

## บทที่ 2

### ลักษณะของโครงการชลประทาน

#### 2.1 ความสำคัญของแหล่งน้ำและการชลประทาน

การชลประทานคือ ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการนำน้ำจากแหล่งน้ำไปใช้ในการเพาะปลูกพืช ดังนั้นการชลประทานจึงเกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร การก่อสร้างระบบส่งน้ำชลประทานซึ่งอาจเป็นระบบคลองหรือท่อส่งน้ำ การให้น้ำแก่พืช และการระบายน้ำออกจากแปลงเพาะปลูก ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น โดยแต่ละปีมีฝนตกเฉลี่ยกว่า 1,000 มม. แต่น้ำฝนที่ตกลงมาเป็นสิ่งที่ควบคุมไม่ได้ ช่วงต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม และช่วงปลายฤดูฝนเดือนกันยายน-ตุลาคม มักมีฝนตกมากเกินไปจนเกิดความเสียหาย และก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม แต่ช่วงฤดูแล้งเดือนธันวาคม-เมษายน ฝนจะตกน้อยมาก ไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก จึงจำเป็นต้องมีแหล่งน้ำเพื่อการชลประทาน ซึ่งอาจเป็นอ่างเก็บน้ำ บ่อหรือสระน้ำ แม่น้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี หรืออาจเป็นน้ำใต้ดินก็ได้ แหล่งน้ำจะทำให้มีน้ำชลประทานเสริมในกรณีที่น้ำฝนไม่เพียงพอ หรือช่วยให้สามารถปลูกพืชฤดูแล้งได้

##### 2.1.1 การส่งน้ำสำหรับฤดูฝน

หลักการส่งน้ำสำหรับฤดูฝนจะต้องคำนึงถึงการใช้น้ำฝนให้เกิดประโยชน์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เมื่อน้ำฝนไม่พอจึงใช้น้ำชลประทานเสริม เนื่องจากน้ำชลประทานมีต้นทุนและค่าใช้จ่าย การส่งน้ำชลประทานในช่วงฤดูฝน จึงจำเป็นต้องรู้สถิติการตกของฝนว่าฝนเริ่มตกเมื่อไร เดือนไหนฝนตกมาก เดือนไหนฝนตกน้อย ฝนทิ้งช่วงเวลาไหน แล้ววางแผนการปลูกพืชและการส่งน้ำชลประทานในลักษณะที่จะทำให้มีการใช้น้ำฝนให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และใช้น้ำชลประทานให้น้อยที่สุด ช่วงฤดูฝนโดยทั่วไปจะยอมให้เกษตรกรเพาะปลูกได้เต็มพื้นที่ แต่ควรมีการวางแผนการปลูกพืชให้ช่วงที่พืชต้องการน้ำมากตรงกับช่วงที่ฝนตกมาก เพื่อประหยัดน้ำชลประทาน แล้ววิเคราะห์ว่าช่วงเดือนไหนขาดน้ำต้องให้น้ำชลประทานเสริมตามที่กล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตามฝนที่ตกลงในแปลงเพาะปลูกนั้นมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่พืชดูดเอาไปใช้ประโยชน์ได้ ฝนที่มีประโยชน์ต่อพืช เรียกว่าฝนใช้การหรือ Effective Rainfall ฝนที่ตกลงมาจะเป็นฝนใช้

การมากขึ้นเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะแปลง ความสามารถอุ้มน้ำของดินในเขตราก และการให้น้ำชลประทาน ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับฝนใช้การจะได้กล่าวถึงในบทถัดไป

### 2.1.2 การส่งน้ำสำหรับฤดูแล้ง

การเพาะปลูกในฤดูแล้ง จะใช้น้ำชลประทานเป็นหลัก จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการปลูกพืชฤดูแล้ง โดยดูจากน้ำต้นทุนในแหล่งน้ำที่มีอยู่ ถ้ามีน้ำมากจะสามารถใช้เพาะปลูกในพื้นที่มาก แต่ถ้ามีน้ำต้นทุนน้อยจะต้องจำกัดพื้นที่เพาะปลูกตามปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ และโดยปกติจะต้องื่อน้ำส่วนหนึ่งสำหรับการเตรียมแปลงช่วงต้นฤดูฝนโดยทั่วไปฤดูแล้งจะมีน้ำไม่พอสำหรับการเพาะปลูกเต็มพื้นที่ ดังนั้นก่อนเริ่มการเพาะปลูกในฤดูแล้งประมาณ 1 เดือนเจ้าหน้าที่ต้องประเมินว่ามีน้ำต้นทุนเท่าใด จะยอมให้เกษตรกรเพาะปลูกได้คนละกี่ไร่ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการขาดน้ำตอนช่วงกลางหรือปลายฤดู ถ้าไม่พอจะจำกัดพื้นที่เพาะปลูก ต้องมีการประชุมชี้แจงให้เกษตรกรทราบสถานการณ์น้ำ และเหตุผลความจำเป็นในการจำกัดพื้นที่เพาะปลูก และการกำหนดว่าเกษตรกรจะปลูกพืชได้คนละกี่ไร่

ในฤดูแล้งที่มีน้ำจำกัด จำเป็นต้องมีการปรับระบบการส่งน้ำเป็นแบบรอบเวร เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมการส่งน้ำให้เกษตรกรในแต่ละคลองหรือแต่ละช่วงคลอง และช่วยลดปัญหาการขโมยน้ำ

## 2.2 การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ

### 2.2.1 แนวคิดและหลักการทั่วไป

ระบบบริหารจัดการน้ำ คือ ส่วนที่จะขับเคลื่อนให้ระบบชลประทานสามารถทำหน้าที่ส่งน้ำ และให้น้ำแก่พืชได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ (1) กฎ ระเบียบ หลักเกณฑ์ และวิธีการในการบริหารจัดการน้ำ หรือส่วนที่เรียกว่า ซอฟต์แวร์ (Softwares) และ (2) บุคลากรที่ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการน้ำ และรูปแบบการจัดองค์กรการบริหารจัดการน้ำ หรือที่เรียกว่า ฮิวแมนแวร์ (Humanwares) การบริหารจัดการน้ำจะบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ก็ต่อเมื่อมีระบบการบริหารจัดการที่เหมาะสม นั่นคือมีกฎ ระเบียบ หลักเกณฑ์ และวิธีการที่เหมาะสม มีบุคลากรตลอดจนรูปแบบการจัดองค์กรที่เหมาะสม

การบริหารจัดการน้ำอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ (วราวุธ. 2538) คือ

- (1) การบริหารจัดการน้ำระดับลุ่มน้ำ
- (2) การบริหารจัดการน้ำระดับโครงการ
- (3) การบริหารจัดการน้ำระดับไร่นา

การบริหารจัดการน้ำระดับลุ่มน้ำ มีความหมายครอบคลุมถึงการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ร่วมกับทรัพยากรอื่นๆ ในลุ่มน้ำ ในลักษณะของการบูรณาการ เพื่อให้การใช้น้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน สำนักงานคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ได้ให้นิยามคำว่า การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำ (River Basin Water Resources Management) ไว้ดังนี้

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำ หมายถึงการที่จะดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกันเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำ เพื่อให้มีการจัดหาน้ำ (พัฒนาแหล่งน้ำ) ตลอดจนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำในทุกพื้นที่ของแต่ละลุ่มน้ำ โดยมีเป้าหมายเพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิตของทุกๆ สิ่งในสังคม ทั้งคน สัตว์ และพืช ฯลฯ อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และให้มีการใช้น้ำอย่างยั่งยืน การจัดการทรัพยากรน้ำในแต่ละลุ่มน้ำ จึงประกอบด้วย กิจกรรมต่างๆ ที่สำคัญดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. 2540)

- การพัฒนาแหล่งน้ำ (จัดหาน้ำ) เพื่อประโยชน์ด้านต่างๆ
- การจัดสรรและใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
- การอนุรักษ์แหล่งน้ำ
- การแก้ปัญหาน้ำท่วม
- การแก้ปัญหาด้านคุณภาพน้ำ

ในปัจจุบันแนวคิดของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ จะมีลักษณะเป็นการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน หรือแบบบูรณาการ ซึ่ง Global Water Partnership (GWP) (1996) ได้นิยามว่า

การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานหรือบูรณาการ (Integrated Water Resources Management, IWRM) คือ กระบวนการในการส่งเสริมการประสานการพัฒนาและจัดการน้ำ ดิน และทรัพยากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาซึ่งประโยชน์สูงสุดทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของสังคมอย่างทัดเทียมกัน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนของระบบนิเวศที่สำคัญ

แนวคิดของการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานสามารถ แสดงในรูปของหัวใจที่เรียกว่า **“GWP Comb”** ดังภาพที่ 2.1 ซึ่งแสดงถึงการผสมผสานภาคการใช้น้ำต่างๆ และ 3 องค์ประกอบที่สำคัญต่อการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน



ภาพที่ 2.1 แนวคิดในการจัดการน้ำแบบผสมผสานของ GWP (GWP Comb)

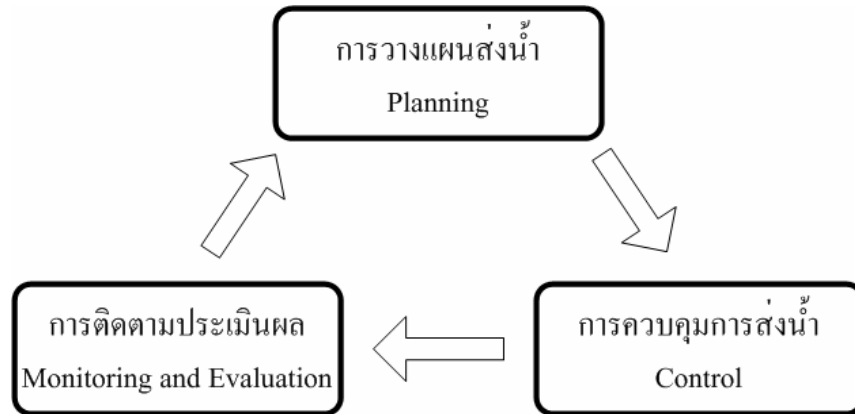
ส่วนการบริหารจัดการน้ำระดับโครงการ และการบริหารจัดการน้ำระดับไร่นา จะเน้นที่การจัดการน้ำชลประทานเป็นหลัก ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

### 2.2.2 หลักการจัดการน้ำชลประทาน

วัตถุประสงค์หลักของการจัดการน้ำชลประทาน คือ การส่งน้ำในปริมาณที่เหมาะสม ส่งน้ำให้กับพื้นที่หรือบุคคลที่เหมาะสม และส่งในช่วงเวลาที่เหมาะสม ดังคำภาษาอังกฤษที่ว่า “To Deliver the right amount of water to the right person at the right time” การที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องมีการดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้ (วรารุช. 2539)

- (1) การวางแผนการส่งน้ำหรือวางแผนการจัดสรรน้ำ
- (2) การควบคุมการส่งน้ำ
- (3) การติดตามประเมินผลการส่งน้ำจริงในสนาม

งานทั้ง 3 เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องกันซึ่งสามารถนำมาเขียนอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 วงจรการจัดการน้ำของโครงการชลประทาน

หัวใจสำคัญของการวางแผนการจัดการน้ำคือ ข้อมูล ถ้าข้อมูลถูกต้องเชื่อถือได้ แผนการจัดการน้ำก็จะถูกต้องตรงตามความต้องการของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม ในการวางแผนจัดการน้ำมีตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ฝน การเพาะปลูกพืชจริงของเกษตรกร ฯลฯ ทางโครงการจึงควรมีแผนเพื่อเลือกเตรียมไว้รับสภาวะการขาดแคลนน้ำที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง

หลังจากการที่มีแผนการจัดการน้ำที่ดีแล้ว ลำดับถัดไปก็คือการควบคุมการส่งน้ำให้ถึงมือเกษตรกรตามแผนที่วางไว้ ซึ่งหัวใจสำคัญของการควบคุมการส่งน้ำคือคน (ทั้งเจ้าหน้าที่สนามและเกษตรกร) และความสมบูรณ์ของระบบควบคุมน้ำชลประทานคือ ประตู และอาคารอัดน้ำ ซึ่งจะต้องมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้รู้จักการควบคุมการส่งน้ำ ฝึกอบรมเกษตรกรให้รู้จักการทำงาน of ระบบและการให้น้ำชลประทานอย่างประหยัดและถูกวิธี ต้องมีการสอบเทียบ (Calibrate) อาคารควบคุมน้ำที่สำคัญพร้อมติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้วัดน้ำและช่วยในการควบคุมน้ำ

การติดตามผลการส่งน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าการส่งน้ำจริงเป็นไปตามแผนหรือเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามเป้าหมาย อะไรคือสาเหตุที่ทำให้การส่งน้ำจริงไม่เป็นไปตามแผน เพื่อจะได้ดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องในการส่งน้ำครั้งต่อไป ตลอดจนเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำของส่วนต่างๆ ของโครงการ เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และของตัวเกษตรกรเองด้วย

### 2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการจัดการน้ำ

การบริหารจัดการน้ำชลประทานจะประสบความสำเร็จหรือไม่ สามารถวัดได้โดยใช้ตัวชี้วัดที่สำคัญ 3 ตัวคือ

- (1) ประสิทธิภาพการชลประทาน (Efficiency)
- (2) ความน่าเชื่อถือได้ของระบบ (Reliability)
- (3) ความทั่วถึงและยุติธรรมในการใช้น้ำ (Equity)

ประสิทธิภาพ คือดัชนีที่แสดงให้เห็นว่าน้ำที่ส่งเข้าระบบชลประทาน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้มากน้อยเพียงใด

ความน่าเชื่อถือได้ คือดัชนีที่แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้น้ำมั่นใจว่าจะได้รับน้ำในปริมาณและเวลาที่ต้องการ ไม่ว่าสถานการณ์น้ำของระบบจะเป็นเช่นใด

ความทั่วถึงและยุติธรรม คือดัชนีที่แสดงให้เห็นว่าน้ำที่ส่งเข้าระบบชลประทาน ถูกแบ่งให้ผู้ใช้น้ำอย่างทั่วถึงและยุติธรรมมากน้อยเพียงใด

ระบบชลประทานที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมีความน่าเชื่อถือได้สูง และสามารถส่งน้ำได้อย่างทั่วถึงและยุติธรรมเป็นระบบที่ทุกคนปรารถนา ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการจัดการน้ำชลประทานของโครงการ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

- ฮาร์ดแวร์ (Hardwares)
- ซอฟต์แวร์ (Softwares)
- ฮิวแมนแวร์ (Humanwares)

ฮาร์ดแวร์ของระบบชลประทานได้แก่ ระบบคลองส่งน้ำ อาคารควบคุมน้ำต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการส่งน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก ถ้าได้รับการออกแบบและก่อสร้างอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ และได้รับการบำรุงรักษาและซ่อมแซมอยู่เสมอ พร้อมจะทำหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายได้

ซอฟต์แวร์ ได้แก่ กฎระเบียบ ระเบียบปฏิบัติ วิธีการบริหารงาน คู่มือต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่กำกับการทำงานของฮาร์ดแวร์ ถึงแม้ว่าฮาร์ดแวร์จะพร้อมใช้งาน ถ้าซอฟต์แวร์ไม่เหมาะสมระบบชลประทานก็อาจยังไม่ทำหน้าที่ตามที่ต้องการ

สุดท้ายคือ ฮิวแมนแวร์ ซึ่งก็คือ คนที่เกี่ยวข้องกับระบบชลประทาน มี 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ เจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่ในการบริหาร ควบคุมการทำงาน และดูแลบำรุงรักษาของระบบชลประทานหลัก (Main System) กลุ่มที่สองคือ เกษตรกรซึ่งทำหน้าที่และบำรุงระบบชลประทานในไร่นา และเป็นผู้ใช้น้ำ

ฮิวแมนแวร์ ถือเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างสูงต่อความสำเร็จในการจัดการน้ำชลประทาน คุณสมบัติที่สำคัญของฮิวแมนแวร์ทั้งผู้บริหารและผู้ใช้น้ำคือ

- ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้และความเข้าใจในการจัดการน้ำชลประทาน
- มีความตั้งใจที่จะทำงาน
- มีความเข้าใจในปัญหาต่างๆ เพราะปัญหาของการจัดการน้ำชลประทานเป็นปัญหาเฉพาะพื้นที่ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยปัญหาของแต่ละระบบชลประทาน โดยเฉพาะ

สิ่งสำคัญคือ กลุ่มคนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำชลประทานต้องมีความเข้าใจ และยอมรับความจริงที่ว่า “น้ำคือทรัพยากรที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ จึงต้องใช้อย่างประหยัด ไม่ว่าจะมีการเสียค่าน้ำหรือไม่” และความสำคัญในการบริหารจัดการน้ำชลประทานจะส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคม

#### 2.2.4 เครื่องมือสำหรับการบริหารจัดการน้ำชลประทาน

เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำชลประทานประสบผลสำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ คือ การส่งน้ำในปริมาณที่เหมาะสม ส่งน้ำให้กับพื้นที่หรือบุคคลที่เหมาะสม และส่งในช่วงเวลาที่เหมาะสม ตามที่กล่าวมาแล้ว จำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยในการบริหารจัดการน้ำชลประทาน ซึ่งพอจะกล่าวถึงในเบื้องต้นได้ดังนี้

(1) เครื่องมือช่วยในการวางแผนการส่งน้ำ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดสรรน้ำและติดตามผลการส่งน้ำ หรือ WASAM (Water Allocation Scheduling and Monitoring) (วรารุชและวัชระ. 2538; วรารุชและลำจวน. 2539; ภราดาและวรารุช. 2542) และโปรแกรม NAGA (Molle and Pongput. 1997) โปรแกรม WASAM จะช่วยคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้ประตูระบายต่างๆในโครงการ เป็นรายสัปดาห์ จากข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกพืช ปริมาณฝนที่ตก ปริมาณน้ำในแปลงนา และ ข้อมูลระบบคลอง เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับพนักงานส่งน้ำในการควบคุมการปิด-เปิดประตูระบายน้ำ นอกจากนี้โปรแกรม WASAM ยังสามารถใช้ในการติดตามผลการส่งน้ำว่ามีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามเป้าหมายมากน้อยเท่าใด ส่วนโปรแกรม NAGA เป็นโปรแกรม

ที่ใช้แสดงผลการส่งน้ำว่าแต่ละคลองได้รับน้ำเพียงพอหรือไม่ โดยแสดงในรูปของ GIS เพื่อให้ผู้บริหารโครงการใช้เป็นแนวทางการตัดสินใจ ในการปรับแผนการส่งน้ำต่อไป

(2) เครื่องมือช่วยในการควบคุมการส่งน้ำและติดตามผลการส่งน้ำ ได้แก่ ระบบโทรมาตร (Telemetry System) ระบบตรวจวัดและควบคุมระยะไกล หรือ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System) หรือระบบคลองอัตโนมัติ (Canal Automation) (วารุช และวิษญู. 2548; วิษญูและวารุช. 2546) ซึ่งทั้ง 3 ระบบใช้ตรวจวัดน้ำและเก็บบันทึกข้อมูลระยะไกลอัตโนมัติ แทนการใช้คนออกไปตรวจวัดน้ำ ทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ ระบบ SCADA และระบบคลองอัตโนมัติ จะมีระบบประมวลผลข้อมูล ระบบช่วยในการตัดสินใจ และระบบควบคุมประตูระบายน้ำระยะไกลแบบอัตโนมัติ หรือแบบควบคุมตามคำสั่งของผู้ควบคุม ทำให้การควบคุมการส่งน้ำทำได้ง่าย สะดวก และ รวดเร็ว ทันต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบคลองส่งน้ำ ปัจจุบันเริ่มมีการนำเอาระบบดังกล่าวมาช่วยในการบริหารจัดการน้ำชลประทานในประเทศไทย

## 2.3 ประเภทโครงการชลประทาน

โครงการชลประทานที่สร้างกันโดยทั่วไปนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับว่าใช้อะไรเป็นหลักในการพิจารณา (ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. 2546) โดยทั่วไปสามารถแบ่งประเภทโครงการชลประทานออกได้เป็น โครงการอ่างเก็บน้ำ โครงการประเภทเขื่อนและฝาย โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า หรืออาจแบ่งออกเป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก เป็นต้น

### 2.3.1 ส่วนประกอบของโครงการชลประทาน

โครงการชลประทานโดยทั่วไปมีส่วนประกอบสำคัญ 5 ประการ คือ

- (1) พื้นที่ดินและพืช
- (2) ต้นน้ำหรือแหล่งน้ำของโครงการ
- (3) หัวงานของโครงการ
- (4) ระบบคลองส่งน้ำ
- (5) ระบบระบายน้ำ



### (1) พื้นที่ดินและพืช

โครงการชลประทานทุกแห่งย่อมมีขอบเขตที่ดิน ซึ่งรับน้ำชลประทานไปใช้ปลูกพืชกำหนดไว้อย่างแน่ชัด ถ้าเป็นโครงการเล็กก็มีพื้นที่น้อย แต่ถ้าเป็นโครงการใหญ่จะมีขอบเขตของโครงการกว้างขวางครอบคลุมพื้นที่หลายแสนไร่หรือหลายล้านไร่

พื้นที่ของโครงการชลประทานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

○ พื้นที่ทั้งหมด (total area) คือพื้นที่ดินทั้งหมดภายในเขตโครงการนั้น หรือเป็นพื้นที่เต็ม 100%

○ พื้นที่ชลประทาน (irrigable area) คือพื้นที่ดินซึ่งใช้ปลูกพืชภายในเขตโครงการ ซึ่งจะส่งน้ำชลประทานไปถึงได้ เพราะฉะนั้นพื้นที่ชลประทานจึงเท่ากับพื้นที่ทั้งหมดหักออกด้วยพื้นที่ซึ่งไม่ต้องการส่งน้ำชลประทานให้ ได้แก่ ที่ลุ่ม หนอง บึง ลำน้ำ ลำคลอง ที่อยู่อาศัยของประชาชน ฯลฯ และพื้นที่ซึ่งส่งน้ำชลประทานให้ไม่ได้ เช่น ที่สูง เนินดิน ภูเขา ฯลฯ เหล่านี้เป็นต้น ในทางปฏิบัติพื้นที่ชลประทานคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดเช่น 70% ถึง 90% ซึ่งแล้วแต่สภาพของพื้นที่ดินและประชาชนภายในเขตโครงการ ลักษณะของพื้นที่ดิน สภาพของการปลูกพืช สภาพทางอุทกวิทยาและอุทกนิยมนวิทยา พื้นที่ชลประทานเป็นพื้นที่ซึ่งจะนำมาคิดปริมาณน้ำที่ต้องส่งไปใช้ทำการชลประทาน สำหรับพืชที่ปลูกภายในเขตโครงการชลประทานแห่งนี้อาจเป็นพืชชนิดเดียวกันโดยตลอดหรือเป็นพืชต่างชนิดก็ได้

### (2) ต้นน้ำหรือแหล่งน้ำของโครงการ

ต้นน้ำของโครงการชลประทานคือ แม่น้ำ ลำธาร หรือลำน้ำต่างๆ ซึ่งจะรับเอาน้ำมาใช้ทำการชลประทาน แม่น้ำบางสายอาจมีปริมาณน้ำเพียงพอตลอดเวลาทำการชลประทาน แต่บางสายอาจมีปริมาณน้ำไม่พอ จึงต้องสร้างแหล่งเก็บน้ำเพื่อช่วยเหลือการชลประทานด้วยการสร้างเขื่อนแก่งกระจานเก็บกักน้ำไว้ช่วยเหลือโครงการชลประทานเพชรบุรี เป็นต้น

### (3) หัวงานโครงการ

หัวงานของโครงการชลประทานแปลมาจากคำภาษาอังกฤษคือ “Headworks” ซึ่งหมายถึงบรรดาสสิ่งก่อสร้างทั้งหมดซึ่งสร้างไว้ที่ต้นน้ำคือแม่น้ำ เพื่ออัดกั้นน้ำในแม่น้ำให้มีระดับสูงกว่าระดับน้ำปกติตามธรรมชาติ น้ำก็จะไหลเข้าสู่คลองส่งน้ำที่ขุดขึ้นได้สะดวกและขึ้นถึงระดับพื้นดินข้างคลองส่งน้ำได้เร็วโดยไม่ต้องขุดคลองส่งน้ำลึกและยาวเกินไป คำว่าหัวงานนี้ยังมี

ความหมายรวมถึงบรรดาสสิ่งก่อสร้างทั้งหมดซึ่งสร้างไว้ที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่เพื่อควบคุมการส่งน้ำเข้าคลองด้วย

ตามปกติ หัวงานของโครงการชลประทานทุกแห่งประกอบด้วยอาคาร 3 ชนิดคือ

- อาคารทดและส่งน้ำ (diversion structures) ได้แก่ ฝายหรือเขื่อนระบายน้ำหรือเขื่อนทดน้ำ
- อาคารประกอบ (appurtenant structures) เป็นอาคารที่สร้างประกอบกับฝายหรือเขื่อนระบายน้ำ เพื่อให้หัวงานทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์
  - อาคารประกอบฝาย ได้แก่ ประตูระบายทราย ร่องระบายทราย กำแพงแบ่งร่องน้ำ บันไดปลา ทางซุง สะพาน คันกั้นน้ำ
  - อาคารประกอบเขื่อนระบายน้ำ ได้แก่ บันไดปลา ประตูเรือสัญจร สะพาน ทำนบดินปิดแม่น้ำเดิม คันกั้นน้ำ
- อาคารที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ ได้แก่ ประตูระบายปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ ประตูเรือสัญจร ที่ดักทราย

หัวงานของโครงการชลประทานหลายแห่งในประเทศไทย มีอาคารทดน้ำเป็นฝายหรือเขื่อนระบายน้ำ สำหรับอาคารประกอบและอาคารที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่นั้น แต่ละหัวงานอาจไม่เหมือนกัน และไม่จำเป็นต้องมีครบทุกอย่างตามที่กล่าวไว้ข้างต้น

#### (4) ระบบคลองส่งน้ำ

คือส่วนที่ทำหน้าที่ส่งน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งอาจออกแบบให้ส่งน้ำแบบตลอดเวลาหรือแบบรอบเวรก็ได้ ซึ่งจะได้อ้างถึงในรายละเอียดในหัวข้อ 2.5.1

#### (5) ระบบระบายน้ำ

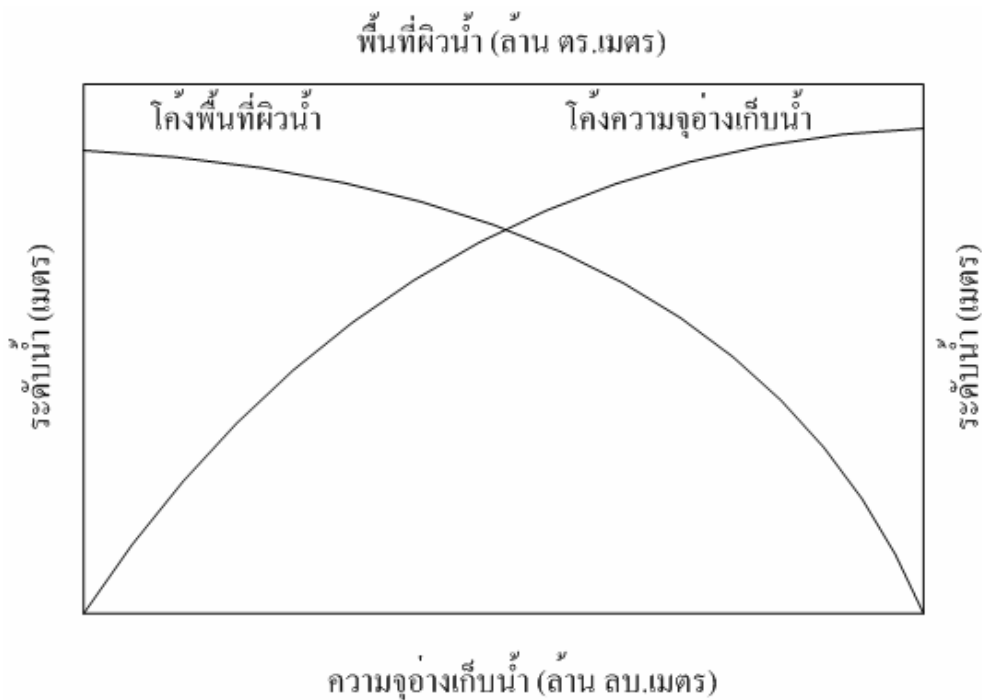
คือส่วนที่ทำหน้าที่ระบายน้ำส่วนเกิน อันเนื่องจากฝนตกหนัก หรือส่งน้ำเข้าแปลงเกินความต้องการ ปกติจะใช้ระบบระบายน้ำผิวดิน เช่น คลองและคูระบายน้ำ เป็นต้น

### 2.3.2 โครงการอ่างเก็บน้ำ

โครงการประเภทนี้มีอ่างเก็บน้ำซึ่งทำหน้าที่เก็บกักน้ำส่วนเกินไว้ในอ่าง ทำให้ทราบเบื้องต้นว่ามีน้ำต้นทุนเท่าใด สามารถวางแผนปลูกพืชได้ตามน้ำต้นทุนที่มีอยู่ อย่างไรก็ตาม

ในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกอาจมีน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเพิ่มเติม โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งสามารถประเมินปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าอ่างได้ ดังจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

สิ่งสำคัญสำหรับอ่างเก็บน้ำที่ควรทราบ คือขนาดความจุของอ่างเก็บน้ำ การแบ่งปริมาตรความจุของอ่างเก็บน้ำ และโค้งควบคุมการปล่อยน้ำจากอ่าง (Rule Curve)



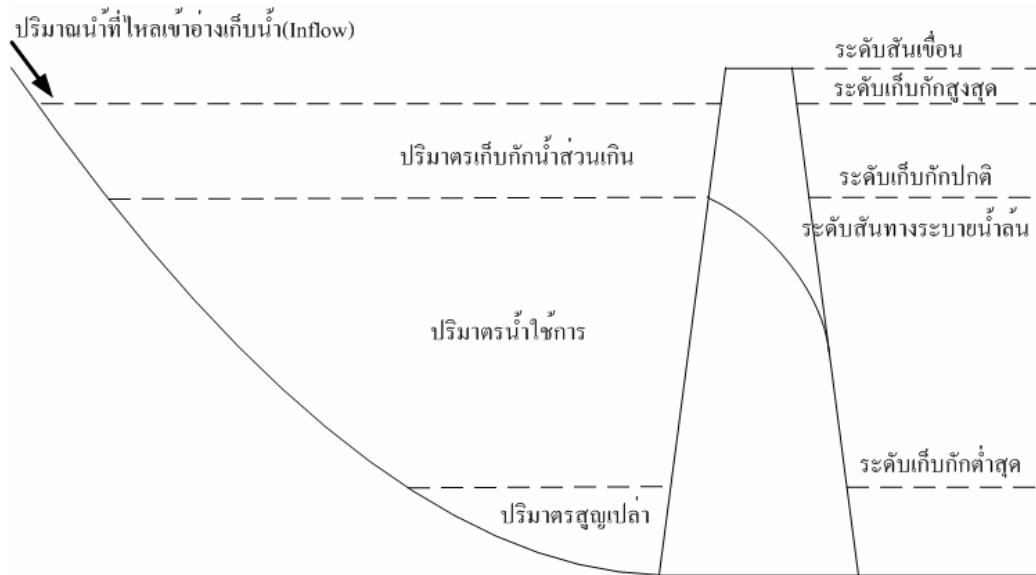
ภาพที่ 2.3 โค้งความจุ-พื้นที่- ระดับ

โค้งนี้จะมีประโยชน์ต่อการคำนวณหาปริมาณการระเหยของน้ำจากอ่างเก็บน้ำ และปริมาณฝนที่ตกลงในอ่างเก็บน้ำ

ปกติแล้วจะแบ่งความจุอ่างเก็บน้ำออกเป็น 3 ระดับ คือ

- (1) ระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum Storage Level)
- (2) ระดับเก็บกักปกติ (Normal Storage Level)
- (3) ระดับเก็บกักสูงสุด (Maximum Storage Level)

ปริมาตรอ่างที่ต่ำกว่าระดับเก็บกักต่ำสุดคือ ปริมาตรสูญเปล่า(Deed Storage) ปริมาตรที่อยู่ระหว่างระดับเก็บกักต่ำสุดและระดับเก็บกักปกติ เรียกว่า ปริมาตรใช้การ (Active Storage) ปริมาตรที่อยู่สูงกว่าระดับเก็บกักปกติ เรียกว่า ปริมาตรเก็บกักน้ำส่วนเกิน (Surcharge)



รูปที่ 2.4 การแบ่งปริมาณความจุอ่างเก็บน้ำ

ปริมาณสูญเปล่า คือปริมาณที่เพื่อไว้สำหรับการตกตะกอนในอ่าง เพื่อไม่ให้เกิดการตกตะกอนในอ่างมีผลกระทบต่อปริมาณใช้การ ส่วนปริมาณเก็บกักน้ำส่วนเกิน คือส่วนที่จะช่วยชะลอการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำในช่วงน้ำหลาก และมีผลทำให้น้ำหลากช้าลง สามารถบรรเทาน้ำท่วมได้ระดับหนึ่ง

ในการจัดการอ่างเก็บน้ำ จำเป็นต้องมีการสร้างโค้งควบคุมการปล่อยน้ำจากอ่าง เพื่อช่วยให้การจัดการน้ำในอ่างเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ หลีกเลี่ยงการขาดแคลนนํ้ารุนแรงและการที่น้ำจะไหลล้นอ่างปริมาณมากๆ โค้งดังกล่าวประกอบด้วย โค้งล่างหรือโค้งบรรเทาการขาดน้ำ (Lower Rule Curve) โค้งบนหรือโค้งบรรเทาน้ำท่วม (Upper Rule Curve) โค้งดังกล่าวจะอยู่ระหว่างระดับเก็บกักต่ำสุดและระดับเก็บกักปกติ โดยทั่วไปวิศวกรที่มีหน้าที่ดูแลอ่างเก็บน้ำจะต้องพยายามควบคุมน้ำในอ่างให้อยู่ระหว่างโค้งบนและโค้งล่าง ถ้าปริมาณน้ำในอ่างอยู่ระหว่างโค้งบนและโค้งล่างจะปล่อยน้ำตามปกติ ตามความต้องการใช้น้ำจากอ่าง แต่ถ้าปริมาณน้ำในอ่างอยู่สูงกว่าโค้งบน จะมีความเสี่ยงที่อ่างจะมีปริมาณไม่พอที่จะเก็บน้ำไหลเข้าอ่างในอนาคต จึงต้องปล่อยน้ำมากกว่าปกติ แต่ถ้าเมื่อใดก็ตามที่ปริมาณน้ำในอ่างต่ำกว่าโค้งล่าง จะมีความเสี่ยงต่อการขาดน้ำรุนแรงในอนาคต จึงต้องลดการปล่อยน้ำต่ำกว่าปกติ ดันฤดูกาลส่งน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นฤดูแล้ง จะต้องมีการประเมินว่ามีต้นทุนในอ่างเท่าใด และจะมีน้ำไหลเข้าอ่างเพิ่มเท่าใด เพื่อจะได้กำหนดพื้นที่เพาะปลูกในฤดูแล้งตามปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่



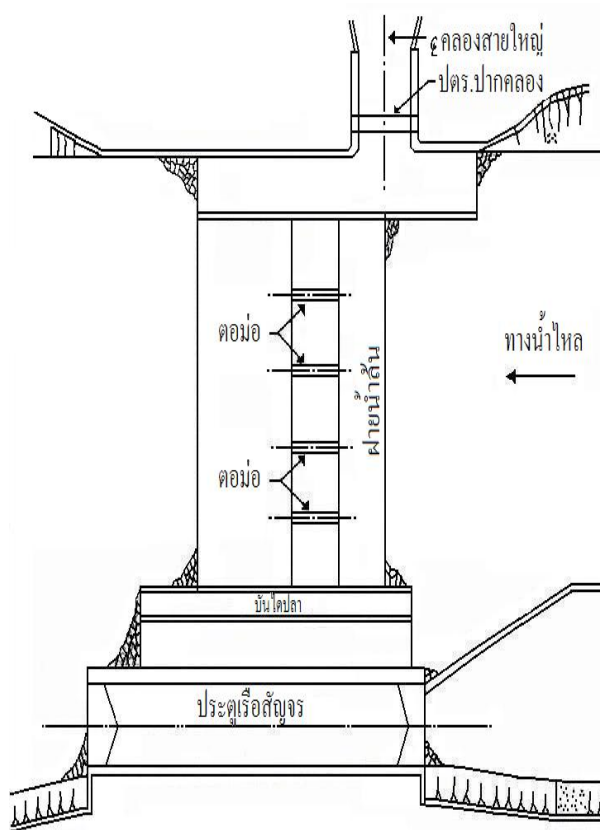
ตัวอย่าง ถ้าประมาณว่าน้ำในอ่างรวมกับน้ำที่คาดว่าจะไหลเข้าอ่างเท่ากับ 5,000,000 ลบ.เมตร โดยพืชที่ปลูกมีความต้องการน้ำ 1,000 ลบ.เมตร/ไร่ ควรกำหนดให้มีการเพาะปลูกพืชได้ไม่เกิน 5,000 ไร่ เป็นต้น

### 2.3.3 โครงการประเภทเขื่อนหรือฝาย

โครงการชลประทานประเภทนี้ ต่างจากโครงการอ่างเก็บน้ำตรงที่ไม่ได้มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่เก็บน้ำไว้ได้ปริมาณมากๆเป็นของตัวเอง ต้องอาศัยน้ำที่ไหลมาตามแม่น้ำ โดยมีเขื่อนหรือฝายเพื่อทำหน้าที่ทดน้ำให้สูงพอที่น้ำจะไหลเข้าสู่คลองส่งน้ำ ซึ่งจะส่งน้ำต่อไปยังพื้นที่เพาะปลูกได้โดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลก จึงสามารถทำการส่งน้ำได้เฉพาะในช่วงฤดูน้ำที่มีน้ำไหลในแม่น้ำเท่านั้น ในช่วงฤดูแล้งอาจไม่มีน้ำพอที่จะทดเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูกได้ รายละเอียดหัวงานของโครงการประเภทเขื่อนและฝายทดน้ำเบื้องต้นได้กล่าวถึงไว้ในหัวข้อ 2.3.1(3) แล้ว

เขื่อนทดน้ำหรือเขื่อนระบายน้ำ คืออาคารที่สร้างขวางทางน้ำในบริเวณที่ราบมีประตูระบาย ซึ่งอาจเป็นบานโค้ง (Radial Gate) หรือบานตรง (Sluice Gate) เพื่อทำหน้าที่ ปิด-เปิด เพื่อควบคุมระดับน้ำหน้าเขื่อนให้สูงพอที่น้ำจะไหลเข้าสู่คลองส่งน้ำได้ ลักษณะหัวงานประเภทเขื่อน แสดงอยู่ในภาพที่ 2.5 ส่วนฝายทดน้ำ คือทำนบเตี้ย ดัน ทึบ ซึ่งสร้างขวางทางน้ำในบริเวณภูเขาหรือที่ราบที่ต่อกับภูเขา เพื่อทดน้ำเข้าสู่คลองส่งน้ำชลประทาน ถ้ากำหนดระดับสันฝายสูงเกินไป จะต้องสร้างคันดินป้องกันน้ำท่วมสองฝั่งแม่น้ำเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลล้นตลิ่งไปท่วมพื้นที่สองฝั่งแม่น้ำ แต่ถ้ากำหนดระดับสันฝายต่ำเกินไป จะไม่สามารถส่งน้ำให้พื้นที่ที่อยู่ไกลๆ

หรือพื้นที่ที่อยู่สูงๆ ได้ ดังนั้นการกำหนดระดับสันฝายจึงต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อให้สามารถส่งน้ำได้ตามที่กำหนดไว้ โดยไม่ต้องสร้างคันดินป้องกันน้ำท่วมที่สูงเกินไป ลักษณะหัวงานประเภทฝายแสดงอยู่ในภาพที่ 2.6



(ก) แพลนหัวงานประเภทเขื่อนระบายน้ำ



(ข) เขื่อนระบายน้ำเจ้าพระยา

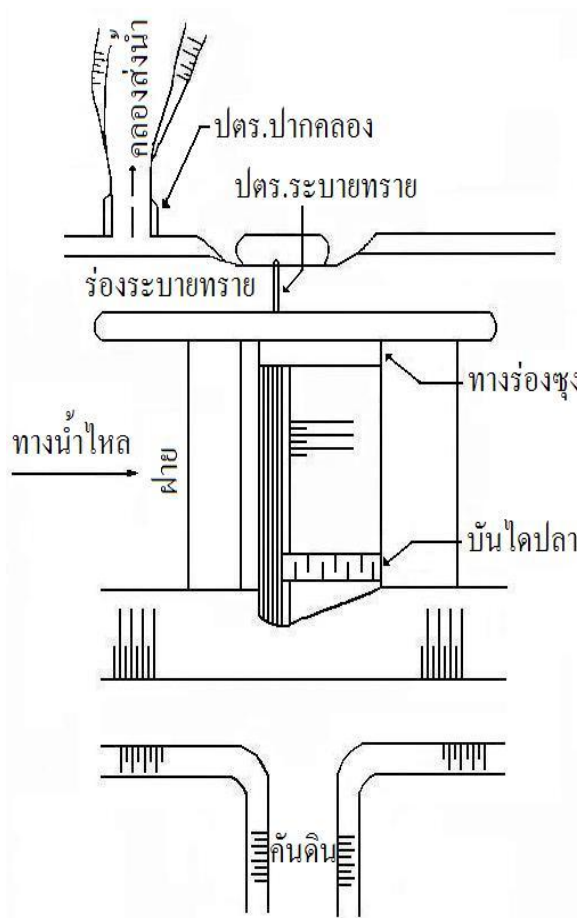


(ค) ประตูระบายเขื่อน

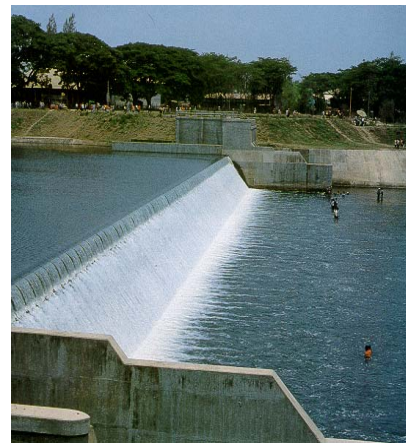
ภาพที่ 2.5 ลักษณะของหัวงานประเภทเขื่อนทดน้ำ

การวางโครงการประเภทเขื่อนหรือฝายจะเริ่มจากการกำหนดพื้นที่ส่งน้ำ ในแผนที่ภูมิประเทศที่มีเส้นชั้นความสูง (Contour Line) แล้วลากแนวคลองที่จะสามารถส่งน้ำได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก พื้นที่ส่งน้ำอาจอยู่ด้านซ้ายหรือด้านขวาของแม่น้ำหรืออยู่ทั้ง 2 ฝั่งก็ได้ จุดที่แนวคลองตัดกับแม่น้ำ คือจุดที่จะสร้างเขื่อนหรือฝาย ปกติจะต้องหลีกเลี่ยงการสร้างเขื่อนหรือฝายในช่วงโค้งของแม่น้ำ ควรเลือกสร้างเขื่อนหรือฝายในช่วงที่แม่น้ำมีแนวตรง หรืออาจขุดช่องลัด แล้วสร้างเขื่อนหรือฝายในช่องลัดดังกล่าว

ถึงแม้ว่าเขื่อนหรือฝายทดน้ำจะไม่สามารถเก็บน้ำไว้ได้ปริมาณมากๆ เหมือนเขื่อนเก็บกักน้ำ แต่ก็สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้จำนวนหนึ่งตามลักษณะของแม่น้ำตรงบริเวณที่สร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำนั้นๆ ปกติปริมาณน้ำที่เก็บกักน้ำเขื่อนหรือฝายทดน้ำจะสามารถนำไปใช้ในการอุปโภคบริโภค หรือการเพาะปลูกเล็กๆ น้อยๆ 2 ฝั่งแม่น้ำได้



(ก) แปลนหัวงานประเภทฝาย



(ข) ฝายน้ำล้น



(ค) ฝายหินรูปจิกปรีชา

ภาพที่ 2.6 ลักษณะของหัวงานประเภทฝายทดน้ำ

### 2.3.4 โครงการประเภทสูบน้ำ

โครงการประเภทนี้ อาศัยเครื่องสูบน้ำทำหน้าที่ยกน้ำจากแม่น้ำเข้าสู่คลองส่งน้ำ เพื่อส่งต่อไปยังพื้นที่เพาะปลูกด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เนื่องจากต้องใช้เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ ปกตินิยมใช้เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้า วิธีการวางโครงการประเภทสูบน้ำ จะเริ่มจากการกำหนดพื้นที่ส่งน้ำ แล้วลากแนวคลองส่งน้ำที่สามารถส่งน้ำได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกในทำนองเดียวกับโครงการประเภทเขื่อนหรือฝาย แต่แทนที่จะสร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำ จะทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เพื่อทำหน้าที่ยกน้ำเข้าคลองส่งน้ำแทนเขื่อนหรือฝาย ข้อดีของโครงการประเภทสูบน้ำคือ ไม่ต้องสร้างสิ่งก่อสร้างขวางทางน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ แต่ข้อเสียที่สำคัญคือ ต้องเสียค่ากระแสไฟฟ้าในการสูบน้ำ ทำให้การใช้น้ำเพื่อการเกษตรมีต้นทุนสูงขึ้น ซึ่งปกติเกษตรกรผู้ใช้น้ำต้องเป็นผู้จ่ายค่าน้ำกระแสไฟฟ้าในการสูบน้ำ

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำทำได้ 2 ลักษณะคือ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำบนตลิ่ง หรือติดตั้งเครื่องสูบน้ำบนแพ ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ลักษณะการติดตั้งเครื่องสูบน้ำบนแพ



ขนาดเครื่องสูบน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการสูบ และระยะที่ต้องการยกน้ำจากแม่น้ำ ดังสมการ (วารวุธ. 2545)

$$HP = \frac{\gamma_w \cdot Q \cdot H}{746.9 E_p}$$

เมื่อ HP = กำลังของเครื่องยนต์ของเครื่องสูบน้ำ เป็นกำลังม้า

$\gamma_w$  = น้ำหนักจำเพาะของน้ำเท่ากับ 9800 นิวตัน/ลบ.เมตร

Q = ปริมาณน้ำที่ต้องการสูบ เป็น ลบ.เมตร/วินาที

H = ระยะความสูงทั้งหมดที่สูบน้ำ (Total Head) เป็นเมตร

$E_p$  = ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

### 2.3.5 โครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดใหญ่

โครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยทั่วไปหมายถึงโครงการที่มีแหล่งน้ำเป็นของตัวเอง มีระบบส่งน้ำซึ่งสามารถส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกได้หลายหมื่นถึงหลายแสนไร่ มีระบบการบริหารจัดการน้ำของโครงการ เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถส่งน้ำถึงมือเกษตรกรอย่างมีประสิทธิภาพ ท่วถึง และเป็นธรรม โครงการชลประทานลักษณะนี้กรมชลประทานเรียกว่า “โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา” มีนายช่างหัวหน้าโครงการเป็นผู้บริหารสูงสุด ในการบริหารงานของโครงการจะแบ่งพื้นที่ส่งน้ำออกเป็นส่วนย่อย เรียกว่างานส่งน้ำและบำรุงรักษา แต่ละงานส่งน้ำและบำรุงรักษามีหัวหน้างานส่งน้ำและบำรุงรักษาเป็นผู้บังคับบัญชา และในแต่ละงานส่งน้ำจะแบ่งออกเป็นโซน แต่ละโซนมีพนักงานส่งน้ำหรือโซนแมน เป็นผู้รับผิดชอบการควบคุมการส่งน้ำในโซนนั้นๆ สำหรับนิยามของโครงการชลประทานแต่ละขนาด สามารถดูได้จากนิยามคำศัพท์ในหัวข้อ 1.4 ส่วนรายละเอียดการบริหารจัดการการชลประทานสำหรับโครงการขนาดกลางและขนาดใหญ่ จะได้กล่าวถึงรายละเอียดในบทที่ 5

## 2.4 การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนจากแหล่งน้ำประเภทต่างๆ

แหล่งน้ำสำหรับการชลประทานอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

- (1) อ่างเก็บน้ำ
- (2) แม่น้ำ
- (3) แหล่งน้ำใต้ดิน

### 2.4.1 การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนของอ่างเก็บน้ำ

ปริมาณน้ำต้นทุนของอ่างเก็บน้ำจะคำนวณได้จากสมการ

ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับการเพาะปลูก

$$\begin{aligned} &= \text{ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำขณะนั้น} \\ &+ \text{ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะไหลเข้ามาเพิ่มในช่วงฤดูการส่งน้ำ} \\ &- \text{ปริมาณน้ำที่ต้องระบายออกจากแหล่งน้ำเพื่อวัตถุประสงค์อื่น} \end{aligned}$$

เช่นสมมติว่าต้องการประเมินหาปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูฝนระหว่าง 1 มิถุนายน – 31 ตุลาคม จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) ทำการตรวจสอบว่าปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำ ณ วันที่ 1 มิถุนายน มีปริมาณเท่าใด  
สมมติ มีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ = 50 ล้าน ลบ.เมตร
- (2) ทำการประเมินจากสถิติปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำว่าในช่วง 1 มิถุนายน-31 ตุลาคม จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเท่าใด  
สมมติว่ามีน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ = 45 ล้าน ลบ.เมตร
- (3) ประเมินความต้องการน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อวัตถุประสงค์อื่น  
เช่น อุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม และ รักษาสภาพแวดล้อม  
สมมติว่าความต้องการน้ำ = 5 ล้าน ลบ.เมตร  
ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับการปลูกพืชฤดูฝน  
$$= 50 + 45 - 5 = 90 \text{ ล้าน ลบ.เมตร}$$

ในการประเมินปริมาณน้ำที่คาดว่าจะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในข้อ (2) จำเป็นต้องอาศัยสถิติข้อมูลที่เคยมีการบันทึกไว้ แล้วทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ตามหลักความน่าจะเป็น (Probability) โดยปกติแล้วจะเลือกใช้ค่าที่ค่าความน่าจะเป็นปลอดภัย (Safe Probability) ประมาณ 70 – 80 %

ตัวอย่างการประเมินปริมาณน้ำที่คาดว่าจะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ โดยใช้สถิติข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง ช่วง 1 มิถุนายน – 31 ตุลาคม ดังตารางที่ 2.1 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) จัดเรียงข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (Q) ตามลำดับจากน้อยไปมาก
- (2) คำนวณหาความน่าจะเป็นหรือความถี่ ( $P_i$ ) จากสูตร

$$P_i = \frac{i}{N + 1}$$

เมื่อ  $P_i$  = ความน่าจะเป็นหรือความถี่สะสมแบบน้อยกว่า (Non-exceedence Probability)

$i$  = ลำดับของ Q ที่จัดเรียงแล้ว

$N$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

(3) นำ Q ที่จัดเรียงจากน้อยไปมากและค่าความถี่  $P_i$  ไปพล็อตลงในกระดาษกราฟความน่าจะเป็น (Probability Paper) ปกติจะใช้กราฟความน่าจะเป็นแบบปกติ (Normal) ดังรูปที่ 2.8

- (4) หาค่า Q ที่เกณฑ์ความน่าจะเป็นปลอดภัย หรือ Safe Probability 80 % หรือ

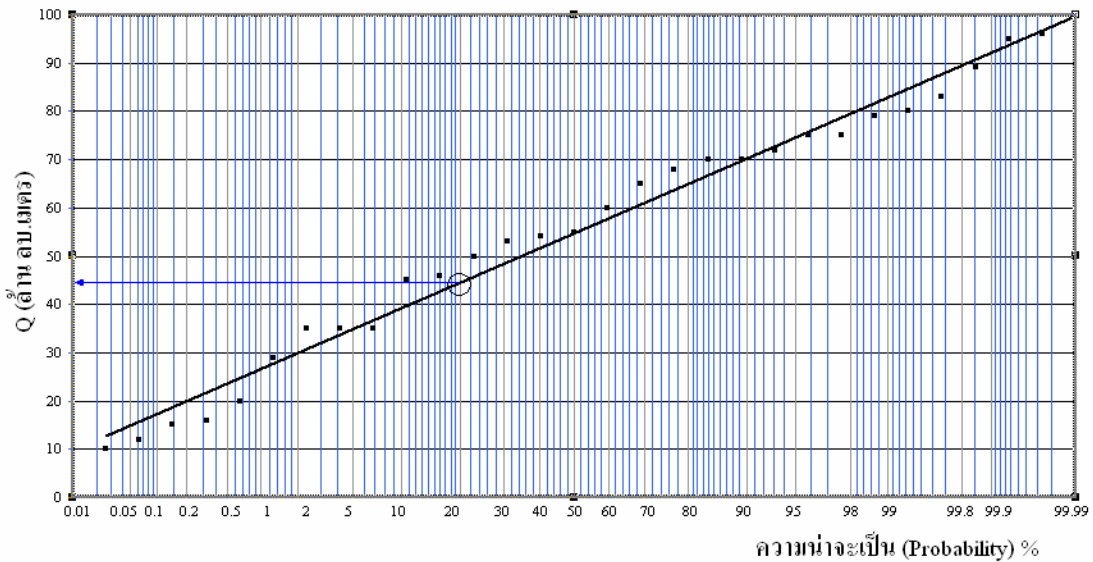
$$P_i = 100 - \text{Safe Probability}(\%) = 100 - 80 = 20$$

จากภาพที่ 2.8 ที่  $P_i (\%) = 20$  จะได้  $Q_{20} = 45$  ลบ.เมตร

ดังนั้นจะสามารถสรุปได้ว่า มีความน่าจะเป็นถึง 80 % ที่ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะไหลเข้าอ่างช่วง 1 มิถุนายน-31 ตุลาคม เท่ากับหรือมากกว่า 45 ล้าน ลบ.เมตร หรือ มีความน่าจะเป็น 20% ที่น้ำจะไหลเข้าอ่างน้อยกว่า 45 ล้าน ลบ.เมตร

ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของปริมาณน้ำที่คาดว่าจะไหลเข้าอ่าง  
ช่วง 1 มิ.ย.-31 ต.ค. (ล้าน ลบ.เมตร)

ปี พ.ศ.	i	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง(Q) ช่วง 1 มิ.ย.-31 ต.ค.	จัดเรียง Q จาก น้อยไปมาก	ความถี่(%) [P <sub>i</sub> =100*i/(N+1)]
2518	1	20	10	3.23
2519	2	15	12	6.45
2520	3	50	15	9.68
2521	4	75	16	12.90
2522	5	100	20	16.13
2523	6	10	29	19.35
2524	7	35	35	22.58
2525	8	29	35	25.81
2526	9	70	35	29.03
2527	10	75	45	32.26
2528	11	55	46	35.48
2529	12	46	50	38.71
2530	13	12	53	41.94
2531	14	89	54	45.16
2532	15	95	55	48.39
2533	16	70	60	51.61
2534	17	54	65	54.84
2535	18	68	68	58.06
2536	19	35	70	61.29
2537	20	79	70	64.52
2538	21	83	72	67.74
2539	22	72	75	70.97
2540	23	53	75	74.19
2541	24	45	79	77.42
2542	25	65	80	80.65
2543	26	16	83	83.87
2544	27	96	89	87.10
2545	28	80	95	90.32
2546	29	60	96	93.55
2547	30	35	100	96.77
N	30			



ภาพที่ 2.8 กราฟการแจกแจงปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ระหว่าง 1 มิ.ย. – 31 ต.ค.

#### 2.4.2 การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนของแม่น้ำ

กรณีที่แหล่งน้ำเป็นแม่น้ำสำหรับโครงการประมงเขื่อนและฝายทดน้ำ การประเมินน้ำต้นทุนจะแตกต่างจากกรณีอ่างเก็บน้ำเนื่องจากว่าแม่น้ำไม่สามารถเก็บกักน้ำได้ ถ้าไม่มีการนำน้ำมาใช้ น้ำจะไหลผ่านไป ต้องมีการสร้างเขื่อนหรือฝายเพื่อทดน้ำเข้าคลอง หรือสร้างสถานีสูบน้ำเพื่อนำน้ำไปใช้ในการเพาะปลูก ดังนั้นปกติจะต้องมีการประมาณว่าจะสามารถทดน้ำเข้าคลอง หรือ สูบน้ำได้ด้วยอัตราเท่าใด โดยปริมาณน้ำที่ทดเข้าคลองหรือสูบไปใช้ ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้น้ำด้านท้ายน้ำ จึงจำเป็นต้องมีสถิติปริมาณน้ำที่ไหลในแม่น้ำตรงจุดที่พิจารณาในแต่ละเดือน ตลอดช่วงฤดูการส่งน้ำ แล้วทำการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของปริมาณน้ำที่ไหลในแม่น้ำ ในทำนองเดียวกับการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในหัวข้อ 2.4.1 เพื่อประกอบการพิจารณาว่าควรทดน้ำเข้าคลองหรือสูบน้ำไปใช้เท่าใด

### 2.4.3 การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนของแหล่งน้ำใต้ดิน

น้ำใต้ดินคือน้ำที่ถูกเก็บกักไว้ในชั้นน้ำใต้ดิน ในการประเมินน้ำต้นทุนของแหล่งน้ำใต้ดิน จำเป็นต้องรู้ลักษณะของชั้นน้ำใต้ดิน (Aquifer) ว่าสามารถให้น้ำได้มากน้อยแค่ไหน โดยการสูบน้ำทดสอบ (Pumping Test) ในการใช้น้ำใต้ดิน ต้องระวังไม่ให้เกิดการสูบน้ำเกินกว่าอัตราที่บ่อน้ำใต้ดินจะรับได้ เพราะจะทำให้มีตะกอนทรายไหลเข้ามาในบ่อ ทำให้คุณภาพน้ำแย่ง หรืออาจทำให้บ่อพังได้

## 2.5 การส่งน้ำและการกระจายน้ำไปสู่พื้นที่เพาะปลูก

การนำน้ำจากแหล่งน้ำไปสู่พื้นที่เพาะปลูก จำเป็นต้องมีระบบส่งน้ำและระบบกระจายน้ำในไร่นา ซึ่งอาจเป็นระบบคลองหรือระบบท่อส่งน้ำก็ได้ โดยทั่วไปจะใช้ระบบคลอง-คูส่งน้ำซึ่งน้ำจะไหลไปตามคลอง-คู ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย แต่ปัจจุบันมีการก่อสร้างและใช้ระบบท่อส่งน้ำมากขึ้น เนื่องจากระบบท่อส่งน้ำไม่มีปัญหาเรื่องที่ดินและสามารถใช้ได้กับพื้นที่ไม่ราบเรียบ อย่างไรก็ตามระบบท่อส่งน้ำยังใช้เฉพาะโครงการขนาดเล็กเท่านั้น เนื่องจากค่าลงทุนและค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าต้องการส่งน้ำอัตราสูงๆ ต้องใช้เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ และท่อที่สามารถทนแรงดันน้ำสูงๆ ได้ จะยิ่งทำให้ต้องเสียค่าลงทุน และค่าใช้จ่ายมากขึ้น แต่ระบบท่อยังมีข้อดีอีกประการหนึ่งคือมีการสูญเสียน้ำขณะส่งน้อยกว่าระบบคลอง-คู

### 2.5.1 ระบบส่งน้ำและการกระจายน้ำในไร่นา

ระบบส่งน้ำคือ ระบบหลักในการนำน้ำไปสู่ระบบกระจายน้ำในแปลงเพาะปลูก เริ่มด้วยจากคลองสายใหญ่นำน้ำจากแหล่งน้ำส่งให้กับคลองซอย ปกติมักคาดด้วยคอนกรีตเพื่อกันการรั่วซึมและง่ายต่อการบำรุงรักษา มีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมดูแล ปิด-เปิด ประตูระบายน้ำ (ปตร.) เพื่อให้ น้ำไหลไปทุกพื้นที่ตามแผนการส่งน้ำที่วางไว้



คูส่งน้ำ



ประตูระบายน้ำ

ภาพที่ 2.9 คูส่งน้ำและอาคารควบคุมน้ำในคลอง

ปกติแล้วคลองส่งน้ำทั้งคลองสายใหญ่และคลองซอยจะถูกออกแบบให้มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู ออกแบบโดยใช้ สมการแมนนิง (Manning's)

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลของน้ำ (ลบ.เมตร/วินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดคลองรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (ม<sup>2</sup>)

ปกติใช้ลาดตลิ่ง (V:H=1:1.5 ถึง 1:2) หรือ z=1.5-2

R = รัศมีชลศาสตร์ =  $\frac{A}{P}$  (ม.)

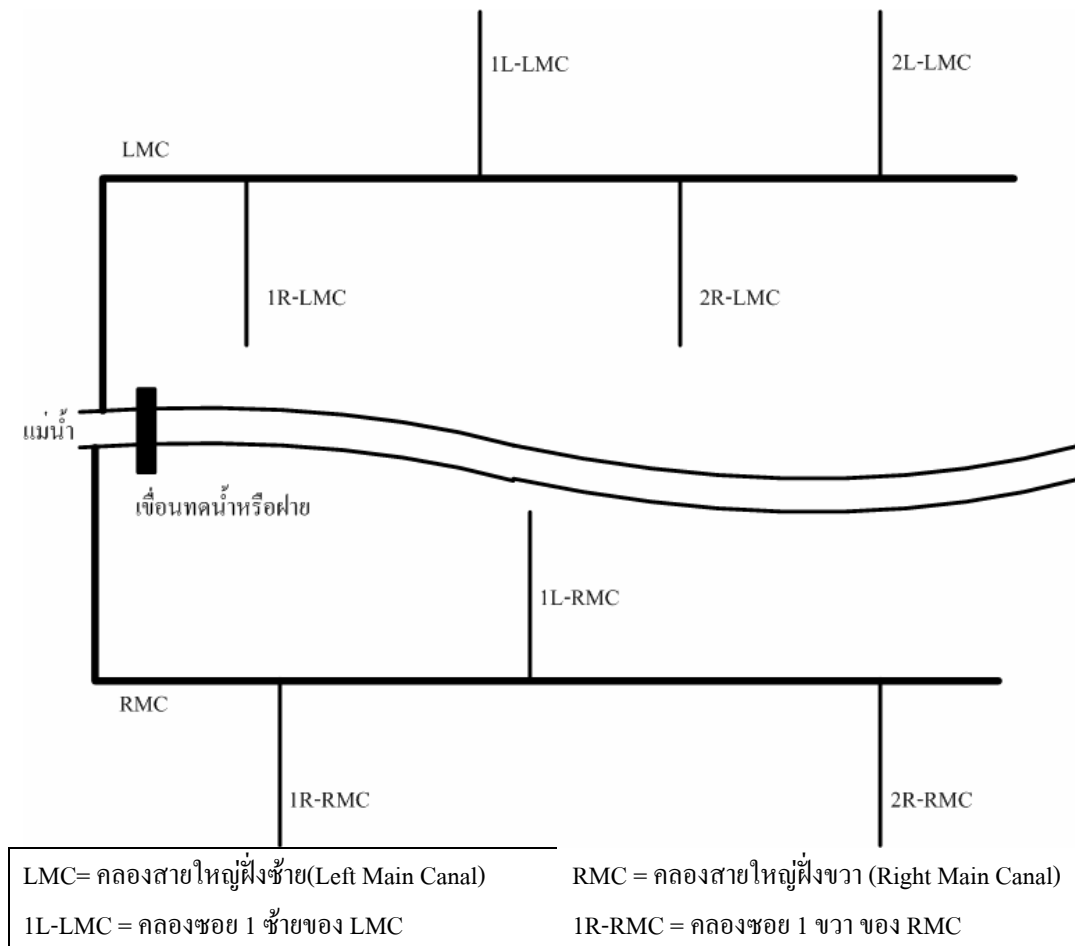
S = ลาดก้นคลอง

N = ส.ป.ส. ความขรุขระแมนนิง

ปกติในการออกแบบจะใช้ n = 0.016- 0.018 สำหรับคลองคอนกรีต

ระบบกระจายน้ำไปในไร่นา ได้แก่ระบบคูส่งน้ำ ซึ่งอาจเป็นคูดินหรือคูลาดคอนกรีตก็ได้ ระบบกระจายน้ำจะรับน้ำจากระบบส่งน้ำเพื่อนำน้ำไปให้กับพื้นที่เพาะปลูก ปกติแล้วเกษตรกรจะเป็นผู้รับผิดชอบดูแลการควบคุมการกระจายน้ำในไร่นา และบำรุงรักษาคูส่งน้ำกันเอง โดยการรวมตัวกันเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำ ร่วมกันวางแผนการส่งน้ำ ดูแลขุดลอกคูน้ำ กำจัดวัชพืช และซ่อมแซมคูน้ำและอาคารต่างๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ การออกแบบคูส่งน้ำทำได้ในตนเอง เดียวกับการออกแบบคลองตามที่กล่าวมาแล้ว

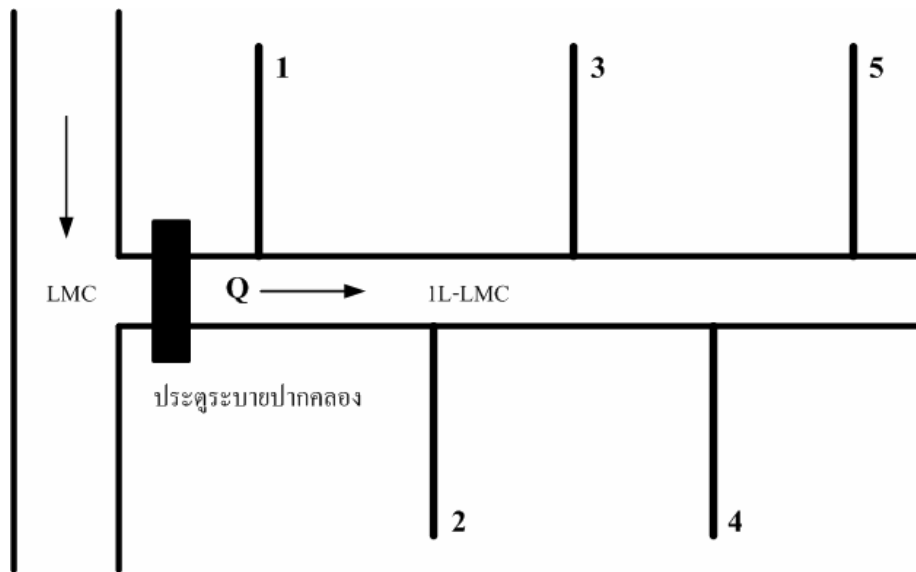
ระบบคลองส่งน้ำมีระบบการตั้งชื่อ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 การตั้งชื่อคลองส่งน้ำ



ส่วนคูน้ำปากคลองจะเรียกเป็นคูสาย 1 คูสาย 2 โดยใช้เลขที่สำหรับคูที่แยกออกทางซ้ายของคลองและเลขคูสำหรับคูที่แยกออกทางขวาของคลองดังภาพที่ 2.11



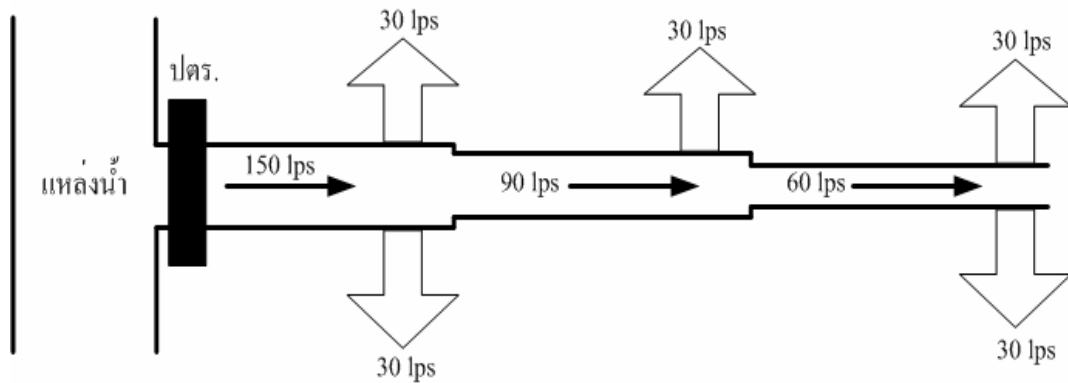
ภาพที่ 2.11 การตั้งชื่อคูส่งน้ำ

### 2.5.2 วิธีการส่งน้ำและการกระจายน้ำ

วิธีการส่งน้ำและการกระจายน้ำที่นิยมปฏิบัติคือการส่งน้ำแบบตลอดเวลา และการส่งน้ำแบบหมุนเวียน ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### (1) การส่งน้ำแบบตลอดเวลา

การส่งน้ำแบบตลอดเวลา คือการส่งน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกแบบต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้มีน้ำอยู่ในคลองส่งน้ำตลอดเวลาในช่วงฤดูกาลส่งน้ำ เกษตรกรสามารถเปิดน้ำเข้าแปลงได้ตลอดเวลา หรือตามที่ต้องการ ตามหลักการส่งน้ำแบบตลอดเวลา ขนาดคลอง-คูส่งน้ำ จะมีขนาดใหญ่ในช่วงแรก และค่อยๆ เล็กลงเมื่อมีการนำน้ำออกไปใช้ ดังภาพที่ 2.12



หมายเหตุ : lps = ลิตร/วินาที

ภาพที่ 2.12 ลักษณะคลองสำหรับการส่งน้ำแบบตลอดเวลา

จากภาพที่ 2.12 จะเห็นว่าคลองช่วงแรกมีขนาดใหญ่ 150 ลิตร/วินาที เมื่อมีการนำน้ำ 30+30 = 60 ลิตร/วินาที ไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูกของคลองช่วงแรก คลองช่วงที่ 2 จะมีขนาดเล็กลงเหลือ 150-60 = 90 ลิตร/วินาที ในทำนองเดียวกันคลองช่วงสุดท้ายจะมีขนาดเพียง 60 ลิตร/วินาที

การคำนวณหาขนาดคลองช่วงต่างๆ จะพิจารณาจากความต้องการน้ำชลประทานของพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งคำนวณได้จากค่าชลการะโดยเริ่มจากคำนวณหา ความต้องการน้ำของคลองช่วงสุดท้ายก่อน แล้วจึงคำนวณหาความต้องการน้ำของช่วงคลองเหนือถัดไปจนถึงแหล่งน้ำ ขนาดคลองของคลองช่วงใดๆจะหาได้จากสมการ

$$Q_i = \sum_{i=N}^1 WD \times A_i$$

เมื่อ  $Q_i$  = ขนาดคลองช่วงที่ i (ลิตร/วินาที)

WD = ค่าชลการะ (Water Duty) (ลิตร/วินาที/ไร่)

$A_i$  = พื้นที่เพาะปลูกของคลองช่วงที่ i

ตัวอย่างการหาขนาดคลองสำหรับการส่งน้ำแบบตลอดเวลา แสดงอยู่ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การคำนวณหาขนาดคลองสำหรับการส่งน้ำแบบตลอดเวลา

ช่วงคลองที่	พื้นที่(Ai) (ไร่)	ชลภาวะ(WD) ลิตร/วินาที/ไร่	WDxAi	ขนาดคลอง(Qi) ลิตร/วินาที
3	260	0.23	60	60
2	130	0.23	30	90
1	260	0.23	60	150

**ข้อดี – ข้อเสียของการส่งน้ำแบบตลอดเวลา****ข้อดี**

- ส่งน้ำทำได้ง่าย สะดวก ไม่ต้องมีอาคารควบคุมน้ำมากนัก สะดวกทั้งกับเจ้าหน้าที่และเกษตรกรผู้ใช้น้ำ
- ราคาก่อสร้างระบบส่งน้ำถูกกว่า

**ข้อเสีย**

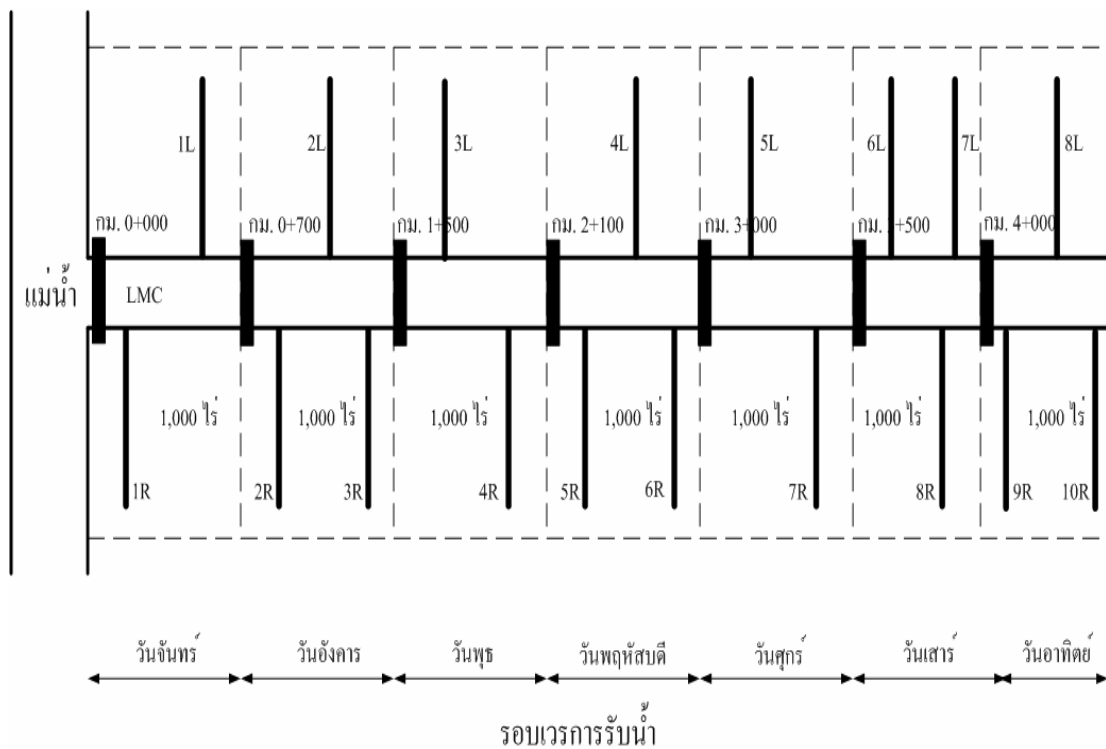
- การควบคุมน้ำให้ถึงมือเกษตรกรทุกคนทำได้ยาก ถ้าเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำใช้น้ำมากกว่าที่ควร จะทำให้มีน้ำเหลือถึงช่วงท้ายคลองน้อยกว่าที่วางแผนไว้

**(2) การส่งน้ำแบบรอบเวร**

การส่งน้ำแบบรอบเวรคือ การส่งน้ำซึ่งเกษตรกรจะใช้น้ำได้เฉพาะในช่วงเวลาที่กำหนด ช่วงเวลาอื่นจะไม่มีสิทธิใช้น้ำ วิธีการส่งน้ำแบบนี้มีข้อดีที่สำคัญ คือ ช่วยให้การกระจายน้ำระหว่างต้นคลอง กลางคลอง ปลายคลอง ดีขึ้น ทำให้เกษตรกรที่อยู่ปลายคลองได้รับน้ำตามสิทธิที่ควรจะได้รับมากขึ้น สามารถควบคุมเกษตรกรที่ใช้น้ำเกินกว่าที่ควรจะได้รับได้ง่ายขึ้น วิธีนี้เหมาะที่จะนำมาใช้ในพื้นที่ที่มีน้ำน้อย

ในการส่งน้ำแบบรอบเวรปริมาณน้ำทั้งหมดจะถูกส่งให้แก่พื้นที่ตามรอบเวร เช่น ถ้ากำหนดรอบเวรการส่งน้ำ 7 วัน ต่อครั้ง แต่ละวันจะต้องส่งน้ำให้ 1 ใน 7 ของพื้นที่ ดังนั้นจึงต้องออกแบบคลองทั้งสายให้มีขนาดพอที่จะรับปริมาณน้ำทั้งหมดได้ ต้องมีประตูระบายน้ำที่สามารถเปิดเพื่อควบคุมการส่งน้ำให้พื้นที่ที่กำหนด และสภาพแปลงไร่นาต้องสามารถเก็บกักน้ำทั้งหมดที่ได้รับไว้ใช้ตลอดช่วง 7 วัน จนกว่าจะถึงรอบเวรการรับน้ำครั้งต่อไป

ตัวอย่าง คลองสายหนึ่งมีพื้นที่ 7,000 ไร่ ดังรูปที่ 2.13 กำหนดให้ส่งน้ำแบบรอบเวร 7 วันต่อครั้ง แต่ละวันจะต้องส่งน้ำให้พื้นที่  $7,000/7 = 1,000$  ไร่ โดยที่พนักงานส่งน้ำจะต้องคอยปิด-เปิด ประตูระบายกลางคลองที่ กม./ 0+000, 0+700, 1+500, 2+100, 3+000, 3+500 4+000 เพื่อควบคุมการส่งน้ำตามรอบเวรที่กำหนด โดยสามารถนำมาจัดเป็นตารางการส่งน้ำได้ดังตารางที่ 2.3



ภาพที่ 2.13 คลองส่งน้ำแบบหมุนเวียน

ตารางที่ 2.3 ตารางการปิด-เปิด ประตูระบายสำหรับการส่งน้ำแบบรอบเวรของคลอง LMC

ประตูระบาย ในคลอง LMC	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
กม.0+000	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด
กม.0+750	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด
กม.1+500	ปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด
กม.2+100	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด
กม.3+100	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	เปิด
กม.3+500	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด
กม.4+100	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด
ตารางการเปิดประตู ระบายปากคลองซอย	1R 1L	2R 2L 3R	3L 4R	4L 5R 6R	5L 7R	6L 7L 8R	8L 9R 10R

ถ้าสมมติให้ค่าชลการะ : (WD) = 0.23 ลิตร/วินาที/ไร่

ขนาดคลอง (Q) จาก กม. 0+000 ถึง กม. 4+400

$$= 0.23 \times 7,000 \text{ ลิตร/วินาที}$$

$$= 1,610 \text{ ลิตร/วินาที}$$

$$= 1.61 \text{ ลบ.เมตร/วินาที}$$

ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรการคำนวณหาขนาดคลองได้ดังนี้

$$Q = WD \times A$$

เมื่อ Q = ขนาดความจุคลอง (ลิตร/วินาที)

WD = ค่าชลการะ (ลิตร/วินาที/ไร่)

A = พื้นที่คลองทั้งหมด (ไร่)

**ข้อดี – ข้อเสีย ของการส่งน้ำแบบรอบเวร**

**ข้อดี**

- กรณีที่น้ำต้นทุนมีน้อยจะสามารถควบคุมน้ำให้ถึงมือเกษตรกรที่อยู่ท้ายคลองได้ดีกว่า

**ข้อเสีย**

- คลองส่งน้ำช่วงกลางและท้ายคลองจะมีขนาดใหญ่กว่า
- ต้องมีประตูระบายกลางคลอง ซึ่งสามารถปิด-เปิด เพื่อควบคุมการส่งน้ำตามรอบเวร
- แปลงไร่นาต้องสามารถเก็บกักน้ำไว้ในแปลงในช่วงที่ไม่ได้รับน้ำจนกว่าจะถึงรอบเวรการส่งน้ำครั้งต่อไป