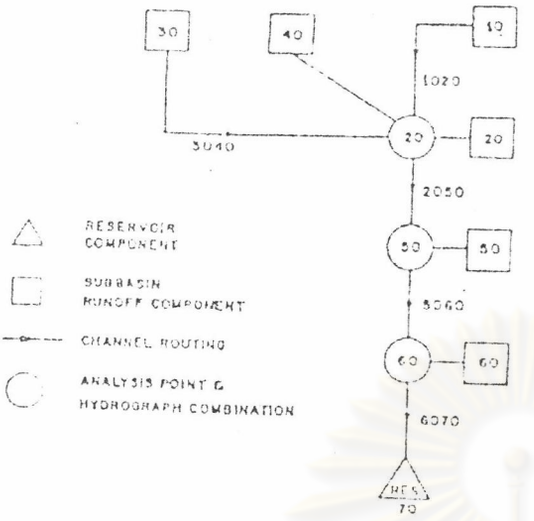
2) องค์ประกอบน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff components)

ในส่วนนี้จะแสดงการไหลของน้ำทั้งในรูปของน้ำท่าผิวดินและการไหลในทางน้ำเช่น Subbasin Runoff Component 10,20,30.....ในภาพที่ 2.2 ข้อมูลที่ต้องการ (Input) ได้แก่ Rainfall Hyetograph และข้อมูลเกี่ยวกับ Infiltration และ Detention losses ที่ใช้ในการหาค่า Excess Rainfall โดยวิธี SCS, Holton และ Green and Ampt โดยสมมติว่า ฝนและการซึมของน้ำลงไปในดินมีค่าสม่ำเสมอทั่วลุ่มน้ำย่อย หลังจากนั้น Excess Rainfall จะถูก Route ด้วยวิธี Unit Hydrograph หรือ Kinematic Wave สู่ Outlet ผลที่ได้คือ Runoff Hydrograph ที่ Outlet ของลุ่มน้ำย่อย



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างลุ่มน้ำสำหรับ HEC-1

ที่มา : Hydrologic Engineering Center Army Corp of Engineers;1998.



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการเขียนแบบจำลอง (Schematic) ของลุ่มน้ำ
ที่มา : Hydrologic Engineering Center Army Corp of Engineers;1998.

3) องค์ประกอบการเคลื่อนตัวของน้ำในลำน้ำ (River routing components) ส่วนนี้จะแสดงการไหลของคลื่นน้ำท่วม (Flood wave) ในทางน้ำ เช่น การ route ที่ เบอร์ 1020, 3040,..... ในภาพที่ 2.2 ข้อมูลที่ต้องการคือ Upstream Hydrograph ที่เกิดจากลุ่มน้ำย่อยอันใดอันหนึ่งหรือจากหลายๆ ลุ่มน้ำย่อยประกอบกัน และลักษณะของทางน้ำ การวิเคราะห์การไหลของน้ำใช้วิธี Muskingum, Muskingum-Cunge, Modified Puls และ Kinematic Wave

4) การรวมองค์ประกอบน้ำท่าผิวดินของลุ่มน้ำย่อยกับไฮโดรกราฟที่เคลื่อนตัวผ่านทางน้ำ (Combined Use of River Routing and Subbasin Runoff Components) คือ การนำไฮโดกราฟที่คำนวณตาม ข้อ 2) และ ข้อ 3)มารวมกัน

5) องค์ประกอบการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำ องค์ประกอบนี้ใช้ในการ Route ที่ผ่านอ่างเก็บน้ำ ตามหลักของ Reservoir Routing

6) องค์ประกอบเกี่ยวกับการผันน้ำ (Diversion Components)แสดงการผันน้ำจากจุดหนึ่งในลุ่มน้ำไปยังอีกจุดหนึ่งหรือไปยังลุ่มน้ำอื่นๆข้อมูลที่ต้องการได้แก่ Upstream inflow เกณฑ์ในการผันน้ำและ Rating Curve

7) องค์ประกอบเกี่ยวกับการสูบน้ำ (Pump Component)ส่วนนี้ใช้จำลองการสูบน้ำโดยอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเครื่องสูบน้ำ ขีดความสามารถในการสูบน้ำ (ขนาด Pump) และระดับต่างๆ

8) การแปลงกราฟอุทก (Hydrograph Transformation) ใช้วิเคราะห์ Sensitivity ของพารามิเตอร์ของไฮโดรกราฟ

3.2.2 แบบจำลอง (Model)

แบบจำลอง(Model) หมายถึง การลอกเลียนแบบธรรมชาติโดยใช้สมการคณิตศาสตร์ ซึ่งสมการเหล่านี้จะบอกถึงความสัมพันธ์ และอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของธรรมชาติ ทำให้สามารถคาดหมายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

การวิเคราะห์โดยวิธีการจำลองสภาพ คือ การวิเคราะห์โดยการศึกษาพฤติกรรมต่างๆของระบบที่สังเคราะห์ขึ้น เพื่อหาลักษณะเปรียบเทียบกับต้นแบบโดยใช้กรรมวิธีต่างๆที่มีภายในระบบ อาจจำลองออกมาโดยใช้แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) หรือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) แบบจำลองทางกายภาพได้ถูกประยุกต์มาใช้แก้ปัญหาหลายอย่างเช่น การออกแบบโครงสร้างทางชลศาสตร์เป็นต้น ถึงกระนั้นก็ตามสำหรับระบบที่สลับซับซ้อนอย่างที่เป็นอยู่ในการพัฒนาทรัพยากรณ์แหล่งน้ำ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มักจะเป็นวิธีการเดียวที่ใช้ในการทำนายพฤติกรรมของระบบได้เป็นอย่างดี แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์แทนกรรมวิธีและกลไกต่างๆ ของระบบต้นแบบโดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เหล่านี้เข้าด้วยกันเป็นระบบแบบจำลอง ดังนั้น การจำลองสภาพ (Simulation) ก็คือ การวิเคราะห์โดยการสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อพิจารณาพฤติกรรม หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ภายใต้การกำหนดเงื่อนไขข้อจำกัด (Constraint) หรือปัจจัยนำเข้า (input) เนื่องจากความคล้ายคลึงของแบบจำลองและต้นแบบอันได้มาจากการเปรียบเทียบพฤติกรรมของตัวแปรสำคัญๆที่เกิดขึ้น แบบจำลองจึงสามารถใช้ทำนายการตอบสนองของต้นแบบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวกำหนด (Parameter) หรือสิ่งที่เข้าของระบบได้ ดังนั้น การจำลองสภาพจึงมีข้อได้เปรียบวิธีการอื่นๆที่สำคัญเช่น

1) สามารถทดสอบพฤติกรรมต่างๆของระบบได้โดยที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใดๆ กับระบบจริง
2) สามารถทดสอบการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการใดๆ กับระบบที่เป็นอยู่ได้โดยไม่ต้องแตะต้อง ระบบจริง
3) สามารถศึกษาข้อเสนอต่างๆ อันเกี่ยวกับระบบที่ศึกษาได้ในเวลากันจำกัด
4) สามารถทดสอบสมมุติฐานในการออกแบบระบบเพื่อการศึกษาขั้นต้น หรือทำการเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆได้สะดวก
5) เพื่อเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับระบบที่ศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความสัมพันธ์ที่สำคัญของกรรมวิธีต่างๆ ภายในระบบและผลของสิ่งที่กำหนดให้

4. น้ำท่าหรือน้ำในแม่น้ำลำธาร (Runoff or Streamflow)

ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำท่า เป็นข้อมูลที่สำคัญอันหนึ่งที่นักอุทกวิทยาจำเป็นต้องรู้เพื่อจะใช้ประกอบการศึกษาทางด้านอุทกวิทยา เป็นข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อสภาพและปริมาณน้ำในแม่น้ำลำธารอันเนื่องมากจากการเปลี่ยนแปลงจากการกระทำของมนุษย์

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อน้ำท่า เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าน้ำท่าที่มีอยู่ในแม่น้ำนั้น เกี่ยวโยงกับปัจจัยหลายชนิดร่วมกัน ในที่นี้จะศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวโยงกับน้ำท่าแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม นั่นคือ ส่วนประกอบทางอุตุนิยมวิทยาซึ่งมีฝนเป็นตัวแทน และอีกกลุ่มหนึ่ง คือ ส่วนประกอบทางพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ

1) ส่วนประกอบทางอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ำน้ำท่าในกลุ่มนี้ มีดังนี้

1.1 ชนิดของน้ำที่ตกลงสู่พื้นดิน น้ำที่ตกลงสู่พื้นดิน ทั้งฝนและและหิมะจะมีอิทธิพลแตกต่างกันอย่างมาก ถ้าเป็นฝนก็จะมีอิทธิพลโดยตรงต่อน้ำท่า ปริมาณฝนที่ตกและความเข้มของฝนจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อลักษณะของกราฟน้ำท่า (Hydrograph)

1.2 ความเข้มของฝน ความเข้มของฝนมีอิทธิพลต่อน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินในส่วนที่เกี่ยวกับอัตราการไหลซึมของน้ำลงไปในดิน นั้นคือถ้าหากอัตราความเข้มข้นของฝนที่ตกลงมามากกว่าอัตราการไหลซึมของน้ำลงไปในดินแล้ว ปริมาณน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามการเพิ่มของอัตราความเข้มของฝน อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำท่าจะไม่เพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนเดียวกันกับปริมาณฝนที่เหลือจากการสูญหายทั้งนี้เนื่องจากจำนวนฝนดังกล่าวจะถูกเก็บกักในลักษณะน้ำนองในลุ่มน้ำชั่วขณะก่อนที่จะไหลหลากมาเป็นปริมาณน้ำท่า

1.3 ระยะเวลาที่ฝนตกในแต่ละลุ่มน้ำจะมีระยะวิกฤติของฝนที่ตกอันเป็นมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำนั้นๆ ในกรณีที่ฝนตกในระยะเวลาสั้นหรือน้อยกว่า "ระยะเวลาวิกฤติ" จะทำให้มีน้ำท่าไหลบ่าไปบนผิวดิน (Surface runoff) เป็นเวลานานใกล้เคียงหรือเท่ากับระยะเวลาที่มีน้ำท่าไหล(Runoff duration) อันเนื่องมาจากฝนตกเป็นเวลานานเท่ากับระยะเวลาวิกฤต และในกรณีที่มีฝนตกระยะยาวนานกว่า"ระยะเวลาวิกฤติ"แล้วจะทำให้มีน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินนานกว่าเมื่อมีฝนตกนานเท่ากับระยะเวลาวิกฤต นอกจากนั้น ระยะเวลา

ที่มีฝนตกยังมีอิทธิพลต่ออัตราการไหลซึมของน้ำลงไปในดินอีกด้วยในกรณีที่มีฝนตกเป็นระยะเวลานานๆ ย่อมจะเกิดเป็นน้ำท่าได้มากกว่า ถ้าหากว่าอัตราความเข้มของฝนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

1.4 การแผ่กระจายของลุ่มน้ำ ในกรณีที่ลักษณะภูมิประเทศ ดินและอื่นๆ มีลักษณะคล้ายคลึงกันตลอดทั้งลุ่มน้ำ และหากมีฝนตกเท่ากันแล้ว ฝนที่แผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดลุ่มน้ำจะทำให้เกิดปริมาณยอดน้ำได้ต่ำสุด สำหรับลุ่มน้ำขนาดใหญ่ การเกิดน้ำท่วมมักจะเกิดเนื่องจากฝนธรรมดาที่ตกครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำ มากกว่าฝนที่จะหนักแต่ตกแผ่กระจายเท่าๆกันทั่วลุ่มน้ำ ในทางกลับกัน ลุ่มน้ำขนาดเล็กนั้น ยอดปริมาณน้ำสูงสุดมักจะเกิดเนื่องมาจากฝนกระโชกในระยะเวลาอันสั้นและตกเป็นบริเวณแคบๆ

1.5 ทิศทางของบริเวณที่ฝนตก ตามปกติแล้วศูนย์กลางของฝนจะเคลื่อนที่ไปเพราะฉะนั้นในกรณีที่ฝนตกหนักและเคลื่อนที่ตามแนวลำน้ำแล้วย่อมมีอิทธิพลต่อค่าของยอดปริมาณน้ำและระยะเวลาที่มีน้ำท่าไหลเป็นอย่างมาก

1.6 ปริมาณฝนที่ตกก่อนหน้านั้นและความชุ่มชื้นของดิน ในกรณีที่ดินมีความชุ่มชื้นอยู่แล้ว ปริมาณฝนที่ตกเพิ่มเติมลงมาอีกจะไหลซึมลงไปในดินได้น้อยมากอันเป็นเหตุให้เกิดน้ำท่วมได้ง่าย

1.7 สภาพทางอุตุนิยมวิทยาชนิดอื่นๆ ในบรรดาส่วนประกอบทั้งหลายทางอุตุนิยมวิทยานั้น ฝนมีอิทธิพลต่อน้ำท่ามากที่สุด อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ความดันบรรยากาศเฉลี่ย ปริมาณฝนทั้งปีและอื่นๆ ก็ยังมีส่วนควบคุมลักษณะลมฟ้าอากาศในบริเวณนั้นด้วยเหมือนกันและยังมีอิทธิพลต่อน้ำท่าโดยทางอ้อมด้วยการเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน

2) ส่วนประกอบทางพื้นที่ลุ่มน้ำ

2.1 สภาพของการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อกราฟอุทก (Hydrograph) ของแม่น้ำพื้นที่ป่าไม้มีต้นไม้ขึ้นปกคลุมหนาแน่นน้ำมีโอกาสซึมลงไปในดินได้มาก ทำให้น้ำส่วนที่เหลือที่เป็นน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินมีน้อย ถ้าหากมีการพัฒนาและทำให้พื้นที่ป่าดังกล่าวโปร่งขึ้นบ้าง ผิวดินจะอัดแน่นขึ้นน้ำจะมีโอกาสไหลซึมลงไปในดินได้น้อย น้ำฝน

ที่ตกลงมาแล้วจะเหลือเป็นน้ำท่ามากขึ้นและรวมกันไหลด้วยความเร็วสูงในร่องน้ำและก่อให้เกิดน้ำท่วมอย่างที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนได้ในที่สุด

2.2 พื้นที่ลุ่มน้ำ ถ้าหากปัจจัยทั้งหมดซึ่งรวมถึงปริมาณฝนที่ตก ความเข้มของฝนและอื่นๆมีค่าคงที่แล้วจำนวนน้ำท่าทั้งหมดคิดเป็นความลึกเฉลี่ยตลอดทั้งลุ่มน้ำ จะมีค่าเท่ากันเสมอ แม้ว่า พื้นที่ลุ่มน้ำจะไม่เท่ากันก็ตาม ตามข้อสมมตินี้ จำนวนน้ำท่าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มีค่าคงที่ ดังนั้น กราฟอุทกจะเปลี่ยนแปลงตามสัดส่วนของขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ อย่างไรก็ดีตามความเป็นจริงนั้น ถ้าพื้นที่ลุ่มน้ำยิ่งมากขึ้นจำนวนน้ำท่าที่ไหลมาถึงจุดที่ตรวจวัดจะใช้เวลานานมากขึ้นด้วย ผลที่ปรากฏก็คือ กราฟอุทกของปริมาณน้ำนองมีฐานกว้างขึ้น แต่ยอดปริมาณน้ำสูงมีค่าน้อยลง สาเหตุสำคัญอีกอันหนึ่งที่ทำให้ยอดปริมาณน้ำสูงมีค่าน้อยลงก็คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มสูงสุดของฝนเป็นอัตราผกผันกับขนาดของพื้นที่ที่ฝนตก ในข้อสมมติดังกล่าวข้างต้น ถือว่าฝนตกสม่ำเสมอทุกกรณี อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความสูงสุดของฝน ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นนั้นจะมีค่าน้อยลงเมื่อพื้นที่ลุ่มน้ำมากขึ้น ดังนั้น ปริมาณน้ำสูงสุดจึงมีค่าน้อยลง ได้กล่าวมาแล้วว่า ปริมาณน้ำนองต่อหน่วยพื้นที่ ที่คาดว่าจะเกิดมีค่าเป็นอัตราผกผันกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ถ้าหากว่าลักษณะอื่นๆมีค่าเท่ากัน อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่า ขนาดของพื้นที่ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้เกิดพฤติการณ์ดังกล่าวนั้น ตามความเป็นจริงแล้ว ความแตกต่างของปัจจัยอื่นๆต่างหากเป็นเหตุให้ยอดปริมาณน้ำสูงสุดมีค่าแตกต่างกันมาก

2.3 สภาพภูมิประเทศในลุ่มน้ำ ลักษณะระดับความสูง ความลาดชัน ทิศทางฯลฯ ของลุ่มน้ำมีอิทธิพลบางส่วนต่อลำน้ำและลักษณะทางอุทกวิทยา ลักษณะของลุ่มน้ำ คือ ปัจจัยของรูปร่าง (Form factor) ซึ่งเป็นอัตราส่วนความยาวของลำน้ำสายใหญ่กับความกว้างเฉลี่ยของลุ่มน้ำ ในกรณีที่ลุ่มน้ำมีขนาดเท่ากัน ถ้าปัจจัยของรูปร่างมีค่าน้อยลง ปริมาณฝนหนักและตกสม่ำเสมอตลอดลุ่มน้ำมีค่าลดลง อันจะทำให้เกิดน้ำท่วมได้ยาก ความชุ่มชื้นในดินและความลาดชันของลุ่มน้ำเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่กำหนดระยะเวลาที่มีน้ำท่าไหล และกำหนดระยะเวลาที่น้ำท่าไหลจากจุดไกลสุดตามลำน้ำไปจนถึงจุดที่ต้องการ (Concentrating time) เมื่อมีฝนตกและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับยอดปริมาณน้ำท่วม

2.4 ชนิดของดินเนื่องจากขนาดของเม็ดดินตลอดจนสภาพการเกาะตัวกัน ลักษณะและการทับถมกันของดินร่วมกันเป็นปัจจัยที่ทำให้การไหลซึมของน้ำลงไปใต้ดินแตกต่างกัน

5. แนวความคิดเกี่ยวกับกราฟอุทกการไหลของลำน้ำ (Streamflow Hydrograph)

1. แผนภูมิที่แสดงให้เห็นการผันแปรของปริมาณน้ำหรือระดับน้ำตามเวลาที่ผ่านไป เรียกว่า กราฟอุทก (Hydrograph) กราฟของลุ่มน้ำใดลุ่มน้ำหนึ่งจะรวมและแสดงสภาพต่างๆ ของลุ่มน้ำนั้นเข้าไว้ด้วยกัน ฉะนั้น ถ้าลักษณะประจำของพื้นที่ลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของ Hydrograph ก็จำเป็นต้องเปลี่ยนไปด้วย

ที่มาของแม่น้ำก็คือ น้ำฝน หรือ หิมะที่ละลายซึ่งโดยปกติแล้วจะปรากฏเป็นน้ำในแม่น้ำได้ 3 ทางคือ

1.1 น้ำที่ตกลงในลำน้ำ คือ ฝนที่ตกโดยตรงลงบนผิวน้ำในตัวลำน้ำสายใหญ่และแควสาขา โดยทั่วไปแล้วน้ำจำนวนนี้จะรวมอยู่กับน้ำท่าที่ไหลบนผิวดิน และจะไม่แยกเป็นองค์ประกอบของ กราฟอุทก ยกเว้นในลุ่มน้ำมีพื้นที่เป็นทะเลสาบมากและปริมาณฝนตกในลำน้ำเป็นส่วนน้อย

1.2 น้ำท่าที่ไหลบนผิวดิน (Surface runoff) เมื่อมีฝนตกไหลลงบนพื้นดิน และมีน้ำไหลลงทางน้ำเลยทีเดียวโดยไม่ได้ไหลลงไปถึงระดับน้ำใต้ดิน น้ำจำนวนนี้จะสอดคล้องกับน้ำที่เหลือจาก การหักน้ำที่ไหลซึมลงใต้ดิน น้ำที่ถูกกีดกั้นไว้และน้ำที่ขังอยู่บนผิวดิน ออกจากน้ำฝนที่ตกลงมา น้ำจำนวนนี้เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการเกิดน้ำนองสูงสุดหรือน้ำท่วมสูงสุด (Flood peaks)

1.3 ปริมาณน้ำใต้ดิน (Groundwater flow) คือ น้ำที่ไหลซึมลงไปในดินจนกระทั่งถึงผิวหน้าของน้ำใต้ดิน และในที่สุดไหลผ่านดินออกไปลงลำน้ำในเวลานานหลายวันหรือหลายสัปดาห์ เนื่องจากน้ำใต้ดินเป็นพื้นฐานหรือส่วนล่างสุดของ Hydrograph จึงถูกเรียกว่า "อัตราน้ำไหลพื้นฐานในลำน้ำ" (Basic-flow discharge) และมีค่าเปลี่ยนแปลงมากในหน้าแล้งและหน้าน้ำ

6. สรุป

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการศึกระบบระบายน้ำภายในลุ่มน้ำเพื่อประโยชน์ในการจัดการและอธิบายปรากฏการณ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่เกิดขึ้นภายในระบบลุ่มน้ำซึ่งเป็นผลการให้เกิดน้ำท่าในลุ่มน้ำ และมีผลต่อความรุนแรงของอุทกภัยในลุ่มน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย