เอกสารประกอบการสอน

วิชา 02207321 การออกแบบระบบชลประทานในไร่นา

(Design of Farm Irrigation Systems)

****

1. การพัฒนาระบบชลประทานในไร่นา

(Farm Irrigation System Development)

2. การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำที่ต้องส่งให้แปลงเพาะปลูก

(Irrigation Water Requirement Determination)

3. การออกแบบคูส่งน้ำ

(Design of Farm Ditch)

ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เอกสารคำสอน วิชา 02207321

การออกแบบระบบชลประทานในไร่นา

โดย ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

1. การพัฒนาระบบชลประทานในไร่นา (Farm Irrigation System Development)

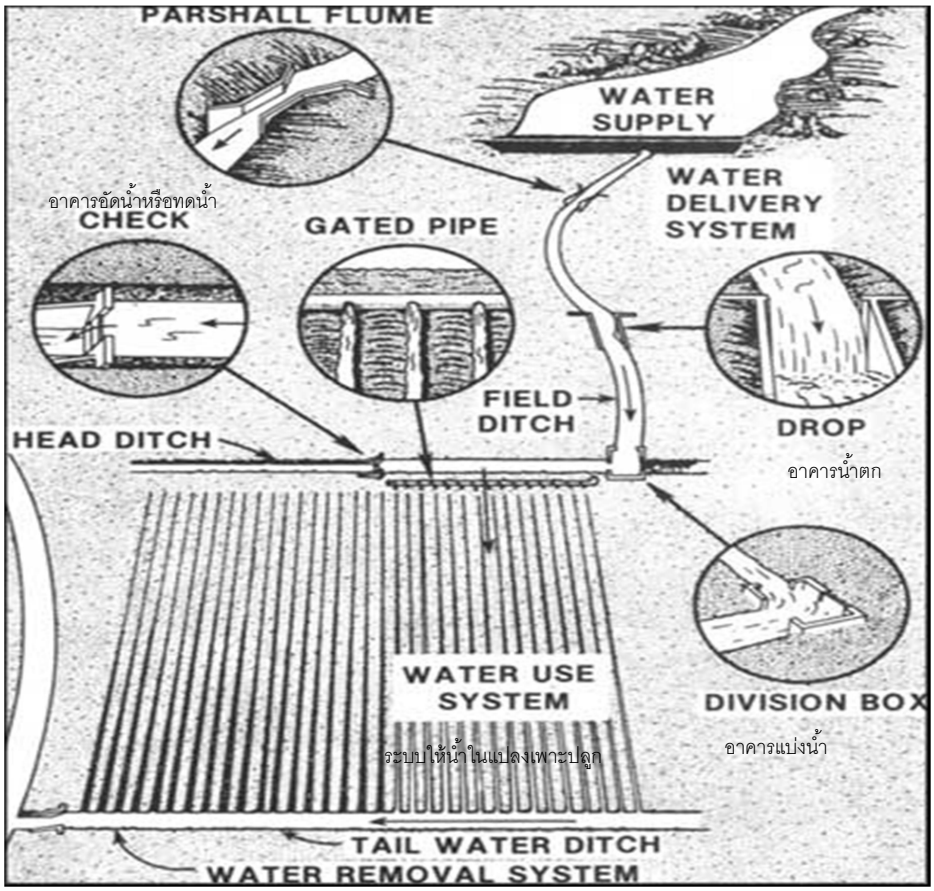
1.1 ระบบชลประทานในไร่นา ประกอบด้วยระบบ 3 ส่วนคือ

ก) ส่วนทำหน้าที่ส่งน้ำ(Water Delivery System)

ข) ส่วนทำหน้าที่ให้และกระจายน้ำในแปลงเพาะปลูก(Application or Water Use System)

ค) ส่วนทำหน้าที่ระบายน้ำ(Disposal or Water Removal System)

ก) ส่วนทำหน้าที่ส่งน้ำ หมายถึง ส่วนที่ทำหน้าที่นำน้ำชลประทานจากแหล่งน้ำไปยังแปลงเพาะปลูกได้แก่ คูส่งน้ำ ท่อส่งน้ำ อาคารต่างๆในทางน้ำเช่นอาคารวัดน้ำ(Water Measuring Structures) อาคารแบ่งน้ำ(Division Structures) อาคารอัดน้ำ(Check Structures) เป็นต้น



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของระบบชลประทานในไร่นา

ข) ส่วนทำหน้าที่ให้และกระจายน้ำในแปลงเพาะปลูก หมายถึงระบบที่ทำหน้ารับน้ำต่อจากระบบส่งน้ำเพื่อให้นำไปถึงยังต้นพืชในแปลงเพาะปลูก ได้แก่คูส่งน้ำที่หัวแปลง (Head Ditch) ระบบให้น้ำพืชแบบต่าง ๆเช่น ร่องคู (Furrow) แบบท่วมเป็นอ่าง (Basin Irrigation System) แบบท่วมเป็นผืน (Border Irrigation System) ระบบให้น้ำแบบท่อแรงดัน(ได้แก่ระบบสปริงเกลอร์ ระบบน้ำหยด) เป็นต้น

ค) ส่วนทำหน้าที่ระบายน้ำ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่นำน้ำส่วนที่เกินความต้องการใช้ในแปลงเพาะปลูกหรือน้ำส่วนที่มีการท่วมขังบนผิวแปลง และอาจส่งผลเสียต่อการทำการเพาะปลูก ให้ออกจากพื้นที่ที่ต้องการ ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบของระบบชลประทานตั้งแต่แหล่งน้ำจนถึงแปลงเพาะปลูก

1.2 ปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบการดำเนินการพัฒนาระบบชลประทานในไร่นา

ในการพัฒนาส่วนประกอบของระบบชลประทานในไร่นาให้เกิดความเหมาะสมทั้งในแง่การใช้งาน และการลงทุน จำเป็นต้องนำปัจจัยต่าง ๆมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจเลือกกำหนด ออกแบบระบบ ปัจจัยดังกล่าวมีดังนี้

1.2.1 ดิน สมบัติของดินด้านต่าง ๆที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบการพัฒนา มีดังนี้

1. ค่าอัตราการไหลซึมของน้ำผ่านผิวดิน (Soil Infiltration Rate) เป็นค่าที่มีผลต่อการออกแบบ กำหนดประเภทของระบบให้น้ำในแปลงเพาะปลูกเช่นระยะความยาวของร่องคู อัตราการจ่ายน้ำจากหัว สปริงเกลอร์หรือหัวน้ำหยดที่เหมาะสม ระยะเวลาสำหรับการให้น้ำ เป็นต้น

2. ค่าการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำที่จะให้แก่พืชในแต่ละครั้ง ดินที่มีค่าการอุ้มน้ำต่ำต้องให้น้ำแก่พืชที่ปลูกอยู่ด้วยดินนั้นในปริมาณที่น้อยในแต่ละครั้ง และต้องให้น้ำบ่อย ๆ ค่าดังกล่าวนี้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการเลือกออกแบบประเภทและขนาดของระบบให้น้ำ รวมไปถึงระยะเวลาการส่งน้ำให้กับแปลง

3. ความลึกของดิน(Depth) หมายถึงความลึกของดินที่พืชสามารถแทงรากออกไปเพื่อดูดน้ำ ถ้ามีความลึกมากดินย่อมเก็บความชื้นได้มาก ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโต และมีผลต่อลักษณะของระบบให้น้ำที่ต้องการออกแบบ

4. สภาพการระบายน้ำ บริเวณที่มีการระบายน้ำที่ไม่ดี ก็อาจจำเป็นต้องมีระบบระบายน้ำก่อนหรือพร้อม ๆกับระบบส่งน้ำ การออกแบบต้องพิจารณาว่าระบบระบายน้ำที่เหมาะสมควรเป็นแบบผิวดินหรือใต้ดิน

5. การกัดเซาะ (Erosion) การเกิดการกัดเซาะมีผลต่อสภาพพื้นที่ดินและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก การเลือกใช้ระบบให้น้ำจะต้องไม่ทำให้เกิดการกัดเซาะที่รุนแรง การออกแบบ

ลาดด้านข้างและลาดตามยาวของระบบส่งน้ำรวมทั้งการกำหนดชนิดและตำแหน่งของอาคารป้องกันต่าง ต้องนำปัจจัยเรื่องการกัดเซาะมาพิจารณาประกอบด้วย

6. สภาพการเป็นเกลือของดิน มีผลต่อการวางแผนระบบชลประทาน เนื่องจากอาจต้องใช้น้ำชลประทานเพื่อทำการชะล้างดินเค็มเหล่านี้

1.2.2 สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพิจารณาความเหมาะสมของการชลประทาน การเลือกวิธีการชลประทาน การกำหนดจำนวนและชนิดอาคารควบคุมบังคับน้ำ การพิจารณาปรับระดับดิน ฯลฯ นับเป็นสิ่งจำเป็นในการวางแผนออกแบบระบบชลประทานในไร่นาข้อมูลเหล่านี้จะต้องเรียนรู้โดยการ ตรวจสอบหรือสำรวจการออกแบบระบบชลประทาน โดยทั่วไปแล้วต้องการการสำรวจในรายละเอียด ซึ่งจะให้ละเอียดเพียงใดขึ้นอยู่กับวิธีการส่งน้ำ ความขรุขระของพื้นดิน

ข้อมูลสภาพภูมิประเทศทั่วๆ ไปที่ใช้ในการวางระบบชลประทาน และวิธีการส่งน้ำส่วนใหญ่ อย่างน้อยที่สุดที่ต้องการทราบได้แก่

1. แหล่งและระบบแหล่งน้ำสำหรับแปลงเพาะปลูก
2. สภาพที่ดิน เช่น แนวรั้ว อาคาร ถนน ฯลฯ ที่จะกระทบต่อการวางเค้าโครงและการออกแบบ
3. สภาพเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน
4. สภาพการระบายน้ำ

1.2.3 สถานภาพของน้ำที่จะนำไปใช้

เป็นการพิจารณาตรวจสอบข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่จะถูกนำมาใช้เรื่องตั้งแต่ปริมาณจะต้องมีเพียงพอแก่ความต้องการของพืช นับเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการนำมาพิจารณาความเหมะสมของระบบชลประทานและจำนวนเนื้อที่ที่จะส่งน้ำให้ได้ จึงต้องสำรวจก่อนเพื่อให้แน่ใจว่ามีปริมาณเพียงพอ เป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพ นอกจากนี้จะต้องมีการพิจารณาปริมาณความมากน้อยในช่วงฤดูเพาะปลูก สถานภาพด้านต่างๆ ของน้ำใช้ที่ต้องนำมาพิจารณา ประกอบด้วย

1. กฎหมายหรือกฎระเบียบเกี่ยวกับน้ำ เพื่อให้ทราบถึงข้อจำกัดด้านกฎหมายที่มีต่อแหล่งน้ำที่คาดว่าจะนำไปใช้ในระบบชลประทาน

2. ปริมาณน้ำ จำนวนน้ำชลประทานที่ต้องการในแต่ละช่วงเวลาควรจะเท่าหรือมากกว่าความต้องการใช้น้ำในช่วงเวลานั้นๆ ซึ่งจะรวมทั้งน้ำ เพื่อชะล้างเกลือ ฯลฯ ด้วย ปริมาณน้ำนับเป็นองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบและส่งน้ำระบบชลประทานในไร่นาด้วย

3. คุณภาพน้ำ ก็เป็นองค์ประกอบสำคัญในการประเมินน้ำชลประทาน ถ้าไม่พิจารณามาก่อนก็ต้องทำการวิเคราะห์และประเมินก่อนที่จะนำมาใช้ส่งน้ำ น้ำคุณภาพหนึ่งๆ จะเหมาะสมหรือไม่ขึ้นอยู่กับสภาวะในท้องถิ่น เช่น ภูมิอากาศ ดิน พืช และความลึกที่จะส่งให้ โดยทั่วไปเกลือจะมีมากในน้ำใต้ดินมากกว่าผิวดิน ในขณะน้ำน้อยมากกว่าในขณะน้ำมาก และทางด้านท้ายน้ำมากกว่าทางด้านเหนือน้ำ นอกจากนี้มลภาวะจากโรงงาน สภาพคลื่นลมก็จะกระทบต่อคุณภาพน้ำชลประทานด้วย

4. ประเภทของแหล่งน้ำ ปกติมี 2 แหล่งใหญ่ๆ คือ แหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน และอาจมีแหล่งอื่นๆ เช่น น้ำที่ระบายจากตัวเมือง จากโรงงาน ฯลฯ

5. ที่ตั้งแหล่งน้ำ มีผลต่อการวางเค้าโครง การออกแบบ และการส่งน้ำในระบบชลประทาน ถ้ามีทางเลือก จะกำหนดที่ตั้งแหล่งน้ำไว้ในที่ซึ่งสามารถใช้ค่าลงทุนในการส่งน้ำไปยังส่วนต่างๆ ของระบบได้ถูกที่สุด จะต้องพิจารณาทั่วๆ ไป ดังนี้

- ทางเข้าไปส่งน้ำและบริการ
- ระยะทางที่ส่งน้ำไปสู่ที่นาแต่ละแปลง
- การป้องกันการกัดเซาะในคูส่งน้ำ
- การให้น้ำไหลจากแหล่งน้ำโดยอิทธิพลแรงดึงของโลกให้มากที่สุด
- ที่ตั้งแหล่งเก็บกักชั่วคราวหากต้องการ

1.2.4 ภูมิอากาศ

ภูมิอากาศเป็นองค์ประกอบที่กระทบต่อการชลประทานตลอดบริเวณภูมิอากาศมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและความต้องการของพืชจะต้องออกแบบระบบชลประทานในไร่นาเข้ากับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้แก่

- ฝน
- อุณหภูมิ

1.2.5 กิจกรรมในไร่นา

ก่อนวางแผนและออกแบบจะต้องทราบถึงชนิดของกิจกรรมในไร่นา ตลอดจนแผนการดำเนินการส่งน้ำและแรงงานที่มี นับเป็นองค์ประกอบในการเลือกวิธีการให้น้ำ การวางเค้าโครงและการส่งน้ำในระบบชลประทานในไร่นา พืชที่ปลูกและแรงงานที่มีนับเป็นหัวข้อสำคัญในการพิจารณา

1.2.6 พืชที่ปลูก

พืชแต่ละชนิดต้องการใช้น้ำมากน้อยต่างกัน และพืชชนิดเดียวกันต้องการน้ำมากน้อยต่างกันในแต่ละช่วงเวลาด้วย ดังนั้น ชนิดพืชที่ปลูกจึงเป็นตัวเลือกวิธีการให้น้ำด้วย

1.2.7 แรงงาน

การชลประทานในไร่นาต้องการใช้แรงงานเพิ่มขึ้น จะมากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดระบบชลประทานในไร่นา วิธีการให้น้ำ และเครื่องมือทุ่นแรงที่ติดตั้งในระบบ จะต้องคำนึงถึงแรงงานของเกษตรกรด้วย

1.2.8 การจัดการในไร่นา

จะต้องพิจารณาขนาดและรูปร่างไร่นาเพื่อให้ได้ระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพหากไม่วางแผนอย่างรอบคอบแล้วบางบริเวณอาจไม่ได้น้ำ การหักเสี้ยวมุมแหลมที่ทำให้การทำไร่นา โดยเครื่องจักรกลใหม่ๆ ทำไม่ได้หรือทำได้ยากก็ควรหลีกเลี่ยง

1.2.9 เครื่องจักรกลในแปลงนาที่มี

เครื่องจักรกลของเกษตรกรที่มีอยู่แล้ว เพื่อการปลูก การไถ การเก็บเกี่ยว ก็จะเป็นตัวเลือกวิธีการชลประทานและการวางเค้าโครง

1.2.10 สถานภาพของพลังงานที่จะนำไปใช้

พิจารณาเปรียบเทียบแหล่งต้นกำลังในการดำเนินการระบบชลประทานในไร่นา เช่น ไฟฟ้า ต้องเอาใจใส่ค่าไฟฟ้า และพิจารณาทางสำรองถ้าเกิดขัดข้อง

1.2.11 สิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่แล้ว

พยายามจะใช้ของที่มีอยู่แล้วก่อนที่จะพิจารณาเปลี่ยนวิธีและการวางระบบ ซึ่งอาจทำให้ต้องทิ้งหรือย้ายของเก่านั้นไป

1.2.12 ระบบถนนในไร่นา

จะต้องไม่มองข้ามระบบถนนในระบบชลประทานในไร่นา มิฉะนั้นเครื่องจักรเข้าไม่ได้หรือระบบชลประทานในไร่นาอาจถูกทำลายเมื่อมีเครื่องจักรกลในไร่นาทับ ในการวางระบบถนนในไร่นาจะต้องพิจารณา

- ความสะดวกในการดำเนินการส่งน้ำ
- ทางให้เครื่องจักรกลเข้าไปสู่แปลงเพาะปลูก
- การขนผลผลิตออกจากแปลงนา
- การใช้งานของถนน และความแห้งของถนน

1.2.13 เงินทุน

เงินทุนค่าก่อสร้างระบบชลประทานในไร่นาเป็นส่วนที่เกษตรกรต้องรับผิดชอบ ควรบอกค่าใช้จ่ายของแบบต่างๆ ให้เลือกก่อนที่จะดำเนินการออกแบบในรายละเอียดต่อไป ถ้าเงินยังไม่พอ ก็เริ่มในเนื้อที่น้อยๆ แล้วขยายในภายหลัง ทั้งนี้ การพัฒนาในขั้นต้นต้องสอดคล้องกับแผนชลประทานที่จะสมบูรณ์ที่จะตามมาด้วย

1.2.14 สภาพทางฟิสิกส์

สิ่งต่างๆ บนดิน เช่น สายไฟ ท่อน้ำ ฯลฯ จะต้องนำมาพิจารณาจัดระบบชลประทานในไร่นาเลี่ยงไว้ด้วย ท่อน้ำ สายโทรศัพท์ ฯลฯ ที่ฝังใต้ดินต้องนำมาพิจารณาถึงที่ตั้งความลึกที่ฝังไว้ด้วย เพราะเป็นตัวจำกัดในการทำการรับระดับดินและขุดคูน้ำ

Windbreaks สวยผลไม้ รั้ว ฯลฯ นับว่ามีอิทธิพลต่อการวางโครงระบบชลประทาน ในไร่นา หากเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ก็ตะต้องกันออกต่างหาก

1.3 การพัฒนาระบบชลประทานในไร่นาในประเทศไทย

1.3.1 ประวัติการพัฒนาระบบชลประทานในไร่นาของประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย ก็มีประวัติการพัฒนาการชลประทานในไร่นาเช่นเดียวกับประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชีย โดยเริ่มแต่แบบพอใช้ในราคาต่ำ จนกระทั่งเมื่อมีความจำเป็นต้องเร่งรัดเพิ่มผลผลิต จึงได้มีการพัฒนาการชลประทานในโครงการที่เหมาะสมให้สมบูรณ์ถึงขั้นสุดท้าย เพื่อให้น้ำชลประทานถึงหัวไร่ปลายนา และทำการเพาะปลูกได้มากกว่าปีละหนึ่งครั้ง โดยดำเนินการจัดรูปที่ดิน

ในระยะเริ่มแรก ได้มีการก่อสร้างระบบชลประทานเพื่อเติมน้ำฝนตามฤดูกาล เพื่อรักษาผลิตผลในฤดูการทำนาให้สม่ำเสมอ การปลูกพืชในฤดูแล้งจะทำได้ก็ต่อเมื่อมีระบบส่งน้ำที่เหมาะสมไปจนถึงระดับไร่นา จึงได้มีการริเริ่มการปรับปรุงขึ้นในโครงการเจ้าพระยาตอนบน นับเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาระบบส่งน้ำ ทั้งนี้ได้เริ่มในปี พ.ศ. 2505 ตามโครงการคัน-คูน้ำ โดยเพิ่มโครงการข่ายคูส่งน้ำที่จะนำเข้าสู่แปลงนาได้ใกล้ชิดยิ่งขึ้น ให้เข้ากับโครงข่ายคลองส่งน้ำที่มีอยู่แล้วแต่เดิม คูส่งน้ำเหล่านี้มีระยะห่างประมาณ 400-500 เมตร แต่ละสายมีความยาว 1-2 กม. ซึ่งแต่เดิมก่อนที่จะมีคูส่งน้ำเหล่านี้ น้ำจะไหลจากคลองส่งน้ำตามท่อส่งน้ำเข้านาออกไปบ่าท่วมทุ่งนา ย่อมมีการสูญเสียน้ำเป็นจำนวนมาก บางแปลงได้รับน้ำน้อยหรือไม่ได้รับเลยในขณะที่บางแปลงได้รับน้ำมากเกินไปจนท่วม ยิ่งไปกว่านั้นนาแปลงที่อยู่ห่างคลองส่งน้ำออกไปมากๆ จะรับน้ำได้ยากและล่าช้าไปมาก

การจัดรูปที่ดินคืออะไร

การจัดรูปที่ดินนั้นก็คือ การพัฒนาที่ดินในไร่นาของเกษตรกรให้ได้รับน้ำชลประทานทั่วถึงทุกแปลง และปรับปรุงพื้นที่เพาะปลูกให้ใช้ทำประโยชน์ได้สูงสุด โดยจัดรูปร่างหรือโยกย้ายแปลงเพาะปลูกเดิมให้สะดวกต่อการทำการเพาะปลูก เช่น รูปร่างแปลงเดิมบิดเบี้ยวก็จัดใหม่ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เจ้าของเดียวกันมีที่ดินหลายแปลงแยกกันอยู่ในบริเวณใกล้กันก็สับเปลี่ยนย้ายที่ให้

รวมอยู่เป็นแห่งเดียวติดต่อกัน ปรับระดับดินสูง ๆ ต่ำๆ ให้สม่ำเสมอ แล้วจึงขุดคูส่งน้ำ คูระบายน้ำ และทำทางลำเลียงผ่านแปลงเพาะปลูกโดยทั่วถึงทุกแปลงให้ได้รับน้ำโดยตรงจากคูน้ำและสามารถลำเลียงขนส่งจากไร่นาสู่ถนนสายใหญ่ได้ นอกจากนั้นยังได้รวมงานพัฒนากิจกรรมต่างๆ ที่สนับสนุนการทำการเกษตร เช่น การส่งเสริมการเกษตร การสหกรณ์ ฯลฯ ไว้ในโครงการจัดรูปที่ดินด้วย

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ชัดเจนว่าการจัดรูปร่าง หรือโยกย้ายแปลงเพาะปลูกเป็นเพียงส่วนหนึ่งของงานจัดรูปที่ดินเท่านั้น แต่งานส่วนใหญ่ ได้แก่ การจัดสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในไร่นาเพิ่มเติมขึ้น เช่น คูส่งน้ำ คูระบายน้ำ ทางลำเลียง อาคารชลประทานในคูส่งน้ำ ตลอดจนการปรับระดับพื้นที่ดินเท่าที่จำเป็น เพื่อให้ทุกแปลงได้รับความสะดวกเรื่องน้ำและทางลำเลียงอย่างทั่วถึง แต่ที่ต้องมีการโยกย้ายหรือจัดรูปร่างแปลงใหม่ด้วยนั้นก็เพื่อให้วางระบบคูน้ำและทางลำเลียงผ่านแปลงต่างๆ ได้ง่ายขึ้นตลอดจนเจ้าของที่ดินสามารถใช้ที่ดินที่มีที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิม

1.3.2 ประเภทของการพัฒนาแปลงเพาะปลูกโดยการจัดรูปที่ดิน

การพัฒนาแปลงเพาะปลูกโดยการจัดรูปที่ดินนั้นเป็นงานถึงระดับไร่นาจึงประณีต และบริการความสะดวกเรื่องน้ำดีกว่างานตามโครงการคันและคูน้ำที่ได้เคยดำเนินการมาแล้วในระยะก่อนที่จะพัฒนาถึงขั้นจัดรูปที่ดิน แต่การพัฒนาโดยการจัดรูปที่ดินนั้น ค่าลงทุนและเกษตรกรเจ้าของที่ดินต้องมีส่วนเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างตามพระราชบัญญัติจัดรูปที่ดิน

เพื่อให้การดำเนินงานจัดรูปที่ดินเป็นไปโดยกว้างขวางในพื้นที่ที่มีน้ำชลประทานเพียงพอเพาะปลูกได้ตลอดปี ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศ ภาวะเศรษฐกิจ แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม จึงสมควรแบ่งการจัดรูปที่ดินเป็น 2 ประเภท กล่าวคือ

1) พัฒนาสมบูรณ์แบบ (Intensive Development)
2) พัฒนาบางส่วน (Extensive Development)

การพัฒนาประเภทพัฒนาบางส่วน แม้จะไม่สามารถอำนวยความสะดวกได้ครบถ้วนเหมือนประเภทพัฒนาสมบูรณ์แบบก็ตาม แต่ได้จัดให้มีคูส่งน้ำและคูระบายน้ำ ซึ่งถือได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นอันดับแรกสำหรับเกษตรกรอย่างเพียงพอทุกแปลงได้รับน้ำทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ส่วนทางลำเลียงในไร่นา การจัดรูปแปลง จะกระทำเท่าที่จำเป็นตามความเหมาะสม

สำหรับการพัฒนาชนิดสมบูรณ์แบบนั้นดังได้เคยกล่าวมาแล้วในความหมายของการจัดรูปที่ดินว่าเป็นการพัฒนาพื้นที่เพาะปลูกตั้งแต่จัดให้มีการจัดรูปร่างหรือโยกย้ายแปลงใหม่ การปรับระดับพื้นที่แปลง ทำการขุดคูส่งน้ำ คูระบายน้ำและทางลำเลียง เพื่อให้ทุกแปลงได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้อย่างทั่วถึง อย่างไรก็ตามหลักเกณฑ์และวิธีการในทางปฏิบัติในการพัฒนาแบบสมบูรณ์นี้แต่ละโครงการจะมีรูปแบบเป็นแนวเดียวกันอยู่แล้วดังได้กล่าวไว้ข้างต้น แต่การพัฒนาบางส่วนนั้นอาจแบ่งเป็นประเภทย่อยได้หลายระดับ ดังนั้น จึงขอเสนอเรื่องการพัฒนาพื้นที่เพาะปลูกแบบพัฒนาบางส่วน (Extensive Development) ดังต่อไปนี้

ลักษณะการพัฒนาแบบบางส่วน (Extensive Development)

ลักษณะการพัฒนาชนิด Extensive อาจแบ่งออกเป็นหลายระดับตามอัตราค่าลงทุนและความสะดวกที่จะได้รับมากน้อยเพียงไร เมื่อไม่รวมลักษณะงานตามโครงการคันและคูน้ำที่ได้ดำเนินการมาก่อนโครงการจัดรูปที่ดินแล้ว อาจจะแบ่งลักษณะการพัฒนาแบบบางส่วน (Extensive) ออกเป็น 4 แบบ ตามลำดับต่อไปนี้

แบบที่ 1

ขุดคูส่งน้ำจากท้ายท่อส่งน้ำเข้านา โดยมีแนวคูส่งน้ำลัดเลาะไปตามความสูงต่ำของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแนวคูส่งน้ำแต่ละสายประมาณ 400 ถึง 500 เมตร มีคูระบายน้ำผ่านพื้นที่ลุ่ม เพื่อระบายน้ำที่เกินความต้องการไปสู่คลองระบายน้ำ และมีถนนหรือทางลำเลียงเพื่อเชื่อมกับภายนอกเท่าที่จำเป็น ไม่จัดรูปแปลงใหม่ ไม่ปรับระดับพื้นที่

แบบที่ 2

ขุดคูส่งน้ำ คูระบายน้ำผ่านตามแนวแปลงกรรมสิทธิ์เดิม และตามความลาดเทของพื้นที่ โดยมีคูส่งน้ำและคูระบายน้ำผ่านทุกแปลงหรือเกือบทุกแปลง และมีถนนหรือทางลำเลียงในไร่นา เพื่อเชื่อมกับภายนอกเท่าที่จำเป็น ไม่จัดรูปแปลงใหม่ ไม่ปรับระดับพื้นที่

แบบที่ 3

ขุดคูส่งน้ำ คูระบายน้ำ และถนนหรือทางลำเลียงในไร่นาผ่านทุกแปลงหรือเกือบทุกแปลง จัดรูปแปลงใหม่เพื่อให้จัดวางแนวคูส่งน้ำ คูระบายน้ำ และถนนได้เหมาะสม มีแนวตรงแต่ไม่โยกย้ายสับเปลี่ยนแปลงเพาะปลูกเดิมมากนัก ขนาดของแต่ละแปลงมีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ การจัดรูปแปลงใหม่ยึดถือเขตแปลงกรรมสิทธิ์เดิมเป็นหลักมากที่สุด ไม่ปรับระดับพื้นที่ ถ้าจำเป็นต้องปรับพื้นที่ให้เจ้าของที่ดินดำเนินการเอง

แบบที่ 4

คล้ายกับแบบที่ 3 แต่การจัดรูปแปลงต้องโยกย้ายและสับเปลี่ยนแปลงเพาะปลูกเดิมมากกว่า จึงทำให้แปลงที่จัดรูปที่ดินใหม่แล้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาดความกว้างและความยาวแต่ละแปลงเกือบเท่าๆ กัน เจ้าของเดียวกันมีที่ดินอยู่หลายแปลงกระจายกันอยู่บริเวณใกล้กัน อาจจะรวมให้อยู่แห่งเดียวติดต่อกันเท่าที่กระทำได้ มีคูส่งน้ำ คูระบายน้ำ และถนนหรือทางลำลียงในไรนาผ่านทุกแปลง แต่ไม่ปรับระดับพื้นที่ ถ้าจำเป็นต้องปรับพื้นที่ให้เจ้าของที่ดินดำเนินการเอง

2. การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำที่ต้องส่งให้แปลงเพาะปลูก
Irrigation Water Requirement Determination

เมื่อทราบลักษณะการพัฒนารวมทั้งส่วนประกอบของระบบชลประทานในไร่นาแล้วในหัวข้อที่ 1 ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบ โดยจะเน้นไปที่ระบบส่งน้ำที่สำคัญคือคูส่งน้ำ(Farm Ditch) ซึ่งเป็นทางน้ำที่รับน้ำมาจากคลองส่งน้ำ เพื่อส่งไปยังแปลงเพาะปลูกโดยตรงก่อนที่จะจ่ายเข้าสู่แปลงเพาะปลูกด้วยระบบการให้น้ำวิธีต่างๆเช่นร่องคู ท่วมเป็นผืน หรือใช้เครื่องสูบน้ำ สูบต่อเพื่อเข้าสู่ระบบการให้น้ำด้วยท่อแรงดันต่างๆเช่น สปริงเกลอร์ น้ำหยด เป็นต้น ข้อมูลสำคัญที่ต้องนำมาใช้ประกอบการออกแบบระบบชลประทานในไร่นาคือปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการส่งผ่านคูส่งน้ำไปให้กับแปลงเพาะปลูก โดยมีผู้เสนอสูตรในการคำนวณอยู่มากด้วยกัน ในที่นี้จะแยกเป็นสูตรสำหรับการส่งน้ำแบบตลอดเวลาและการส่งน้ำแบบหมุนเวียน และแยกเป็นสำหรับนาข้าวและสำหรับพืชไร่

2.1 การคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องส่ง

1) ปริมาณน้ำต้นคูส่งน้ำ **<u>กรณีส่งน้ำแบบตลอดเวลา สำหรับนาข้าว</u>** จะคำนวณด้วยสูตรดังนี้

$$Q = \frac{AD}{86400} \times \frac{1}{E} \qquad \text{.....2-1}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลที่ต้นคูส่งน้ำ (ลบ.ม. ต่อ วินาที)

A = พื้นที่ที่จะส่งน้ำให้ (ตร.ม.)

D = ความลึกของน้ำชลประทานที่ต้องการที่แปลง (เมตร ต่อ วัน)

= ET + P – R

ET = อัตราการใช้น้ำของพืช (เมตร ต่อ วัน)

P = อัตราการรั่วซึมของน้ำในแปลงนา (เมตร ต่อ วัน)

R = ปริมาณฝนใช้การ (เมตร ต่อ วัน)

E = ประสิทธิภาพการชลประทานระดับไร่นา

= ประสิทธิภาพการส่งน้ำของคูส่งน้ำ x ประสิทธิภาพการให้น้ำในแปลง

2) ปริมาณน้ำต้นคูส่งน้ำ **<u>กรณีส่งน้ำแบบหมุนเวียน สำหรับนาข้าว</u>**

$$Q = \frac{AD_r}{T} \times \frac{1}{E} \quad \text{.....2-2}$$

เมื่อ Dr = ความลึกของน้ำชลประทานที่ต้องส่งแต่ละครั้ง (เมตร)

= D x Pr

Pr = ระยะเวลาระหว่างรอบเวรส่งน้ำ (วัน)

T = ระยะเวลาการส่งน้ำของคูส่งน้ำ (วินาที)

3) สูตรคำนวณปริมาณน้ำต้นคูส่งน้ำ **<u>กรณีส่งน้ำแบบหมุนเวียน สำหรับนาข้าว</u>** สูตรอื่นๆ

3.1) สูตรของไต้หวัน เป็นสูตรที่ใช้ในไต้หวัน โดย Provincial Water Conservancy Bureau of Taiwan เพื่อกำหนดปริมาณความต้องการน้ำสูงสุดของคูส่งน้ำ หรือขนาดของเครื่องสูบน้ำ ดังนี้

$$Q_{max}\ (\text{ม.}^3/\text{วัน}) = \left[\frac{AD_S}{N} + AD_t\right] . \frac{1}{1-L} \quad \text{.....3-1}$$

$$Q_{max}\ (\text{ม.}^3/\text{วินาที}) = \left[\frac{AD_S}{NT} + \frac{AD_t}{T}\right] . \frac{1}{1-L} \quad \text{.....3.1.1}$$

A = พื้นที่แฉกส่งน้ำ เป็น ตารางเมตร

D_t = ความต้องการใช้น้ำของข้าวรวมทั้งการรั่วซึม (ET+P) เมตร ต่อ วัน

D_s = ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมแปลง เป็นเมตร

= $D_{ss} + D_{st}$

D_{st} = ความลึกของน้ำที่ต้องการให้ขังอยู่เหนือดิน เป็นเมตร

D_{ss} = ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว เป็นเมตร

= ความลึกของชั้นดินที่ต้องการให้ดินอิ่มตัว x เปอร์เซ็นต์ช่องว่างในดิน x (1 - เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน) เช่น ความลึกของชั้นดินที่ต้องการให้อิ่มตัว = 0.50 เมตร

เปอร์เซ็นต์ของช่องว่างในดิน = 40 %

เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน = 30 %

D_{ss} = 0.50 x 0.40 x 0.70 = 0.14 เมตร

N = จำนวนวันที่กำหนดในการเตรียมแปลงปักดำในพื้นที่ A

T = จำนวนวินาทีในหนึ่งวัน = 86,400 วินาที

L = การสูญเสียน้ำในคูน้ำ หน่วยเป็นทศนิยม

3.2) สูตรของ Chow สำหรับสมการที่ 3-1 นี้ Chow ได้แก้ไขใหม่เพื่อใช้ในการส่งน้ำแบบหมุนเวียนในไต้หวัน เป็นดังนี้ คือ

$$Q = \frac{A}{8.64}\left[\frac{d_s}{P_s}+\frac{d_r}{P_r}\right]\cdot\frac{1}{1-L} \qquad \text{.....3-2}$$

เมื่อ Q = ปริมาณการไหลของน้ำในคูส่งน้ำ เป็น ลบ.เมตร ต่อวินาที

A = พื้นที่ส่งน้ำเฮกแตร์ (10,000 ตร.เมตร)

d_s = ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมแปลง เป็นเมตร

= ความลึกของน้ำที่ต้องการให้ขังบนดิน + ความลึกของน้ำที่ทำให้ดินอิ่มน้ำ

d_r = ความลึกของน้ำที่ต้องส่งให้พืชแต่ละครั้งในแปลงนาที่ปักดำ เป็นเมตร

P_r = ระยะเวลารอบเวรส่งน้ำ เป็นวัน

P_s = ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมแปลง เป็นวัน

L = การสูญเสียน้ำเนื่องจากการส่งน้ำ เป็นทศนิยม

สมการที่ 3-1 จะเท่ากับสมการ 3-2 เมื่อ d_r เท่ากับ $D_t \times P_r$

3.3) สูตรของญี่ปุ่น สำหรับสูตรที่ใช้ในประเทศญี่ปุ่น คือ

$$Q_{max} = \frac{10A}{n}\left[\, S+(n-1)\,d \,\right]\frac{1}{1-L} \qquad \text{.....3-3}$$

เมื่อ Q_{max} = ปริมาณการไหลของน้ำมากที่สุดในคูส่งน้ำ เป็น ลบ.เมตร ต่อ วัน

A = พื้นที่ส่งน้ำชลประทาน เป็นเฮกแตร์ (10,000 ตร.เมตร)

d = ปริมาณน้ำใช้ประจำวัน เป็น มม. ต่อ วัน

s = ความลึกของน้ำที่ต้องการใช้ในเตรียมแปลง เป็น มม.

= ความลึกของน้ำที่ต้องการให้ขังบนผิวดิน + ความลึกของน้ำที่ทำให้ดินอิ่มน้ำ

n = จำนวนวันที่ใช้ในการเตรียมแปลง

L = การสูญเสียน้ำเนื่องจากการส่งน้ำ เป็นทศนิยม

4. Goor-Zijlstra-Wen Formula (GZW Formula)

4.1) สูตรของ Van de Goor และ Zijlstra V.D Goor และ Zijlstra ได้ทำการพัฒนาสูตรนี้ในขณะที่ปฏิบัติหน้าที่ให้องค์การอาหารและเกษตร (FAO) ณ ประเทศมาเลเซีย ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2504 ถึงเดือน เมษายน พ.ศ. 2511 คือ

$$I = \frac{M_e^{MT/s}}{e^{MT/s\,-1}} \cdot \frac{1}{1-L} \qquad \text{.....4-1}$$

เมื่อ M = ปริมาณน้ำใช้ของพืช เป็น มม. ต่อ วัน

I = ปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้เพื่อการเตรียมแปลงทั้งหมดนี้ จะต้องส่งให้เป็น มม. ต่อ วัน

T = จำนวนวันที่ใช้ในการเตรียมแปลง

s = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง เป็น มม.

L = การสูญเสียเนื่องจากการส่งน้ำ เป็นทศนิยม

ซึ่งสมการที่ 4-1 จะเท่ากับสมการที่ 4-2

4.2) สูตรของ Wen ในปี พ.ศ. 2515 L.J. Wen ได้ทำการเผยแพร่สูตรซึ่งได้มาจากการศึกษาจากการทำวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาโทของเขาเองในปี พ.ศ. 2513 ซึ่งเป็นสูตรที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง และใช้เป็นแม่บทในการประยุกต์เป็นสูตรอื่นๆ ที่ดียิ่งขึ้น คือ

$$Q_m\,(\text{ม.}^3/\text{วัน}) = \frac{AD_t}{\left(1-e^{-(D_t/D_s)\cdot N}\right)} \cdot \frac{1}{1-L} \qquad \text{.....4-2}$$

$$Q_m\,(\text{ม.}^3/\text{วินาที}) = \frac{AD_t}{T\left(1-e^{-(d_t/D_s)\cdot N}\right)} \cdot \frac{1}{1-L} \qquad \text{.....4.2.1}$$

เมื่อ Q_m = ปริมาณความต้องการน้ำสูงสุดที่ต้องใช้ เป็น ลบ.เมตร ต่อ วัน

A = พื้นที่แฉกส่งน้ำ เป็น ตร.เมตร

D_t = ความต้องการใช้น้ำของข้าวในแปลงนา เป็น เมตร ต่อ วัน

D_s = ความต้องการน้ำเตรียมแปลง เป็นเมตร

= ความลึกของน้ำที่ขังอยู่บนผิวดิน + ความลึกของน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว

N = จำนวนวันที่กำหนดในการเตรียมแปลงปักดำทั้งหมด

T = จำนวนวินาทีในหนึ่งวัน = 86,400 วินาที

L = การสูญเสียน้ำในคูน้ำ หน่วยเป็นทศนิยม

e = ฐานรากค่าล็อกการิซึม = 2.718282

4.3) สูตรของ Cheng (L.T Cheng) ในกรณีที่การส่งน้ำเตรียมแปลงครั้งหนึ่งมากกว่าหนึ่งวัน Cheng ได้คิดสูตรขึ้นมาใหม่ ดังนี้

$$Q = \frac{A}{8.64}\left[\frac{d}{1-K^n}\right]\cdot\frac{1}{1-L} \qquad \text{.....4-3}$$

เมื่อ $K = \dfrac{\frac{D}{r}-\frac{d}{2}}{\frac{D}{r}+\frac{d}{2}}$

Q = ปริมาณการไหลของน้ำในคูส่งน้ำ เป็น ลบ.เมตร/วินาที

A = พื้นที่ชลประทาน เป็นเฮกแตร์

d = ปริมาณน้ำใช้ประจำวัน เป็น เมตร ต่อ วัน

D = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง เป็นเมตร

n = จำนวนวันที่ใช้ในการเตรียมแปลง

L = การสูญเสียน้ำในการส่งน้ำ เป็นทศนิยม

r = จำนวนวันที่ต้องส่งน้ำในการเตรียมแปลงสำหรับพื้นที่แต่ละแห่ง

ถ้า r = 1 และส่งปริมาณที่ใช้ในการเตรียมแปลงทั้งหมดใน 1 วัน

ค่าที่ได้จากสมการที่ 4-3 จะเท่ากับสมการที่ 4-1 และ 4-2

5.1) สูตรของ J.K. Wang Professor Jaw-Kai Wang แห่งมหาวิทยาลัยฮาวายก็ได้ปรับปรุงสูตร ขึ้นใหม่ เพื่อให้ใช้ง่ายและได้ผลดียิ่งขึ้น เรียกว่า Improved Formula

$$Q = \frac{A\cdot D_t}{1-\left(1-\frac{D_t\cdot S}{D_s}\right)^n}\cdot\frac{1}{(1-L)} \qquad \text{.....5-1}$$

เมื่อ Q = ปริมาณการไหลของน้ำในคูส่งน้ำ เป็น ลบ.เมตร ต่อ วัน

A = พื้นที่ชลประทาน เป็น ตร.เมตร

D_t = ปริมาณน้ำใช้ประจำวัน เป็น เมตร ต่อ วัน

D_s = ปริมาณน้ำใช้เพื่อเตรียมแปลงทั้งหมด เป็นเมตร

= ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว + ปริมาณน้ำที่ขังบนผิวดิน

S = ช่วงระยะเวลาหมุนเวียน เป็นวัน

n = จำนวนครั้งที่ได้รับน้ำหมุนเวียนในระยะเวลา N วัน

$\frac{N}{S}$ = จะต้องเป็นเลขจำนวนเต็ม

N = จำนวนวันที่กำหนดจะส่งน้ำเตรียมแปลงให้เสร็จ

กำหนดให้ พื้นที่แปลงส่งน้ำ (A) = 1,000 ไร่

จำนวนวันส่งน้ำเตรียมแปลง (N) = 30 วัน

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง (D_s) = 200 มม.

ความลึกของน้ำที่จะส่งเข้าแปลงนา (D_t) = 6.89 มม./วัน

ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานในแปลงนาเป็นทศนิยม (1 – L) = 0.85

ตัวอย่างที่ 1 สูตรของไต้หวัน (Q_{max})

$$Q_{max} = \left[\frac{AD_S}{N} + AD_t\right].\frac{1}{1-L} \qquad \text{.....3-1}$$

โดยที่ Q_{max} = ปริมาณความต้องการน้ำสูงสุดที่ต้องใช้เป็น เมตร^3/วัน

A = พื้นที่แฉกส่งน้ำ 16 x 10^5 เมตร^2

D_t = ความต้องการใช้น้ำของข้าวรวมทั้งการรั่วซึม (ET+P) เมตร ต่อ วัน

= 0.00689 เมตร ต่อ วัน

D_s = ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมแปลง 0.20 เมตร

N = จำนวนวันที่กำหนดในการเตรียมแปลงปักดำ 30 วัน

1 - L = ประสิทธิภาพการใช้น้ำในแปลงนาเป็นทศนิยม 0.85

แทนค่าสูตรจะได้

$$Q_{max} = \left[\frac{16\times10^5\times0.20}{30} + 16\times10^5\times0.00689\right].\frac{1}{0.85}$$

= 25,518.4 เมตร^3/วัน

= 0.295 เมตร^3 / วินาที / 1,000 ไร่

= 0.000295 เมตร^3 / วินาที / ไร่

= 0.295 ลิตร / วินาที / ไร่

ตัวอย่างที่ 2 สูตรของญี่ปุ่น

$$Q_{max} = \frac{10A}{n}\left[\ S+(n-1)\ d\ \right]\cdot\frac{1}{1-L} \quad \text{.....3-3}$$

โดยที่ Q_{max} = ปริมาณการไหลของน้ำมากที่สุดในคูส่งน้ำ เป็น เมตร^3 ต่อ วัน

A = พื้นที่ส่งน้ำชลประทาน เป็นเฮกแตร์ ในที่นี้เท่ากับ 160 เฮกแตร์

d = ปริมาณน้ำใช้ประจำวัน 6.89 มม. ต่อ วัน

S = ความลึกของน้ำที่ใช้ในเตรียมแปลง 200 มม.

n = จำนวนวันที่ใช้ในการเตรียมแปลง 30 วัน

1 - L = 0.85

แทนค่าสูตรจะได้

$$R_{max} = \frac{10\times160}{30}\left[\ 200+(30-1)\ 6.89\ \right]\cdot\frac{1}{0.85}$$

= 25,086.12 เมตร^3/วัน

= 0.290 เมตร^3 / วินาที / 1,000 ไร่

= 0.00029 เมตร^3 / วินาที / ไร่

= 0.290 ลิตร / วินาที / ไร่

ตัวอย่างที่ 3 สูตรของ Wen

$$Q_m = \frac{AD_t}{\left(1-e^{-(D_t/D_s)\cdot N}\right)}\cdot\frac{1}{1-L} \quad \text{.....4-2}$$

โดยที่ Q_m = ปริมาณความต้องการน้ำสูงสุดที่ต้องใช้ เป็น เมตร^3 ต่อ วัน

A = พื้นที่แฉกส่งน้ำ 16×10^5 เมตร^2

D_t = ความต้องการน้ำของข้าว รวมการรั่วซึม

= 0.00589 + 0.0010 = 0.00689 เมตร ต่อ วัน

D_s = ความต้องการน้ำเตรียมแปลง 0.20 เมตร

N = จำนวนวันที่กำหนดในการเตรียมแปลงปักดำ 30 วัน

1 - L = 0.85

e = 2.718

แทนค่าสูตรจะได้

$$Q_m = \frac{16\times10^5\times0.00689}{\left(1-2.718^{-(0.00689/0.20)30}\right)}\times\frac{1}{0.85}$$

= 20,131.2 เมตร^3/วัน

= 0.233 เมตร^3 / วินาที / 1,000 ไร่

= 0.000233 เมตร^3 / วินาที / ไร่

= 0.233 ลิตร / วินาที / ไร่

ตัวอย่างที่ 4 สูตรของ Cheng

$$Q = \frac{A}{8.64}\left[\frac{d}{1-K^n}\right]\cdot\frac{1}{1-L} \quad \text{.....4-3}$$

โดยที่ Q = ปริมาณการไหลของน้ำในคูส่งน้ำ เป็น เมตร^3/วินาที

A = พื้นที่ชลประทานเป็นเฮกแตร์ ในที่นี้เท่ากับ 160 เฮกแตร์

d = ปริมาณน้ำใช้ประจำวัน 0.00689 เมตร ต่อ วัน

D = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง 0.20 เมตร

n = จำนวนวันที่ใช้ในการเตรียมแปลง 30 วัน

1 - L = 0.85

r = 1

$$K = \frac{\frac{D}{r}-\frac{d}{2}}{\frac{D}{r}+\frac{d}{2}} = \frac{0.20-0.00689/2}{0.20+0.00689/2} = 0.9661$$

แทนค่าสูตรจะได้

$$Q = \frac{160}{8.64}\left[\frac{0.00689}{1-(0.9661)^{30}}\right]\cdot\frac{1}{0.85}$$

= 0.233 เมตร^3 / วินาที / 1,000 ไร่

= 0.000233 เมตร^3 / วินาที / ไร่

= 0.233 ลิตร / วินาที / ไร่

ตัวอย่างที่ 5 สูตรของ J.K Wang

$$Q = \frac{A \cdot D_t}{1-\left(1-\frac{D_t \cdot S}{D_s}\right)^n} \cdot \frac{1}{(1-L)} \quad \text{.....5-1}$$

โดยที่ Q = ปริมาณการไหลของน้ำในคูส่งน้ำ เป็น เมตร^3 ต่อ วัน

A = พื้นที่ชลประทาน 16 x 10^5 เมตร^2

D_t = ปริมาณน้ำใช้ประจำวัน 0.00689 เมตร ต่อ วัน

D_s = ปริมาณน้ำใช้เพื่อเตรียมแปลงทั้งหมด 0.20 เมตร

S = ช่วงระยะเวลาหมุนเวียน 6 วัน

n = จำนวนครั้งที่ได้รับน้ำหมุนเวียน 5 วัน

แทนค่าสูตรจะได้

$$Q = \frac{16\times10^5\times0.00689}{1-\left(1-\frac{0.00689\times6}{0.20}\right)^5}\times\frac{1}{0.85}$$

= 18,921.6 เมตร^3/วัน

= 0.219 เมตร^3 / วินาที / 1,000 ไร่

= 0.000219 เมตร^3 / วินาที / ไร่

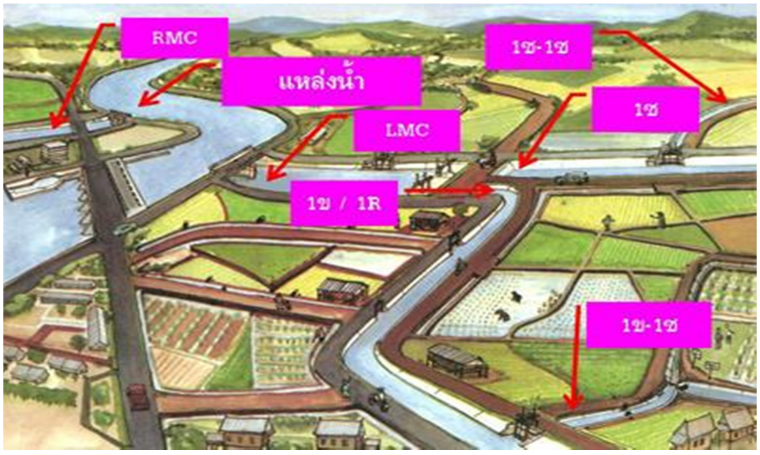
= 0.219 ลิตร / วินาที / ไร่

3. การออกแบบคูน้ำ

Design of Farm Ditch

3.1 ความหมาย

คูส่งน้ำ (Farm Ditch) หมายถึงทางน้ำขนาดเล็ก ที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่นำน้ำออกจากคลองส่งน้ำ เพื่อไปส่งต่อให้ถึงยังแปลงเพาะปลูกได้อย่างทั่วถึง อาจถือได้ว่าเป็นทางน้ำชุดสุดท้ายที่ทำหน้าที่ส่งน้ำนับตั้งแต่แหล่งน้ำเรื่อยมาจนถึงพื้นที่เพาะปลูก(รูปที่ 3.1) นิยมออกแบบรูปตัดคูส่งน้ำให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (รูปที่3.2) หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า (รูปที่3.3) และจะเป็นแบบมีการดาดผิวด้วยคอนกรีต (นิยมเรียกว่า คูดาด)หรือเป็นแบบไม่ดาดผิวด้วยอะไรเลยก็ได้ ที่เรียกว่า คูดิน



รูปที่ 3.1 ระบบส่งน้ำ



รูปที่3.2 คูส่งน้ำดาดคอนกรีต รูปตัดสี่เหลี่ยมคางหมู



รูปที่ 3.3 คูส่งน้ำดาดคอนกรีต รูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า

3.2 การเรียกชื่อคูส่งน้ำ

เนื่องจากคูส่งน้ำเป็นทางน้ำที่ขุดขึ้นแยกออกจากคลองส่งน้ำ การเรียกชื่อจึงต้องมีการอ้างอิงจากคลองส่งน้ำด้วย จากหลักและวิธีการที่กรมชลประทานใช้เรียกชื่อกำหนดว่า คูส่งน้ำที่ขุดออกจาก**ฝั่งซ้ายมือ**ของคลองส่งน้ำให้ใช้หมายเลขเป็น **เลขคี่** หากคูส่งน้ำขุดออกจาก**ฝั่งขวา**ของคลองส่งน้ำ ให้ใช้เป็น **เลขคู่** โดยไล่ลำดับเลขมากไปหาน้อย จากต้นคลองไปหาปลายคลอง

ถ้าเป็นคูส่งน้ำที่ขุดออกจากคลองสายใหญ่ ให้แสดงชื่อคูนั้นด้วยเลข 3 หลัก เช่น คูสายที่หนึ่งและสายที่สอง ที่ขุดออกทางฝั่งซ้ายของคลองส่งน้ำสายใหญ่ จะมีชื่อว่า คูสาย 001 และ 003 ตามลำดับ ในขณะเดียวกันหากเป็นคูส่งน้ำสายที่ขุดออกจากทางฝั่งขวาของคลองสายใหญ่ สายที่หนึ่งและที่สอง จะมีชื่อคูว่า คูสาย002 และ 004 ตามลำดับ

สำหรับคูส่งน้ำที่ขุดออกจากคลองสายซอย(คลองที่แยกจากคลองสายใหญ่) ให้แสดงชื่อคูนั้นด้วยเลข 2 หลักเช่น คูสายที่หนึ่งและสายที่ สอง ที่ขุดออกทางฝั่งซ้ายของคลองส่งน้ำสายซอย จะมีชื่อว่า คูสาย 01 และ 03 ตามลำดับ ในขณะเดียวกันหากเป็นคูส่งน้ำสายที่ขุดออกจากทางฝั่งขวาของคลองสายซอย สายที่หนึ่งและที่สอง จะมีชื่อคูว่า คูสาย 02 และ 04 ตามลำดับ

ในบางกรณีมีการขุดคูแยกออกจากคูสายหลักก็มี คูสายซอยที่แยกออกมาให้เรียกชื่อตามหลังคูสายหลักด้วยตัวเลขคี่ และ คู่ หลักการเดียวกันคือหากแยกออกทางฝั่งซ้ายเป็นเป็นเลขคี่ แยกออกทางฝั่งขวาเป็นเลขคู่ ต่อท้ายชื่อคูสายหลักเช่น 003-1 005-3 02-2 04-6 เป็นต้น

3.3 งานคันคูน้ำ (Ditch and Dike)

งานคันคูน้ำ เป็นหนึ่งใน 2 รูปแบบของงานพัฒนาระบบชลประทานในแปลงนาที่กรมชลประทานดำเนินการอยู่ คือ งานคันคูน้ำและงานจัดรูปที่ดิน สำหรับงานคันคูน้ำนี้กรมชลประทานได้รับการแนะนำและสนับสนุนจากคณะผู้เชี่ยวชาญขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) เมื่อปี พ.ศ. 2491 ให้จัดทำคันคูและคูน้ำเพื่อรับน้ำจากคลองส่งน้ำชลประทานไปยังแปลงนา เพื่อจะได้ส่งน้ำได้รวดเร็วและทั่วถึงอันจะทำให้สามารถผลิตข้าวเพิ่มขึ้นและสม่ำเสมอทุกปี และสามารถจะเปลี่ยนจากการทำนาหว่านให้เป็นนาดำได้อีกด้วย สำหรับประวัติเกี่ยวกับการดำเนินงานคันคูน้ำของกรมชลประทานโดยสังเขปมีดังนี้

ใน ปี 2491 กรมชลประทานได้รับการแนะนำและสนับสนุนจากคณะผู้เชี่ยวชาญขององค์การอาหาร และเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ให้เริ่มจัดทำคันนาและคูน้ำเพื่อรับน้ำจากคลองชลประทานไปยัง แปลงนา และได้เริ่มแปลงทดลองในปี 2492 ที่โครงการฯ โพธิ์พระยา และโครงการฯสามชุก

ปี 2495 - 2503 ได้ขยายงานก่อสร้างคันนาและคูน้ำ ในเขตโครงการชลประทานต่าง ๆ ในพื้นที่ ที่เกษตรกรมีความสนใจและอยากให้ทำเป็นแปลงตัวอย่าง รวมเนื้อที่ประมาณ 640,000 ไร่ โดยอาศัย พ.ร.บ. คันนาและคูน้ำ พ.ศ. 2484 (วัตถุประสงค์ของ พ.ร.บ. ฉบับนี้ต้องการให้เจ้าของนาทำคันนาและคูน้ำรวมที่ดินแปลงใหญ่เนื้อที่เกิน 50 ไร่ เพื่อประโยชน์ของการกระจายน้ำและเก็บกักน้ำในแปลงนา) ตามรูปแบบบริษัท คูนาสยามและการดำเนินงานในสมัยนั้น กองชลประทานหลวง(โดยโครงการคันและคูน้ำ แผนกเกษตร ชลประทาน) เป็นผู้ให้คำแนะนำและให้ราษฎรเจ้าของที่ดินร่วมจัดทำกันเอง

ปี 2504 เป็นปีแรกที่ได้ตั้งงบประมาณของกรมชลประทาน เพื่อเป็นค่าดำเนินงานส่งเสริมและแนะนำการจัดทำคันคูน้ำ และจัดทำแปลงตัวอย่างประกอบกับ พ.ร.บ.คันนาและคูน้ำ พ.ศ.2484ไม่มีผลตามเจตนาที่ตรากฎหมายนี้ขึ้น เพราะการใช้ที่ดิน (Land Use) บางท้องที่ไม่ได้ทำนาอย่างเดียว หากแต่มีการทำไร่และการทำนาในทุ่งเดียวกันและในเวลาเดียวกันด้วย จึงจำเป็นต้องตรา พ.ร.บ. คันและคูน้ำ พ.ศ. 2505 ขึ้นใช้แทน

วิวัฒนาการงานก่อสร้างคันคูน้ำ

ในระยะเริ่มงานซึ่งยังไม่มีปัญหาเกี่ยวกับน้ำต้นทุนมีจำกัด การจัดการน้ำชลประทานในไร่นาจึงยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร ต่อมาเมื่อมีความจำเป็นต้องเร่งเพิ่มผลผลิตในเขตชลประทานให้เพียงพอกับความ ต้องการบริโภคภายในประเทศ และเป็นสินค้าส่งออก ประกอบกับเริ่มมีปัญหาเรื่องน้ำต้นทุนตลอดจนการสูญเสียของน้ำชลประทานในแปลงนาเกินความจำเป็น รัฐฯ ก็ให้เพิ่มความสนใจเกี่ยวกับการ

จัดการน้ำ ชลประทานในไร่นา และก็ได้มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงรูปแบบของงานให้เหมาะสมมาโดยลำดับ ซึ่งสามารถสรุปเป็นห้วงเวลาได้ดังนี้

ปี 2495 - 2503 ดำเนินการในพื้นที่ซึ่งเกษตรกรมีความสนใจ และอยากให้ทำเป็นแปลงตัวอย่าง กรมชลประทานเป็นผู้ให้คำแนะนำและเกษตรกรเป็นผู้สร้างเอง

ปี 2504 - 2520 ดำเนินการก่อสร้างโดยงบประมาณกรมชลประทาน ใช้วิธีกำหนดแนวคูน้ำในแผนที่ ภูมิประเทศ มาตราส่วน1:20,000

ปี 2521 ได้นำวิทยาการแผนใหม่ ด้านการสำรวจ-ออกแบบ เพื่อให้คุณภาพของงานสูงขึ้นจัดทำแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 แสดงเส้นชั้นความสูง 25 ซม. และได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการ งานสำรวจออกแบบและก่อสร้างแต่ละงานโดยลำดับต่างปีกัน

ปี 2523 เริ่มจัดทำงานสำรวจ ทำแผนทีภาพถ่ายดัดแก้ ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องของผลงานสำรวจ ภูมิประเทศ

ปี 2524 เริ่มทำแผนที่สำรวจแปลงกรรมสิทธิ์ ทั้งนี้เพื่อออกแบบและก่อสร้างคูน้ำแบบลัด และตามแนวเขตแปลงกรรมสิทธิ์ เพื่อให้การส่งน้ำได้ทั่วถึง แปลงเพาะปลูกมากขึ้นและให้ความยุติธรรมในการใช้ที่ดิน เพื่อการก่อสร้างตัวคูน้ำ

ปี 2528 เปลี่ยนรูปแบบอาคารจากเดิม เพื่อให้สะดวกแก่การก่อสร้างบำรุงรักษา ประหยัดและ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน เช่นเพิ่มให้มีฝาปิดหน้าท่อส่งน้ำเข้าแปลงนา ใช้อาคาร Steep Slope แทน ในพื้นที่ลาดชัน ซึ่งเดิมใช้รางเทและใช้อาคารประเภทท่อทางข้ามทำหน้าที่อัดน้ำเป็นการเพิ่มประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น

ปี 2530 ได้รับงบประมาณเพื่อเป็นค่าดำเนินการ “ส่งเสริมการใช้น้ำในระดับไร่นา” สำหรับในช่วงปีแรกของงานก่อสร้าง-คันคูน้ำ เพื่อปูพื้นฐานฝึกความพร้อมของเกษตรกรในรูปของกลุ่มเกี่ยวกับการใช้น้ำ โดยได้รับความเห็นชอบด้านนโยบายและงบประมาณให้หน่วยงานต่างๆร่วมรับผิดชอบการดำเนินงานโดย

1. สำนักชลประทานและโครงการส่งน้ำฯมีหน้าที่รณรงค์เร่งรัดจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ

2. ฝ่ายพัฒนาการใช้น้ำในแปลงนา ทำหน้าที่แนะนำให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่ส่งน้ำของโครงการและเกษตรกร ให้เข้าใจถึงวิธีการใช้น้ำ วิธีการส่งน้ำ การรวมและจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ

นอกจากนี้ยังดำเนินงานส่งเสริมกิจกรรมต่อเนื่องของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำเพื่อ ร่วมกันดูแลการใช้น้ำ การบำรุงรักษาคูส่งน้ำ และอาคารประกอบให้อยู่ในสภาพดี ใช้งานได้ตลอดไป สรุปลักษณะหน้าที่ก็คือเป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ

ปี 2533 เพื่อบทบาทการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการก่อสร้างคันคูน้ำในโครงการที่เกษตรกร มีความพร้อม เพื่อให้เกิดความรู้สึกผูกพันเป็นเจ้าของ โดยเกษตรกรร่วมลงแรงก่อสร้างดาดคอนกรีตคูส่งน้ำและลงแรงสร้างท่อรับน้ำเข้าแปลงของตนเอง โดยรัฐสนับสนุนตั้งงบประมาณเฉพาะค่าวัสดุ และควบคุมงานให้ซึ่งเป็นงานในรูปแบบประชาอาสา การ วิวัฒนาการเพื่อให้เหมาะสมกับสภาวการณ์ ตามยุค ตามสมัยนั้น อาจได้รับการพัฒนาปัจจัยการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เป็นต้นว่า ทำให้การใช้น้ำประหยัดขึ้น ลดการสูญเสียลงอีก คูน้ำอาจจำเป็นต้องสั้นลง- ตรงขึ้น อาจต้องจัดรูปแปลงเสียใหม่ นั่นคือการพัฒนาขั้นสมบูรณ์แบบต่อไป

3.4 งานจัดรูปที่ดิน (Land Consolidation)

เมื่อมีความจำเป็นต้องเร่งเพิ่มผลผลิตให้ทันกับความต้องการอย่างเร่งด่วน ดังนั้นการปรับปรุงโครงการชลประทานที่มีอยู่เดิมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงมีความสำคัญเพราะได้ผลเร็วและลงทุนเพิ่มจากเดิมอีกเพียงเล็กน้อยเพื่อให้ สามารถใช้พื้นที่เพาะปลูกโดยมีประสิทธิภาพสูง จึงต้องมีการจัดรูปที่ดินโดยปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกให้ถึงระดับไร่นา การส่งน้ำ การระบายน้ำ การขนส่ง และทำให้ดินมีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งเป็นหลักประกันอย่างแน่นอนว่าสามารถใช้ดินทำการเพาะปลูกได้ดีทั้งในฤดู ฝน และฤดูแล้ง ดังนั้นเขตที่ทำการปรับปรุงดังกล่าวแล้วซึ่งรวมเรียกว่า จัดรูปที่ดิน จึงเป็นพื้นที่ที่สามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่ และเพิ่มผลิตต่อปีได้อย่างแน่นอนตลอดปี

งานจัดรูปที่ดินในประเทศไทยเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2509 รัฐบาลเนเธอร์แลนด์ ได้ส่งคณะผู้เชี่ยวชาญจากองค์การเนตดิโก มาทำการศึกษาตรวจสอบและเขียนรายงานเสนอว่าสมควรเริ่มงานจัดรูปที่ดินในเขตภาคกลางของประเทศไทยก่อนโดยทำเป็นโครงการตัวอย่างขึ้นในท้องที่อำเภอบางระจัน จ. สิงห์บุรี

ปี พ.ศ. 2512 ได้ทำการก่อสร้างโครงการตัวอย่างแห่งแรกในเขตโครงการชลประทานบรมธาตุ อำเภอสรรพยา จ. ชัยนาท โดยได้รับความช่วยเหลือทางด้านวิชาการจากรัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีนไต้หวัน เนื้อที่ประมาณ 800 ไร่ และได้ก่อสร้างขยายเพิ่มขึ้นรวมเนื้อที่ประมาณ 10,300 ไร่ โครงการตัวอย่างที่สรรพยานีพร้อมกันไปด้วย และในปีเดียวกันนี้ได้เริ่มโครงการตัวอย่างจัดรูปที่ดินในภาคตะวันออกเฉียง เหนือเป็นแห่งแรกในโครงการชลประทานหนองหวายฝั่งขวาในเขต อ. เมือง จ. ขอนแก่น เนื้อที่ 625 ไร่ โดยได้รับความช่วยเหลือจากธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB)

หลังจากที่ได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติจัดรูป ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมเมื่อปี พ.ศ. 2517 แล้ว และทราบผลดำเนินการงานจากโครงการตัวอย่างในเขตโครงการเจ้าพระยาตอนบน ว่าเป็นโครงการที่ให้ประโยชน์เป็นอย่างมาก รัฐบาลจึงได้ขยายงานจัดรูปที่ดินกว้างขวางออกไปเป็นการดำเนินงานในพื้นที่ขน

นาดใหญ่หลายโครงการ เช่น โครงการเจ้าพระยา, โครงการชลประทานหนองหวาย จังหวัดขอนแก่น โครงการชลประทานพิษณุโลก จังหวัดพิจิตร และจังหวัดพิษณุโลก โครงการแม่กลองใหญ่

การดำเนินการงานจัดรูปที่ดินโดยใช้พระราชบัญญัติจัดรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม พ.ศ. 2517 ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. จัดรูปที่ดินสมบูรณ์แบบ (Intensive Development)

-คูส่งน้ำ, คูระบายน้ำ และทางลำเลียงถึงทุกแปลงเพาะปลูก

-จัดรูปแปลงเพาะปลูกใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง โยกย้ายเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน หรือรวมที่ดินหลายแปลงเจ้าของเดียวกันให้เป็นแปลงเดียวกันและจัดรูปแปลงให้ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

- ปรับระดับพื้นดินในแปลงเพาะปลูก

2. จัดรูปที่ดินแบบพัฒนาบางส่วน (Extensive Development)

-คูส่งน้ำและคูระบายน้ำลัดเลาะตามแนวเขตแปลงกรรมสิทธิ์เดิม ตามความลาดเทของพื้นที่ผ่านทุกแปลงหรือเกือบทุกแปลง (ไม่น้อยกว่า 70 %)

-สร้างทางลำเลียงสายหลัก หรือสายรองตามความจำเป็น

-ไม่ปรับระดับพื้นที่ในแปลงเพาะปลูก

3.5 การออกแบบ วางแนวงานคันคูน้ำ (Design and Layout of Ditch and Dike)

3.5.1 การวางแนวคูน้ำ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1.ตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ ประกอบด้วย

1.1)แผนที่แสดงระบบส่งน้ำ ที่มีทั้งแบบที่แสดงแปลน และรูปตัดตามยาวของคลองส่งน้ำรวมทั้งแบบที่แสดงมิติและค่าระดับต่างๆของอาคารท่อส่งน้ำเข้านา(Farm Turnout) ตัวที่จะวางแนวคูส่งน้ำออกจากคลองสายนี้

1.2)แผนที่ภูมิประเทศและแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดินมาตราส่วน 1: 4000 แสดงรายละเอียดของแปลงกรรมสิทธิ์ แสดงเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ (Contour) ชั้นละ 0.25 เมตร แสดงแนวคลองส่งน้ำ แนวคลองระบายน้ำ ลำน้ำธรรมชาติ ถนน หมู่บ้าน พร้อมทั้งต้องมีบัญชีรายชื่อเจ้าของที่ดิน หมายหมุดหลักฐาน และรายละเอียดอาคารของคลองส่งน้ำ

2.นำข้อมูลจากข้อ 1. มาดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1)ทำการต่อแผนที่ภูมิประเทศและแปลงกรรมสิทธิ์(จากข้อ 1.2)เพื่อให้เป็นแผ่นเดียวกัน ทำการลงรายละเอียดอาคารต่างๆที่มีอยู่เดิมของคลองเช่น ตำแหน่งที่ตั้งอาคารท่อส่งน้ำเข้านา ระดับFull Suply Level ,FSL. ของอาคารอัดน้ำ และอื่นๆทั้งหมดที่จำเป็นต่อการออกแบบคูส่งน้ำ

2.2)แบ่งพื้นที่ที่จะรับน้ำจากคูส่งน้ำที่กำลังจะวางแนวนี้(พื้นที่แฉกส่งน้ำ) ขนาดพื้นที่กำหนดจากขนาดอัตราการไหลของท่อส่งน้ำเข้านาที่ถูกออกแบบไว้แล้วจากข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในแบบคลองส่งน้ำ

2.3)จากระดับน้ำท้ายคูส่งน้ำที่ออกแบบไว้ ทำการวางแนวคูส่งน้ำในเบื้องต้น (เรียกว่า First Layout) โดยให้ลัดเลาะไปตามแนวเขตแปลงที่ดิน ลัดเลาะไปตามสันเนินเพื่อให้สามารถส่งน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำไปเรื่อยๆและสามารถส่งน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่แปลงเพาะปลูกมากที่สุด

3. ให้นำแผนที่ที่ได้ทำการวางแนวคูส่งน้ำในเบื้องต้น(First Layout) ที่ได้ในข้อ 2. ออกไปตรวจสอบกับสภาพภูมิประเทศจริง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวคูที่วางไว้ หากพบปัญหาอุปสรรคให้ทำการแก้ไขให้ถูกต้อง เช่นแนวคูวางผ่านบ้าน ผ่านสระน้ำ เป็นต้น

4. เมื่อทำการปรับแก้แนวการวางคูส่งน้ำจนถูกต้องเหมาะสมแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องทำการชี้แจงแนวคูส่งน้ำที่กำหนดไว้ ประโยชน์ของการทำคูน้ำ อื่นที่จำเป็นเพื่อให้เกษตรทราบ ยินยอมและให้ความร่วมมือ

5. ทำการออกสำรวจระดับดินเดิมตามแนวของคูส่งน้ำที่วางไว้ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบรายละเอียด (Detail Design)

3.5.2 หลักเกณฑ์การวางแนวและออกแบบคูส่งน้ำ

1)ขนาดของแฉกส่งน้ำให้กำหนดตามปริมาณน้ำที่ออกจากท่อส่งน้ำเข้านา ดังนี้ตามตารางที่ 3.1 (หากพื้นที่มีขนาดใหญ่กว่า 180 ไร่ ให้ออกแบบเป็นคูนำน้ำ(Feeder Ditch) แล้วจึงค่อยออกแบบคูส่งน้ำแยกออกอีกที่หนึ่ง)

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลจากท่อส่งน้ำเข้านากับพื้นที่แฉกส่งน้ำ ภายใต้ค่าชลภาระเท่ากับ 0.23 ลิตร ต่อ วินาที ต่อ ไร่

อัตราการไหลจากท่อส่งน้ำเข้านา 1 ท่อ (ลบ.ม.ต่อ วินาที)	ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ไร่)
30	ไม่เกิน 130
60	131 - 260
90	261 - 390
120	391 - 520
150	521 - 650
180	651 - 780

2) แนวคูส่งน้ำต้องลัดเลาะตามแนวเขตแปลงกรรมสิทธ์ที่ดินให้มากที่สุดและควรวางไปตามแนวขนานเส้นชั้นความสูงเส้นที่สูงสุด

3) แนวคูส่งน้ำไม่ควรวางตัดถนนโดยเฉพาะถนนลาดยางหรือถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก เนื่องจากจะมีปัญหาด้านวิธีการก่อสร้างและค่าก่อสร้างสูงขึ้น

4) กรณีมีสันเนินอยู่บริเวณกลางแปลงนาและมีขนาดใหญ่ แนวคูส่งน้ำอาจวางให้ผ่าแนวแปลงได้และอาจจะไม่มีปัญหากับเจ้าของที่ดินได้

5) ความยาวคูส่งน้ำแต่ละสายไม่ควรยาวเกินกว่า 1.50 กิโลเมตร

6) จุดเริ่มต้นของคูน้ำ กม.0+000 ให้เริ่มนับที่จุดกึ่งกลางคลองส่งน้ำสายที่คูน้ำแยกออกมา

7) อัตราการไหลในคูส่งน้ำ คำนวณได้จาก

Q = ค่าชลภาระ x พื้นที่แฉกส่งน้ำ

และต้องมีขนาดเป็นค่าทวีคูณของ 30 ลิตร ต่อ วินาที เช่น 60, 90,120 ลิตร ต่อ วินาที

8) ระดับ Full Supply Level (F.S.L.) ของคูส่งน้ำได้จากระดับน้ำท้ายอาคารบังคับน้ำปากคูส่งน้ำ (Farm Turnout ,FTO)

9) ควรกำหนดให้ระดับน้ำในคูส่งน้ำมีความสูงกว่าระดับดินในแปลงเพาะปลูกด้านข้างคู ประมาณ 20 - 25 เซนติเมตร

10) ควรกำหนดความลาดเทตามยาวของระดับน้ำในคูส่งน้ำ ให้สอดคล้องกับระดับดินธรรมชาติ โดยใช้ค่าความลาดเทระหว่าง 1 : 500 – 1: 10000 ในกรณีดินธรรมชาติมีความลาดชันมาก ให้ออกแบบให้คูมีการลดระดับเป็นช่วงๆด้วยอาคารน้ำตก (Drop Structure)

11) ทางลำเลียงต้องอยู่ทางฝั่งคูที่มีจำนวนแปลงเพาะปลูกอยู่น้อยกว่า

12) ระดับหลังคันคูส่งน้ำ (Top Bank) ต้องสูงกว่าระดับน้ำใช้การ (F.S.L) ไม่น้อยกว่า 30 ซม.

13) ความกว้างก้นคูส่งน้ำต้องไม่น้อยกว่า 50 ซม.

ลักษณะการวางคูส่งน้ำแบบลัดลำไปตามแนวเขตแปลง แบบวางเป็นเส้นตรง แสดงไว้ดังรูปที่ 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ



รูปที่ 3.4 คูส่งน้ำแบบลัดเลาะไปตามแนวแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน



รูปที่ 3.5 คูส่งน้ำแบบแนวตรง

4.การออกแบบขนาดคูส่งน้ำ

4.1 สมการที่ใช้

สมการสำหรับการออกแบบขนาดคูส่งน้ำ คือสมการของแมนนิ่ง (Manning Formula) ซึ่งมีรูปสมการ คือ

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

เมื่อ Q = อัตราการไหลในคูส่งน้ำที่ต้องการออกแบบ (ลบ.ม.ต่อวินาที)

= ค่าชลภาระ (ลบ.ม.ต่อวินาที ต่อ ไร่) x พื้นที่รับน้ำ (ไร่)

= ค่าชลภาระอาจใช้เท่ากับ 0.000 ลบ.ม.ต่อวินาที ต่อ ไร่

A = พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตร.ม.)

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง

= 0.018 สำหรับคูดาดคอนกรีต

= 0.030 สำหรับคูดิน

R = ค่ารัศมีชลศาสตร์

= A/P

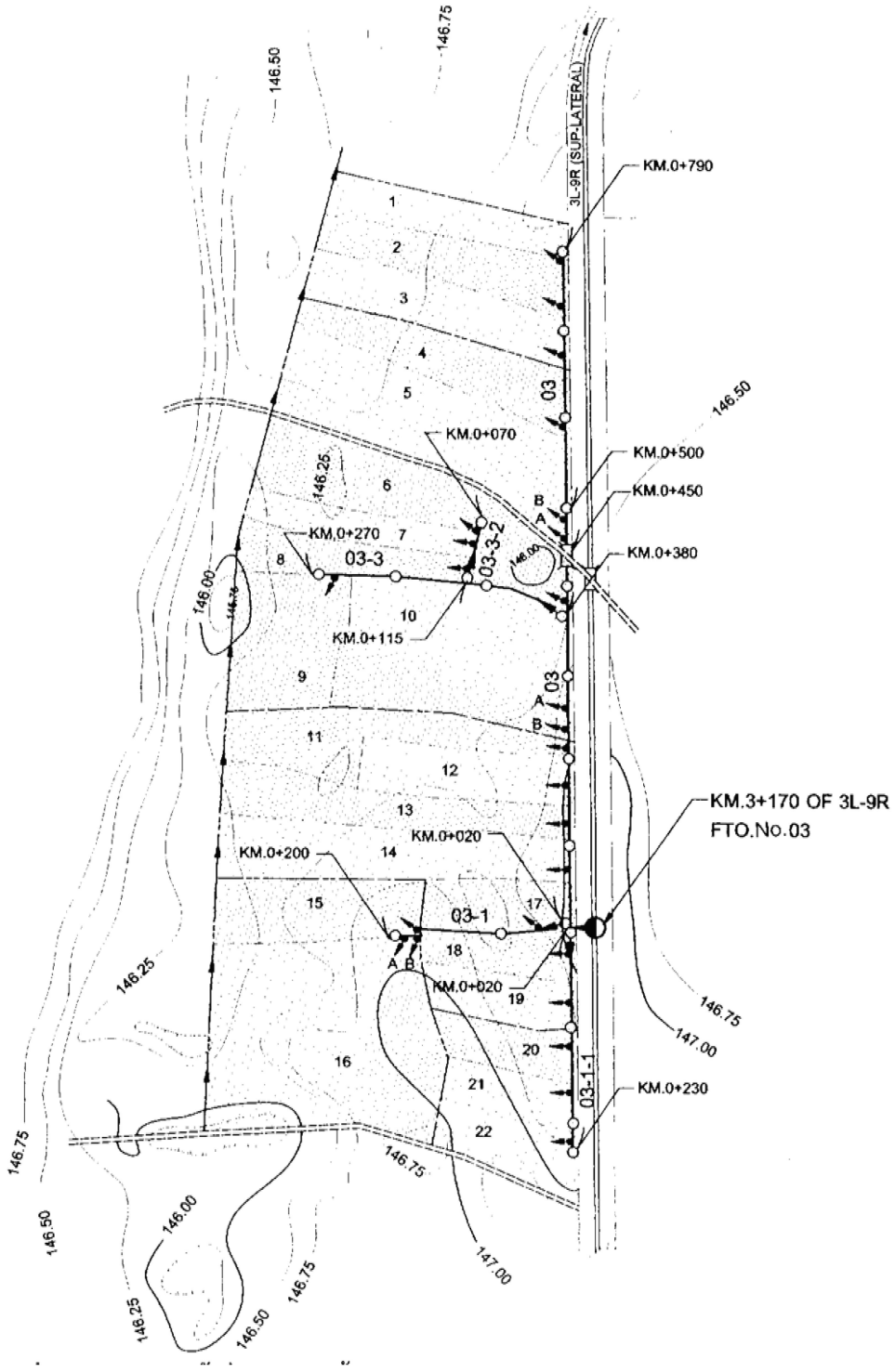
P = ค่าความยาวเส้นขอบเปียก (ม.)

S = ความลาดตามยาวของคูส่งน้ำ

4.2 ตัวอย่าง การออกแบบขนาดคูส่งน้ำ

รูปที่ 3.6 เป็นแผนที่คูส่งน้ำที่ได้รับการวางแนวเสร็จเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งการกำหนดขนาดพื้นที่รับน้ำของแต่ละท่อรับน้ำเข้าแปลงนา(Farm Intake) จากแผนผังดังกล่าวนี้ จะถูกนำมาคำนวณขนาดรูปตัดและส่วนประกอบต่างของคูส่งน้ำสายนี้

ตามรูปคูส่งน้ำแยกออกจากคลองส่งน้ำสายซอย 3L-9R ที่กม.3+170 ของท่อส่งน้ำเข้านาหมายเลข 03 (FTO.No.03) จากการวางแนวมีคูส่งน้ำสายหลักคือคู 03 มีคูแยกออกจากคู 03 อีก 2 สายคือคู 03-1 และ 03-3 คูหมายเลข 03-1 มีคูแยกออก1สายคือคู 03-1-1 ส่วนคู 03-3 มีคูแยกออก 1 สายคือคู03-3-2 ดังนั้นจะมีงานออกแบบหน้าตัดคูส่งน้ำด้วยกันอยู่ทั้งหมด 5 สายคือสาย03 สาย 03-1 สาย03-3 สาย03-1-1 สาย03-3-2



รูปที่ 3.6 แนวคูส่งน้ำสำหรับการออกแบบตามตัวอย่าง

วิธีทำ

ข้อมูลขนาดพื้นที่รับน้ำของคูแต่ละสาย

คูสายที่	หมายเลขแปลง	ขนาดพื้นที่ (ไร่)	อัตราการไหลต้นคู(ลิตร ต่อ วินาที)
03-1-1	18	4.90	
	19	5.10	
	20	5.10	
	21	5.10	
	22	7.20	
	รวม	27.40	6.30 ใช้เป็น 30
03-1	15	12.10	
	16	34.40	
	17	5.60	
	03-1-1	-	ใช้ 30
	รวม	52.10	11.98 + 30 =41.98 ใช้เป็น 60
03-3-2	6	17.80	
	7	5.60	
	8	6.70	
	รวม	30.10	6.92 ใช้เป็น 30
03-3	9	11.70	
	03-3-2	-	ใช้ 30
	รวม	11.70	2.69+30= 32.69 ใช้เป็น 60
03	03-1	-	ใช้ 60
	03-3	-	ใช้ 60
	1	7.40	
	2	9.30	
	3	9.50	
	4	11.0	
	5	2.00	
	10	24.10	
	11	12.70	
	12	7.70	
	13	10.20	
	14	15.40	
	รวม	109.30	25.14 ใช้เป็น 30
		Q ต้นคู 03	60+60+30 = 150

สรุป อัตราการไหลของคูแต่ละสาย สำหรับออกแบบ มีดังนี้

สาย 03-1-1 Q = 30 ลิตร ต่อ วินาที

สาย 03-1 Q = 60 ลิตร ต่อ วินาที

สาย 03-3-2 Q = 30 ลิตร ต่อ วินาที

สาย 03-3 Q = 60 ลิตร ต่อ วินาที

สาย 03 Q = 150 ลิตร ต่อ วินาที

ขั้นตอนการออกแบบคูหรือคลองจะคล้ายกัน เริ่มต้นจากการมีรูปตัดตามยาว(profile) ซึ่งเป็นผลสำรวจตามแนวยาวของคูส่งน้ำบริเวณจุดศูนย์กลางของคูสายนั้น จากรูปตัดตามยาวให้เริ่มต้นโดยการขีดเส้นระดับน้ำที่บริเวณต้นคูเริ่มจากที่ระดับน้ำเท่ากับระดับน้ำของคลองส่งน้ำลบออกด้วยค่าการสูญเสียเฮด (Head losses)เกิดขึ้นขณะน้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำเข้านา หรือเขียนได้เป็น

ระดับน้ำที่ต้นคู = ระดับน้ำของคลองส่งน้ำ – ค่าการสูญเฮดเมื่อน้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำเข้านา

ในกรณีหากระดับน้ำที่ได้มีค่าสูงกว่าระดับดินเดิมอยู่มากซึ่งหากใช้ค่าระดับน้ำนี้ออกแบบอาจจะทำให้คูส่งน้ำสายนี้กลายเป็นคูลอยมากเกินไป ดังนั้นจำเป็นต้องลดระดับน้ำลงโดยการลดระดับท้ายอาคารท่อส่งน้ำเข้านา(FTO)ลงจนทำให้ระดับด้านท้ายท่อส่งน้ำเข้านาอยู่เหนือระดับดินเดิมในขนาดที่เหมาะสม กล่าวคือประมาณ 20-25 ซม.ต่อจากนั้นให้ลากเส้นระดับน้ำขนานกับแนวระดับดินเดิมโดยตรวจสอบว่าความลาดของเส้นระดับน้ำนั้นมีค่าเท่าไร และต้องปรับให้เป็นเลขจำนวนเต็มเช่น 1: 2000 1: 3000 .... เป็นต้น

ในระหว่างทำการลากเส้นระดับน้ำ จะต้องมีการกำหนดประเภทของอาคารในคูส่งน้ำพร้อมกันไปด้วยเช่นอาคารแบ่งน้ำ(Division Box) ท่อลอดถนน เป็นต้น และเมื่อลากเส้นระดับน้ำมาถึงตำแหน่งของอาคารเหล่านี้ ระดับน้ำจะต้องลดลงเท่ากับค่าการสูญเสียเฮดเมื่อมีการไหลผ่านอาคารนั้นๆโดยเริ่มต้นให้สมมติค่าขึ้นมาก่อนแล้วจึงค่อยคำนวณตามความเป็นจริงเมื่อทำการออกแบบอาคารนั้นๆ และจากตัวเลขค่าความลาดของระดับน้ำที่ได้ จะนำไปใช้เป็นค่า S ในสูตรของแมนนิ่งต่อไป

ในการเริ่มต้นออกแบบรูปตัดนั้น จะออกแบบคูแยกสายที่อยู่ไกลสุด เพื่อจะได้นำค่าอัตราการไหลของคูสายนี้ไปใช้สำหรับคิดรวมเป็นอัตราการไหลของคูสายต้นๆต่อไป สมมติใช้ค่าชลภาระเท่ากับ 0.23 ลิตร ต่อวินาที ต่อ ไร่

1.ออกแบบคูสาย 03-1-1 แปลงรับน้ำหมายเลข18 -19 - 20 - 21 และ 22 รวมพื้นที่เท่ากับ 4.9+5.1+5.1+5.1+7.2 = 27.40 ไร่

อัตราการไหลที่ต้องการ = ค่าชลภาระ x พื้นที่

= 0.0002 x 27.40

Q = 0.0063 ลบ.ม.ต่อ วินาที หรือ 6.3 ลิตร ต่อวินาที ต่อ ไร่

ใช้ค่า 30 ลิตร ต่อ วินาที ในการออกแบบ

แทนค่าในสูตรแมนนิ่ง โดยใช้เกณฑ์การออกแบบดังนี้

ออกแบบเป็นคูดาดคอนกรีต n =0.018

ความลาดเทตามยาว S = 1 : 5000

ออกแบบเป็นรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมคางหมู ลาดด้านข้าง = 1 : 1

ความกว้างก้นคู(b) ค่าน้อยสุด = 0.50 ม.

ระยะ freeboard = 0.30 ม.

การออกแบบความลึกใช้วิธี trial & error โดยการสมมติค่าเริ่มต้น b = 0.50 ม.

จากสมการแมนนิ่ง $Q = A\frac{1}{n}R^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}$

$A = d^2 + \frac{d}{2}$ d= ค่าความลึกของน้ำในคู

$P = 2\sqrt{2}d + 0.50$ P=ความยาวเส้นขอบเปียก

$R = \frac{A}{P}$

ดังนั้น $R^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{d^2 + \frac{d}{2}}{2\sqrt{2}d + 0.50}\right)^{\frac{2}{3}}$

$S = \left(\frac{1}{5000}\right)^{\frac{1}{2}}$ แทนสมการ A R S และค่า n ลงในสมการ Q จะได้

$$0.03 = (d^2 + \frac{d}{2})(1/0.018)\left(\frac{d^2 + \frac{d}{2}}{2\sqrt{2}d + 0.50}\right)^{\frac{2}{3}}\left(\frac{1}{5000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

ทำการสมติค่า d และนำไปแทนค่าบนฝั่งซ้ายของสมการ จนให้ค่า เท่ากับฝั่งขวาของสมการ ค่า d ที่ได้คือความลึกที่ต้องการ

จากสมการ โดยการทดลองค่า ได้ค่า **d** เท่ากับ 0.206 ม.

2.ออกแบบคูสาย 03-3-2 คูสายนี้มีอัตราการไหลที่ต้นทางเท่ากับ 6.92 ลิตร ต่อวินาที แต่ใช้เป็น 30 ลิตร ต่อวินาที ซึ่งเท่ากับคูสาย 03 -1-1 อย่างไรก็ตามหากผลจากการวางแนวคูสายนี้ถ้าพบว่าต้องการความลาดตามยาวเท่ากับสาย 03-1-1คือ 1: 5000 แล้วและค่าอื่นๆเหมือนกัน ก็สามารถใช้ขนาดหน้าตัดของคูสาย 03-1-1 ได้เลยโดยไม่ต้องคำนวณใหม่ แต่ถ้าหากกำหนดค่า **S** ต่างออกไปก็จะต้องทำการคำนวณใหม่โดยการแทนค่า **S** ใหม่นี้ลงในสมการ

3.ออกแบบคูหมายเลข 03-1และ 03-3 อัตราการไหลเท่ากับ 60 ลิตร ต่อ วินาที หรือ 0.060 ลบ.ม. ต่อ วินาที

กำหนดค่า **b** เท่ากับ 0.60 ม.

ค่า **S** = 1: 4000

ลาดด้านข้าง 1:1

n = 0.018

$$A = d^2 + 0.60d$$

$$P = 2\sqrt{2}d + 0.60$$

$$R^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{d^2 + 0.60d}{2\sqrt{2}d + 0.60} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$S = \left(\frac{1}{4000} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$0.06 = (d^2 + 0.60d)(1/0.018) \left(\frac{d^2 + 0.60d}{2\sqrt{2}d + 0.60} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{1}{4000} \right)^{\frac{1}{2}}$$

ได้ค่า **d** เท่ากับ 0.61 ม.

4.ออกแบบคูหมายเลข 03 คูสายนี้มีอัตราการไหลออกแบบเท่ากับ 150 ลิตร ต่อวินาทีหรือเท่ากับ 0.150 ลบ.ม.ต่อ วินาที

กำหนด ค่า **b** เท่ากับ 0.50 ม.

ค่า **S** = 1: 4000

ลาดด้านข้าง 1:1

n = 0.018

$$A = d^2 + 0.50d$$

$$P = 2\sqrt{2}d + 0.50$$

$$R^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{d^2 + 0.50d}{2\sqrt{2}d + 0.50}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$S = \left(\frac{1}{4000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$0.150 = (d^2 + 0.50d)(1/0.018)\left(\frac{d^2 + 0.50d}{2\sqrt{2}d + 0.50}\right)^{\frac{2}{3}}\left(\frac{1}{4000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

ได้ค่า d = 0.456 ม.

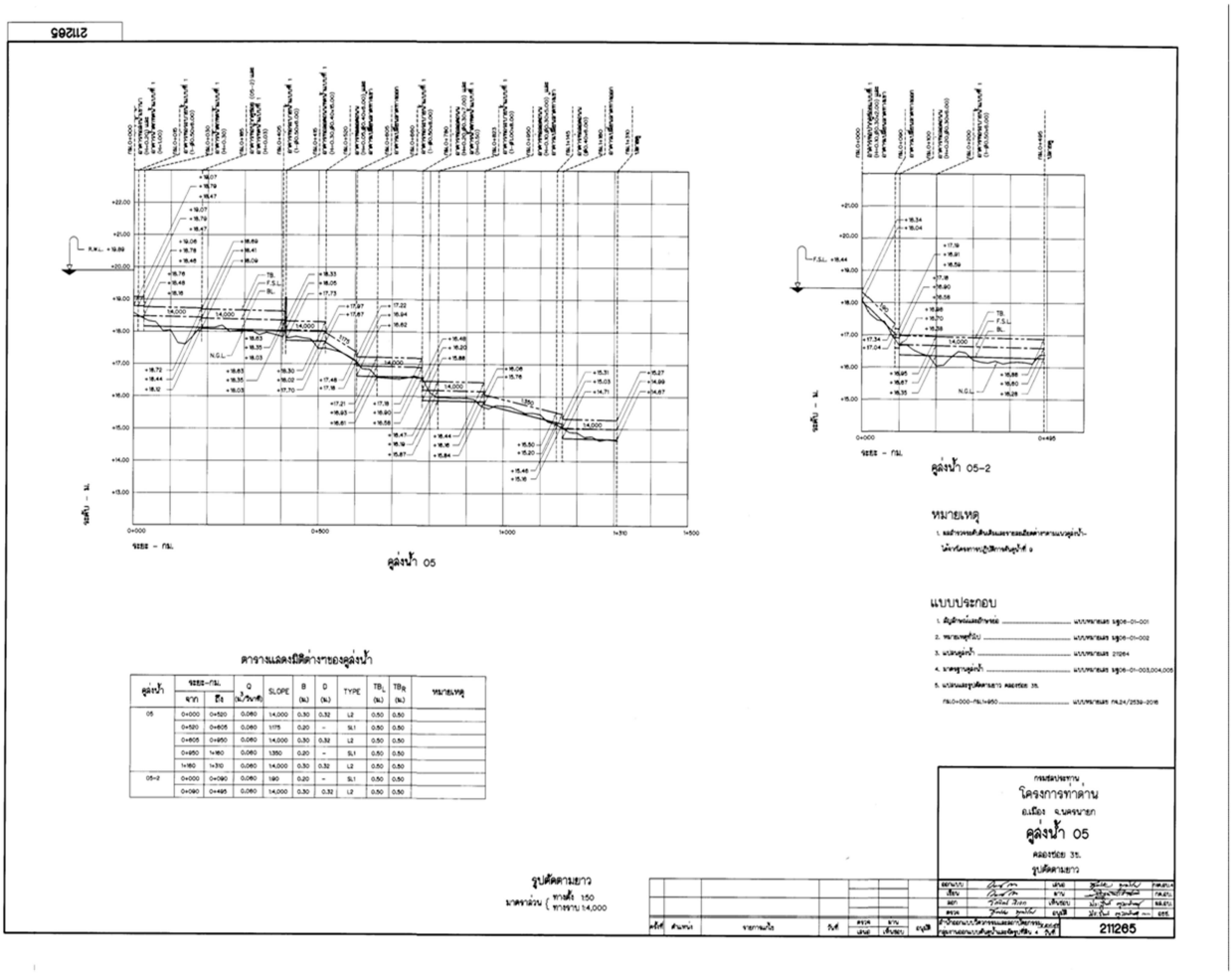
สรุปผลการออกแบบ คูสายต่างๆ

ชื่อคู	Km.- km.	Q(l/s)	b(m)	d(m)	F (m)	ss	S	V(m/s)
03-1-1	0+000 - 0+230	30	0.50	0.206	0.30	1:1	1:5000	0.355
03-1	0+000- 0+200	60	0.50	0.610	0.30	1:1	1:4000	0.408
03-3-2	0+000- 0+070	30	0.50	0.206	0.30	1:1	1:5000	0.355
03-3	0+000- 0+270	60	0.50	0.610	0.30	1:1	1:4000	0.408
03	0+000- 0+790	150	0.50	0.456	0.30	1:1	1:4000	0.342

เมื่อได้ค่าความลึก (d) ค่าส่วนเผื่อล้น (Freeboard,F) แล้วให้นำค่าd ไปลบออกจากระดับน้ำ จะได้เป็นค่าระดับก้นคูส่งน้ำที่จุดใดๆ จากนั้นทำการลากเส้นลงในรูปตัดตามยาวที่ได้มีการลากเส้นระดับน้ำไว้แล้วตลอดความยาวคูส่ง จะได้เส้นระดับก้นคูส่งน้ำเพิ่มขึ้นมาอีกเส้นหนึ่ง

ทำเช่นเดียวกัน โดยนำค่าระดับน้ำที่จุดใดๆ บวกด้วยค่า F จะได้เป็นค่าระดับหลังคันคูส่งน้ำ และเมื่อลากเส้นตลอดแนวคู จะได้เส้นระดับคันคูส่งน้ำเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งเส้น ค่าเหล่านี้จะถูกนำไปเขียนไว้ในแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) ต่อไป

ภาพที่ 3.7 เป็นตัวอย่างผลการออกแบบคูส่งน้ำสายหลัก(สาย05)และสายย่อย(สาย05-2) ของโครงการชลประทานแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยแบบแสดงรูปตัดตามยาวและตารางแสดงค่าต่างๆของหน้าตัดคูส่งน้ำที่ออกแบบ



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างรูปตัดตามยาวคูส่งน้ำ ที่ออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว