คำนำ

เอกสารคู่มือการออกระบบชลประทานในแปลงนา เป็นเอกสารทางวิชาการเรื่องหนึ่งที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อเป็นคู่มือสำหรับ วิศวกร และนายช่างที่ปฏิบัติงานในกรมชลประทานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะได้ใช้เป็นเอกสารสำหรับการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และให้เป็นแนวทางเดียวกันตามวัตถุประสงค์ของกรมชลประทานที่ต้องการให้มีการกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานในด้านต่างๆ ขึ้น

คณะทำงานขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้ให้เอกสารชุดนี้มีความสมบูรณ์

คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐาน
ระบบชลประทานในแปลงนา

เรียน ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

ตามคำสั่งของคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานกรมชลประทาน ที่ 33 / 2544 เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนา นั้น บัดนี้ คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนา ได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

(นายณัฐวุฒิ วงศ์แสนสุข)
ประธานคณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐาน
ระบบชลประทานในแปลงนา

เรียน อธช.
เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

(นายมณเฑียร กังศศิเทียม)
รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ
ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

ลงนามอนุมัติ

(นายกิจจา ผลภายี)
อธิบดีกรมชลประทาน

สารบัญ

หน้า

คำนำ

แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานงานด้านต่าง ๆ 1

แต่งตั้งประธานคณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงไร่นา 8

สารบัญ 9

สารบัญตาราง 10

สารบัญภาพ 11

บทที่ 1. การพัฒนาระบบชลประทานในแปลงไร่นา 1-1

1.1 ประวัติและความเป็นมา 1-1

1.2 ลักษณะของการพัฒนาระบบชลประทานในแปลงไร่นา 1-1

1.2.1 งานคันคูน้ำ 1-1

1.2.2 งานจัดรูปที่ดิน 1-2

บทที่ 2. เกณฑ์ในการออกแบบ (Design Criteria) ระบบชลประทานในแปลงนา ประเภทงานคันคูน้ำ 2-1

2.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อการออกแบบ 2-1

2.2 วิธีการส่งน้ำชลประทาน 2-12

2.2.1 วิธีการส่งน้ำแบบตลอดเวลา 2-12

2.2.2 วิธีการส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำ 2-13

2.2.3 วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียน 2-14

2.3 ขั้นตอนในการออกแบบ 2-17

2.3.1 การออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design) 2-17

2.3.2 การออกแบบขั้นรายละเอียด (Detail Design) 2-19

บทที่ 3. การออกแบบอาคารมาตรฐาน 3-1

3.1 การคำนวณทางด้านชลศาสตร์ 3-1

3.2 การคำนวณทางโยธา 3-4

บทที่ 4 ตัวอย่างวิธีการส่งน้ำระบบชลประทานในแปลงไร่นา 4-1

เอกสารอ้างอิง 4-15

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (Drainage modulus) โครงการชลประทานต่าง ๆ	2-1
2.	Design Drainage Modulus in Pattani Project	2-11
3.	แสดงสัมประสิทธิ์ระบายน้ำฝนของพื้นที่ขนาดต่าง ๆ โครงการพัฒนาลุ่มน้ำบางนรา จ.นราธิวาส	2-11
4.	การเปรียบเทียบการส่งน้ำแบบหมุนเวียนทั้ง 3 ประเภท	2-16
5.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและขนาดของพื้นที่รับน้ำ	2-17
6.	แสดงน้ำหนักของวัสดุต่อหน่วยปริมาตร	3-4
7.	แสดงตัวอย่างการจัดตารางส่งน้ำ	3-4
8.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาส่งน้ำ พื้นที่ และ Conveyance Efficiency ต่าง ๆ	4-4
9.	แสดงตัวอย่างการจัดเวลาส่งน้ำแบบหมุนเวียน	4-8

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. การส่งน้ำหมุนเวียนในคลองสายใหญ่	2-15
2. การส่งน้ำหมุนเวียนในคลองซอย	2-15
3. การส่งน้ำหมุนเวียนในคูส่งน้ำ	2-15
4. แสดงแฉกส่งน้ำที่ต้องการส่งน้ำแบบหมุนเวียน	4-2

เอกสารอ้างอิง

- คู่มือการออกแบบและการใช้งานผลิตภัณฑ์ท่อพีวีซี “ตราช้าง”
- จรูญ กมลรัตน์และ คณะ 2538. มาตรฐานและคู่มือการออกแบบอาคารชลประทานในระบบส่งน้ำ และระบายน้ำ กรมชลประทาน , กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ฉลอง เกิดพิทักษ์ และ ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี 2523 การศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการเตรียมแปลง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก รายงานของ Ilaco / Empire M & T เสนอกรมชลประทาน
- เนาวรัตน์ ป้อมทอง. 2526. หลักเกณฑ์การออกแบบระบบชลประทานในแปลงนา , ในคณะกรรมการจัดสัมมนาทางวิชาการ(ผู้รวบรวม) เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำงานชลประทาน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .
- บริษัท ทีม คอลซัลติ้ง เอนจิเนียร์ จำกัด 2533 สำรวจออกแบบโครงการพัฒนาลุ่มน้ำบางนรา อ. เมือง จ. นราธิวาส.
- ปฏิภาณ อมาตยกุล . ออกแบบอาคารชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.
- ไพฑูรย์ พะลายะสุต 2535 อนุสรณ์เกษียณ.
- วราวุธ วุฒิวณิชย์ 2538 . การออกแบบระบบชลประทานในระดับไร่นา . ภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน , นครปฐม.
- SVER DRUP & PARCELAND ASSOCIATES INC. RESOURCES ENGINEERING CONSULTANT CO, LTD. 1981. PATTANI MULTIPURPOSE PROJECT DESIGN CRITERIA. CONTRACT NO. 1787 TH-3-2.

บทที่ 1
การพัฒนาระบบชลประทานในแปลงไร่นา

1.1 ประวัติและความเป็นมา

การชลประทานยุคปัจจุบันเริ่มตั้งแต่ภายหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งรัฐบาลได้เร่งฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศโดยได้รับการสนับสนุนจากองค์การอาหาร และเกษตรแห่งสหประชาชาติ จัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาร่วมพิจารณา และเห็นว่า รัฐบาลควรจะเริ่มสร้างโครงการเจ้าพระยาอันเป็นโครงการขนาดใหญ่อย่างจริงจัง

ต่อมาในปี 2493 ธนาคารโลกได้ส่งคณะผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาทบทวนโครงการนี้อีกครั้งหนึ่งเห็นว่าเป็นโครงการที่จะให้ผลตอบแทนคุ้มค่ารัฐบาลจึงได้กู้เงินธนาคารโลกมาดำเนินการก่อสร้างตั้งแต่ พ.ศ. 2493 แล้วเสร็จเปิดเขื่อนได้เมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2500

ต่อมา ประเทศไทยได้พยายามเร่งรัดพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นการใหญ่ โดยมีสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นผู้วางแผน นับตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2504 – 2509) เป็นต้นมา การชลประทานถูกถือเป็นพื้นฐานอันหนึ่งของการพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ เช่น เดียวกันกับการไฟฟ้า, ประปา, ท่าเรือ, รถไฟ และสาธารณูปโภคอื่นอีกหลายอย่าง

ดังนั้นเราจึงมีเขื่อนภูมิพลสร้างเสร็จติดตามมาอีกใน ปี พ.ศ. 2507 เขื่อนสิริกิตสร้างในปี พ .ศ. 2515 เขื่อนทั้งสองนี้เป็นเขื่อนอเนกประสงค์ เพราะมีประโยชน์ด้านการไฟฟ้าและอื่นๆรวมอยู่ด้วยแต่ก็ได้ช่วยขยายเนื้อที่การชลประทานเพิ่มขึ้นได้อีกมาก

การก่อสร้างโครงการชลประทานขนาดใหญ่ เริ่มชะลอตัวตั้งแต่แผนพัฒนาฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515–2519) โดยเริ่มหันเหทิศทางของการชลประทานไปทางโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็ก ส่วนโครงการชลประทานขนาดใหญ่ก็ได้มีการเร่งรัดพัฒนาระบบชลประทานในแปลงนาซึ่งเป็นการกระจายน้ำจากระบบส่งน้ำสายใหญ่ให้เข้าไปลงแปลงไร่นาทุกแปลง

1.2 ลักษณะของการพัฒนาระบบชลประทานในแปลงไร่นา

การพัฒนาระบบชลประทานในแปลงไร่นา จำแนกได้เป็น 2 ลักษณะงาน ดังนี้

1.2.1 งานคันคูน้ำ

กรมชลประทานได้รับการแนะนำ และสนับสนุนจากคณะผู้เชี่ยวชาญขององค์การอาหารและเกษตรแห่งชาติ (F.A.O.) เมื่อปี พ .ศ. 2491 ให้จัดทำคันคูและคูน้ำเพื่อรับน้ำจากคลองส่งน้ำชลประทานไปยังแปลงนา เพื่อจะได้ส่งน้ำได้รวดเร็วและทั่วถึงอันจะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นและสม่ำเสมอทุกปี และสามารถจะเปลี่ยนนาหว่านให้เป็นนาดำได้อีกด้วย

ปี พ.ศ. 2492 กรมชลประทานได้ทดลองขุดคูน้ำตัวอย่างขึ้นในเขตโครงการชลประทานโพธิ์พระยา และโครงการชลประทานสามชุก จ.สุพรรณบุรี

ปี พ .ศ. 2496 ได้เริ่มจัดทำคูน้ำในเขตโครงการชลประทานคลองด่าน โดยอาศัยพระราชบัญญัติคันนา และคูน้ำ พ.ศ. 2485 ตามรูปแบบบริษัทคูนาสยามในเขตโครงการชลประทานรังสิตใต้

ปี พ .ศ.2504 กรมชลประทานได้รับเงินกู้จากธนาคารโลกเพื่อจัดซื้อเครื่องจักรกลมาดำเนินการก่อสร้างคันและคูน้ำ เป็นเงิน 32.3 ล้านบาท โดยเร่งรัดให้ก่อสร้างคูน้ำในเขตโครงการเจ้าพระยาใหญ่ และโครงการชลประทานเพชรบุรี

ปี พ.ศ.2506 ได้ประกาศใช้บังคับ พระราชบัญญัติ คันและคูน้ำ พ.ศ. 2505 เพื่อให้ระบบ คันคูน้ำ เป็นไปด้วยความถูกต้อง

การดำเนินงานคันคูน้ำโดยใช้ พระราชบัญญัติ คันและคูน้ำ พ.ศ. 2505 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

ก. คันคูน้ำแบบเส้นตรง

ลักษณะ - คูส่งน้ำแยกออกจากคลองทุกระยะห่างประมาณ 300 – 400 เมตร

- สร้างอาคารบังคับน้ำในคูส่งน้ำเท่าที่จำเป็น

ข. คันคูน้ำแบบลัดเลาะแนวเขตแปลง

ลักษณะ - คูส่งน้ำและคูระบายน้ำ ลัดเลาะแนวเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน

- สร้างทางลำเลียงขนานคูส่งน้ำ เฉพาะเท่าที่จำเป็นและราษฎรยินยอม

1.2.2 งานจัดรูปที่ดิน

เมื่อมีความจำเป็นต้องเร่งเพิ่มผลผลิตให้ทันกับความต้องการอย่างเร่งด่วน ดังนั้นการปรับปรุงโครงการชลประทานที่มีอยู่เดิมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงมีความสำคัญเพราะได้ผลเร็วและลงทุนเพิ่มจากเดิมอีกเพียงเล็กน้อยเพื่อให้สามารถใช้พื้นที่เพาะปลูกโดยมีประสิทธิภาพสูง จึงต้องมีการจัดรูปที่ดินโดยปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกให้ถึงระดับไร่นา การส่งน้ำ การระบายน้ำ การขนส่ง และทำให้ดินมีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งเป็นหลักประกันอย่างแน่นอนว่าสามารถใช้ดินทำการเพาะปลูกได้ดีทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง ดังนั้นเขตที่ทำการปรับปรุงดังกล่าวแล้วซึ่งรวมเรียกว่า จัดรูปที่ดิน จึงเป็นพื้นที่ที่สามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่ และเพิ่มผลผลิตต่อปีได้อย่างแน่นอนตลอดปี

งานจัดรูปที่ดินในประเทศไทยเริ่มต้นในปี พ .ศ.2509 รัฐบาลเนเธอร์แลนด์ ได้ส่งคณะผู้เชี่ยวชาญจากองค์การเนตดิโก มาทำการศึกษาตรวจสอบและเขียนรายงานเสนอว่าสมควรเริ่มงานจัดรูปที่ดินในเขตภาคกลางของประเทศไทยก่อนโดยทำเป็นโครงการตัวอย่างขึ้นในท้องที่ อำเภอบางระจัน จ. สิงห์บุรี

ปี พ.ศ. 2512 ได้ทำการก่อสร้างโครงการตัวอย่างแห่งแรกในเขตโครงการชลประทานบรมธาตุ อำเภอสรรพยา จ . ชัยนาท โดยได้รับความช่วยเหลือทางด้านวิชาการจาก รัฐบาลสาธารณรัฐจีน ไต้หวัน เนื้อที่ประมาณ 800 ไร่ และได้ก่อ้ ขยายเพิ่มขึ้นรวมเนื้อที่ประมาณ 10,300 ไร่ โครงการตัวอย่างที่สรรพยานี้มีลักษณะแตกต่างจากที่อำเภอบางระจันในการออกแบบเล็กน้อย และได้ดำเนินการเรื่อง สหกรณ์แผนใหม่พร้อมกันไปด้วย และในปีเดียวกันนี้ได้เริ่มโครงการตัวอย่างจัดรูปที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแห่งแรกในโครงการชลประทานหนองหวายฝั่งขวาในเขต อ . เมือง จ.ขอนแก่น เนื้อที่ 625 ไร่ โดยได้รับความช่วยเหลือจาก ธนาคารพัฒนาเอเซีย (ADB)

1-2

หลังจากที่ได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติจัดรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมเมื่อปี พ .ศ. 2517 แล้ว และทราบผลดำเนินการงานจากโครงการตัวอย่างในเขตโครงการเจ้าพระยาตอนบน ว่าเป็นโครงการที่ให้ประโยชน์เป็นอย่างมาก รัฐบาลจึงได้ขยายงานจัดรูปที่ดินกว้างขวางออกไปเป็นการดำเนินงานในพื้นที่ขนาดใหญ่หลายโครงการ เช่น โครงการเจ้าพระยา , โครงการชลประทานหนองหวาย จังหวัดขอนแก่น โครงการชลประทานพิษณุโลก จังหวัดพิจิตร และจังหวัดพิษณุโลก โครงการแม่กลองใหญ่

การดำเนินการงานจัดรูปที่ดินโดยใช้ พระราชบัญญัติ จัดรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม พ .ศ. 2517 ซึ่ง แบ่งเป็น 2 แบบคือ

1. จัดรูปที่ดินสมบูรณ์แบบ (Intensive Development)

ลักษณะ - คูส่งน้ำ, คูระบายน้ำ และทางลำเลียงถึงทุกแปลงเพาะปลูก

- จัดรูปแปลงเพาะปลูกใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง โยกย้ายเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน หรือรวมที่ดินหลายแปลงเจ้าของเดียวกันให้เป็นแปลงเดียวกันและจัดรูปแปลงให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ปรับระดับพื้นดินในแปลงเพาะปลูก

2. จัดรูปที่ดินแบบพัฒนาบางส่วน (Extensive Development)

ลักษณะ - คูส่งน้ำและคูระบายน้ำลัดเลาะตามแนวเขตแปลงกรรมสิทธิ์เดิม ตามความลาดเทของพื้นที่ผ่านทุกแปลงหรือเกือบทุกแปลง (ไม่น้อยกว่า 70 %)

- สร้างทางลำเลียงสายหลัก หรือสายรองตามความจำเป็น
- ไม่ปรับระดับพื้นที่ในแปลงเพาะปลูก

บทที่ 2

เกณฑ์ในการออกแบบ (Design Criteria) ระบบชลประทานในแปลงไร่นา ประเภทงานคันคูน้ำ [1-3]

2.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อการออกแบบ

การคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อใช้กำหนดขนาดของระบบส่งน้ำในแปลงไร่นา จะยังยึดเอาข้าวเป็นหลักในการคิด ถึงแม้ว่าการปลูกพืชไร่จะได้ผลตอบแทนสูงกว่าแต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคุ้นเคยกับการปลูกข้าวอยู่ เนื่องจากความต้องการน้ำสูงสุดของข้าวเกิดขึ้นในขณะเตรียมแปลง ซึ่งแนวความคิดที่ว่าความต้องการน้ำสูงสุดเกิดขึ้นในขณะเตรียมแปลงนี้สามารถแยกออกได้เป็น 2 แนวความคิด

ก. แนวความคิดว่าอัตราการเตรียมแปลงคงที่

แนวความคิดนี้ใช้กันโดยทั่วไปในญี่ปุ่น และไต้หวัน

สูตรที่ใช้ในใต้หวัน

$$Q\ max = \left[\frac{ADs}{N} + ADt\right]\frac{1}{1-L}$$

Q max = ปริมาณน้ำสูงสุด……..……..ลูกบาศก์เมตร/วัน

A = พื้นที่จะต้องส่งน้ำ…… …ตารางเมตร

D = ความต้องการน้ำในแปลงปักดำ (Maintenance Water) …เมตร/วัน

Ds = ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว (Saturation Water Requirement)

รวมกับปริมาณน้ำที่จะขังไว้ในแปลงนาก่อนการปักดำ...เมตร

N = ระยะเวลาที่ใช้ในขณะเตรียมพื้นที่.....……วัน

L = ความสูญเสียในขณะทำการส่งน้ำ..... ทศนิยม

สูตรที่ใช้ในญี่ปุ่น

$$Q\ max = \frac{A}{N}\left[Ds + (N-1)Dt\right]\frac{1}{1-L}$$

จะเหมือนกับสูตรที่ใช้ในไต้หวันแต่จะส่งน้ำให้แก่แปลงปักดำในวันที่ 2 (ไม่ใช้วันที่ 1)จนสิ้นสุดการเตรียมแปลง

แนวความคิดว่าอัตราการเตรียมแปลงคงที่จะทำให้ต้องส่งน้ำสูงสุดในวันสุดท้าย และขนาดของคูจะใหญ่สุด

ข. แนวความคิดว่าอัตราการส่งน้ำคงที่

แนวความคิดนี้จะส่งน้ำด้วยอัตราคงที่ โดยแบ่งการเตรียมแปลงตอนต้นจะมากแล้วค่อยๆ ลดลง Li - Jen Wen (1970) ได้คิดสูตรส่งน้ำด้วยอัตราคงที่ดังนี้

$$Q\ max = \frac{A.Dt}{\left[1-e^{\frac{Dt}{Ds}.N}\right]}.\frac{1}{1-L}$$

T.T.Cheng (1971) ได้ให้สูตรการคำนวณแต่งนี้เนื่องจากเห็นว่าไม่สามารถส่งน้ำให้อิ่มตัวและท่วมขังในแปลงได้ในวันเดียว

$$Q = A\left[\frac{Dt}{1-K^{n}}\right].\frac{1}{1-L}$$

$$K = \frac{\frac{Ds}{r}-\frac{Dt}{2}}{\frac{Ds}{r}+\frac{Dt}{2}}$$

K = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

r = จำนวนวันที่ส่งน้ำเพื่อทำให้ดินอิ่มตัวและขังท่วมในแปลง

e = 2.71828

J.K.Wang เห็นว่าการส่งน้ำของ Wen และ Chen นี้ต้องส่งทุกวันซึ่งทำได้ยากจึงเสนอสูตรที่ใช้กับการส่งน้ำแบบหมุนเวียนเป็น 2 กรณี

1. ส่งน้ำทำให้ดินอิ่มตัว (Ds) 2 ครั้ง

$$Q = \left(\frac{A.Dt}{1-\left[1-\frac{Dt.Pr}{Ds_1}\right]^{n}}\right).\frac{1}{1-L}$$

$$\frac{Ds_2}{Ds_1} = \left(\frac{A.Dt}{1-\left[1-\frac{Dt.Pr}{Ds_1}\right]^{n}}\right)$$

2. ส่งน้ำทำให้ดินอิ่มตัว (Ds) ครั้งเดียว

2-2

$$Q = \left(\frac{A.Dt}{1-\left[1-\frac{Dt.Pr}{Ds_1}\right]^n} \right) . \frac{1}{1-L}$$

Ds_1 = ปริมาณน้ำที่ส่งไปทำให้ดินอิ่มตัวครั้งที่ 1.....……เมตร

Ds_2 = ปริมาณน้ำที่ส่งไปทำให้ดินอิ่มตัวครั้งที่ 2 .....……เมตร

Pr = ช่วงระยะห่างระหว่างการให้น้ำแต่ละครั้ง.....……วัน

n = จำนวนครั้งที่ให้น้ำชลประทานในช่วงการเตรียมแปลง

= N / Pr

ฉลอง เกิดพิทักษ์ และ ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี (2523) ได้เสนอแนวความคิดว่าให้แบ่งพื้นที่การเตรียมแปลงออกเป็น 3 ส่วน ไม่เท่ากันและแบ่งระยะเวลาในการเตรียมทั้ง 3 ช่วงจะเท่ากันโดยพิจารณาว่าความต้องการน้ำใช้ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของการเตรียมแปลงเท่ากัน

$$Q = \frac{WR1}{54 \times \frac{N}{3} \times Ei}$$

$$= \frac{WR2}{54 \times \frac{N}{3} \times Ei}$$

$$= \frac{WR3}{54 \times \frac{N}{3} \times Ei}$$

Q = ปริมาณน้ำ.....……..ลูกบาศก์เมตร/วินาที

Ei = ประสิทธิภาพของการชลประทาน.....……(ทศนิยม)

WR1 ,WR2 , WR3 = ความต้องการน้ำชลประทานในแต่ละช่วง

N = ระยะเวลาในการเตรียมแปลง.....……..วัน

เนาวรัตน์ ป้อมทอง (2526) ได้ให้แนวความคิดว่า

1. การคำนวณหาปริมาณน้ำ เพื่อการออกแบบ ควรจะคิดจากปริมาณการใช้น้ำสูงสุดของข้าวขณะเจริญเติบโตในช่วงแล้งที่สุด

2. ความต้องการใช้น้ำสูงสุดของข้าวในฤดูแล้งจะเป็นความลึกประมาณ 10 ซม. ซึ่งได้มาจาก Evapotranspiration รวมกับ Deep Percolation

3. เป้าหมายของการส่งน้ำ คือ การให้น้ำแต่ละแปลงครั้งละ 70 มม. เพื่อให้ข้าวใช้น้ำไปจนครบ 1 สัปดาห์

4. ถ้าต้องการ Soaking เพื่อไถครั้งแรกและเตรียมแปลงกล้าอาจให้น้ำเข้าแปลงนาเพียง $\frac{1}{3}$ ของพื้นที่นาทั้งหมดจะได้น้ำ 70 x 3 = 210 มม. ซึ่งเพียงพอสำหรับ Soaking และไถ $\frac{1}{3}$ ของพื้นที่ทั้งหมดให้เสร็จในหนึ่งสัปดาห์ โดยสามารถไถครั้งแรกเสร็จใน3 สัปดาห์ ซึ่งกล้าจะโตพอที่ปักดำได้ในสัปดาห์ที่ 4

5. การปักดำจะใช้วิธีการให้น้ำเหมือนให้น้ำเพื่อเตรียมไถ (Soaking) ไปจนเสร็จ

6. ต้องกำหนดรอบเวรในการส่งน้ำให้แน่นอนแต่ในกรณีที่มีฝนตกก็สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่จะส่งให้น้อยลงได้

จากแนวความคิดดังกล่าวสามารถคำนวณเป็นค่าชลภาระในแปลงไร่นาได้ดังนี้

1. ข้าวต้องการน้ำสูงสุด 10 มิลลิเมตร / วัน เท่ากับ 0.01 เมตร/วัน
2. พื้นที่ส่งน้ำ 1 ไร่ เท่ากับ 1,600 ตารางเมตร
3. พื้นที่ 1 ไร่ ต้องการน้ำเท่ากับ 1,600 x 0.01 เท่ากับ 16 ลูกบาศก์เมตร/วัน
4. ถ้า Conveyance efficiency เท่ากับ 0.80 ต้องการน้ำเท่ากับ $\frac{16}{0.80}$ เท่ากับ20 ลูกบาศก์เมตร/วัน
5. เป็นค่าชลภาระในแปลงไร่นา (Water Duty)

$$= \frac{20}{24 \times 60 \times 60} \quad \text{ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

$$= 0.00023 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

$$= 0.23 \quad \text{ลิตร/วินาที/ไร่}$$

จากแนวความคิดดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนออกแบบระบบชลประทานในแปลงนามีความเห็นว่าปริมาณน้ำสูงสุดที่จะมากำหนดขนาดคูส่งน้ำนั้นจะต้องพิจารณาทั้งกรณีความต้องการใช้น้ำสูงสุดในระยะที่พืชใช้น้ำ เพื่อการเจริญเติบโตและความต้องการใช้น้ำเพื่อการเตรียมแปลง ซึ่งใช้ปริมาณน้ำมากกว่าแต่เป็นระยะสั้น ๆ เพียง 20 - 30 วัน เท่านั้น

จึงสรุปได้ว่าค่าชลภาระ 0.23 ลิตร/วินาที/ไร่ เป็นค่าที่เหมาะสมในการนำมาใช้คำนวณออกแบบระบบชลประทานในแปลงไร่นา (เนาวรัตน์ ป้อมทอง 2526)

ข้อสังเกต จะเห็นได้ว่าค่าชลภาระในแปลงไร่นามีค่าสูงกว่าในระบบของคลองส่งน้ำซึ่ง ไพฑูรย์ พะลายะสุต (2535) ได้เขียนบทความเกี่ยวกับการปรับปรุงค่าชลภาระตามขนาดเนื้อที่ส่งน้ำ โดยให้ความเห็นว่า การใช้ค่าชลภาระเพื่อกำหนดขนาดคลองนั้นเมื่อพิจารณาจากตัวเลขเพียงอย่าง

เดียว น่าจะใช้ค่าชลภาระที่หาได้ตัวเดียวกันนั้นคำนวณความจุของคลองซึ่งมีเนื้อที่ส่งน้ำมากน้อยเท่าใดก็ได้แต่ในทางปฏิบัติปรากฏว่า เมื่อคิดตามหลักการดังกล่าวจะเกิดปัญหาสำหรับคลองซอย, คลองแยกซอยหรือคูน้ำที่ควบคุมพื้นที่น้อยกล่าวคือความจุของคลองจะน้อยกว่าความต้องการ ซึ่งโดยเฉพาะในช่วงที่ต้องการใช้น้ำเต็มที่จะนั้นในวงการชลประทานต่างประเทศ จึงได้หาทางแก้ปัญหาโดยปรับค่าชลภาระสำหรับเนื้อที่ส่งน้ำขนาดเล็กให้สูงกว่าเนื้อที่ส่งน้ำขนาดใหญ่ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการคล่องตัวสำหรับการบริหารงานส่งน้ำโดยให้มีอุปสรรคน้อยที่สุดและสาเหตุที่ต้องกำหนดค่าชลภาระแตกต่างกันดังกล่าวนั้นอาจกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. เนื้อที่รับน้ำขนาดเล็กอาจมีโอกาสทำการเพาะปลูกพร้อมกัน และอยู่ในระยะที่ต้องการใช้น้ำสูงสุดพร้อมกันได้

2. เนื้อที่ขนาดเล็กอาจมีโอกาสไม่ได้รับฝนช่วยเหลือตามที่กำหนดไว้ได้

3. เมื่อกำหนดชลภาระแบบส่งน้ำตลอดเวลา 24 ชั่วโมง หากจะต้องส่งน้ำแบบหมุนเวียนก็ จะได้มีความจุของคลองพอใช้ และโดยปกติแล้วในคลองสายใหญ่จะส่งน้ำตลอดเวลา และถ้าจำเป็นต้องส่งน้ำแบบหมุนเวียนก็จะหมุนเวียนในคลองซอยขนาดเล็ก,คลองแยกซอยหรือในคูส่งน้ำ

หลักเกณฑ์เกี่ยวกับการปรับค่าชลภาระตามขนาดของพื้นที่รับน้ำนี้ แต่ละโครงการก็แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมซึ่งจะขอนำมากล่าวพอเป็นแนวทางประกอบการพิจารณาดังต่อไปนี้

1. จากหนังสือ Irrigation Engineering เล่ม 2 ของ Ivan.E.Houk แนะนำโดยทั่วไปว่าชลภาระของคลองซอยควรมากกว่าคลองสายใหญ่ระหว่าง 10% ถึง 15%และสำหรับคลองแยกซอยและคูส่งน้ำนั้น ควรมากกว่าคลองสายใหญ่ระหว่าง 25% ถึง 50%

2. USBR ที่ออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชี - มูล ได้เพิ่มค่าชลภาระของเนื้อที่ขนาดเล็กนอกเหนือจากค่าชลภาระที่คิดไว้ตามปกติตามขนาดของเนื้อที่ และเมื่อเนื้อที่มากขึ้นส่วนที่ต้องเพิ่มจะลดลง คือขนาดเนื้อที่เล็กที่สุด 125 ไร่ จะต้องเพิ่มค่าชลภาระจากปกติ 2.8 เท่าและ ขนาด 930 ไร่ จะเพิ่ม 1.25 เท่า เมื่อเนื้อที่ตั้งแต่ประมาณ 15,000 ไร่ ขึ้นไปค่าชลภาระจะใช้ตามปกติไม่ต้องเพิ่มและโครงการนี้ใช้ชลภาระปกติที่หัวงานเมื่อยังไม่ได้คิดการรั่วซึ่งประมาณ 0.25 ลิตร / วินาที / ไร่

3. ECI ได้กำหนดหลักเกณฑ์สำหรับใช้กับโครงการปราณบุรีว่า เนื้อที่ไม่เกิน 2,000 ไร่ ใช้ชลภาระ 0.4 ลิตร/วินาที /ไร่ ถ้าเนื้อที่ตั้งแต่ 2,000 ไร่ขึ้นไปจะใช้ค่าชลภาระตามสมการดังต่อไปนี้

$$Qa = 0.15405 + \frac{492}{a}$$

Q a = ชลภาระ (ลิตร/วินาที/ไร่) สำหรับเนื้อที่ a ซึ่งมากกว่า 2,000 ไร่

a = เนื้อที่เป็นไร่

ชลภาระเฉลี่ยที่หัวงานสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ โครงการนี้กำหนดไว้เท่ากับ 0.156 ลิตร/วินาที/ไร่

4. จากรายงานของโครงการแม่แตงซึ่ง ECI เป็นผู้จัดทำนั้น ได้กำหนดชลภาระสำหรับเนื้อที่น้อยกว่า 2,500 ไร่ ไว้ประมาณ 0.723 ลิตร/วินาที/ไร่ เนื้อที่ 20,000 ไร่ ชลภาระ 0.186 ลิตร/วินาที/ไร่ เนื้อที่ 50,000 ไร่ ชลภาระ 0.16 ลิตร/วินาที/ไร่ ถ้ามากกว่า 100,000 ไร่ ชลภาระ0.143 ลิตร/วินาที/ไร่

5. บริษัทที่ปรึกษาจากปากีสถานได้เคยกำหนดค่าชลภาระของโครงการหนองหวายไว้ว่าเนื้อที่ตั้งแต่ประมาณ 21,000ไร่ ขึ้นไปเท่ากับ 0.146 ลิตร/วินาที/ไร่ เมื่อเนื้อที่ลดลงเหลือ 12,500ไร่ ชลภาระเพิ่มขึ้นเป็น 0.16 ลิตร/วินาที/ไร่ เนื้อที่ 5,0($^{2-5}$ ลภาระ 0.213 ลิตร/วินาที/ไร่ และชลภาระสำหรับเนื้อที่ขนาดเล็กที่สุดใช้ 0.333 ลิตร/วินาที/ไร่

จากตัวอย่าง ดังกล่าวข้างต้นเพียงแต่นำค่าชลภาระที่ปรับตามขนาดเนื้อที่มาให้เห็นเป็นแนวทางเท่านั้น มิได้นำรายละเอียดของแต่ละตัวอย่างมาอธิบายโดยละเอียด

อนึ่ง การกำหนดขนาดความจุของคูน้ำนั้นในทางปฏิบัติต่างประเทศนิยมกำหนดปริมาณน้ำที่ต่ำสุดไว้ด้วย ไม่ว่าเนื้อที่รับน้ำจะเล็กมากเท่าใด เช่นแถบตะวันตกของสหรัฐอเมริกากำหนดว่า ถ้าเนื้อที่น้อยกว่า 300 ไร่ ควรใช้ปริมาณน้ำต่ำสุดไม่น้อยกว่า 85 ลิตร / วินาที / ไร่

<u>ค่าสัมประสิทธิ์ การระบายน้ำ (Drainage Modulus)</u>

อัตราการระบายน้ำในแปลงไร่นาจะขึ้นอยู่กับปริมาณฝน ระยะเวลาที่ฝนตก ขนาดของพื้นที่ และอัตราการดูดซึมของดิน ซึ่งแต่ละภูมิภาคของประเทศจะไม่เท่ากันดังตารางที่ 1 – 3

การหาอัตราการระบายน้ำในแปลงไร่นาสามารถหาได้จากสูตร Rational ดังนี้

$$Q = CIA$$

เมื่อ Q = อัตราน้ำที่ต้องระบายสูงสุด (ปริมาตร/เวลา)

C = สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ

I = ความหนาแน่นของฝน (ความลึก/เวลา)

A = พื้นที่ระบายน้ำ

ตารางที่ 2 **Design Drainage Modulus in Pattani project**

Drainage Area						Design Drainage Modulus	
Rai			Ha.			L / sec / rai	L / sec / ha
up to		2,000	up to		320	1.6	10.00
2,000	-	5,000	320	-	800	1.5	9.735
10,000	-	10,000	800	-	1,600	1.4	8.75
20,000	-	20,000	1,600	-	3,200	1.3	7.125
50,000	-	50,000	3,200	-	8,000	1.2	7.50
100,000	-	100,000	8,000	-	16,000	1.1	6.875
200,000	-	200,000	16,000	-	32,000	1.0	6.25
200,000	-	500,000	32,000	-	80,000	0.9	5.625
500,000	-	1,000,000	80,000	-	160,000	0.8	5.00

ที่มา : SVERDRUP & PARCELAND ASSOCLATESING.

RESOURCES ENGINEERING CONSULTSNT CO. LTD (1981)

ตารางที่3 แสดงสัมประสิทธิ์ระบายน้ำฝนของพื้นที่ขนาดต่างๆ

พื้นที่ระบายน้ำ (ไร่)			ปริมาณฝน (มม.)	สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (ลิตร / วินาที / ไร่)
น้อยกว่า		1,500	109.1	1.7
1,500	-	3,000	96.5	1.5
3,000	-	6,200	64.6	1.5
6,200	-	12,500	92.4	1.4
12,500	-	18,700	90.6	1.4
18,700	-	31,200	89.0	1.4
31,200	-	62,500	86.2	1.3

ที่มา : บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจีเนียร์ จำกัด (2533)

2.2 วิธีการส่งน้ำชลประทาน

การส่งน้ำชลประทานทำได้หลายวิธี (ชูชีพ วุฒิวณิชย์ 2535) [2-11] แต่ละวิธีจะมีผลต่อการออกแบบคลองและอาคารควบคุม โดยทั่วๆ ไป จะแบ่งวิธีการส่งน้ำออกเป็น 3 วิธีคือ

- วิธีส่งแบบตลอดเวลา (Continuous Method)
- วิธีส่งตามความต้องการผู้ใช้น้ำ (On Demand Method)
- วิธีส่งแบบหมุนเวียน (Rotation Method)

แต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสม และมีข้อดี-ข้อเสียต่างกันออกไป การพิจารณาเลือกใช้วิธีหนึ่งวิธีใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. จำนวนน้ำต้นทุน
2. อัตราการสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยและการรั่วซึม
3. ความสมบูรณ์ของระบบแจกจ่ายน้ำ
4. ความรู้ความชำนาญและความต้องการของผู้ใช้น้ำ
5. สภาพฝนและลักษณะภูมิประเทศ

การส่งน้ำแบบตลอดเวลาเหมาะสำหรับโครงการชลประทานที่มีน้ำต้นทุนพอ และมีขนาดเนื้อที่เพาะปลูกของแต่ละท่อส่งน้ำเข้านาเป็นจำนวนมาก ทุนสำรองพร้อมที่จะส่งได้ตลอดเวลา และเกษตรกรผู้ใช้น้ำมีความชำนาญเรื่องการใช้น้ำเป็นอย่างดี สำหรับการส่งแบบหมุนเวียนเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในโครงการชลประทานที่มีน้ำต้นทุนน้อย หรือโครงการชลประทานที่ได้รับน้ำโดยการผันจากแหล่งน้ำซึ่งอยู่ภายนอกโครงการ นอกจากผู้ใช้น้ำจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการส่งน้ำหมุนเวียนแล้วระบบแจกจ่ายน้ำจะต้องมีอาคารควบคุมน้ำที่มีประสิทธิภาพด้วย

การพิจารณาเลือกใช้วิธีการส่งน้ำแบบใดจะต้องพิจารณาจากองค์ประกอบต่างๆ หลายด้านดังกล่าวมาแล้วและควรจะกำหนดวิธีการส่งน้ำตั้งแต่ขั้นวางโครงการเพื่อจะได้ออกแบบระบบส่งน้ำได้อย่างถูกต้อง

2.2.1 วิธีการส่งน้ำแบบตลอดเวลา

ในระบบส่งน้ำแบบตลอดเวลา น้ำชลประทานจะส่งไปยังพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรทุกๆ แปลงอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา (ตลอด 24 ชั่วโมง) ติดต่อกันตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

การส่งน้ำแบบตลอดเวลานี้ค่าลงทุนก่อสร้างระบบส่งน้ำ และระบบแจกจ่ายน้ำจะมีราคาถูกกว่าการส่งน้ำโดยวิธีอื่นๆ เพราะขนาดของระบบจะเล็กลงไปเรื่อยๆ แต่การใช้น้ำจากระบบนี้จะได้ผลดีและมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกเป็นแปลงใหญ่สามารถจะขุดสระเก็บน้ำสำรองไว้ในพื้นที่เพาะปลูกเพื่อเก็บน้ำไว้ในช่วงที่ต้องการน้ำมากได้มิฉะนั้นจะต้องออกแบบขนาด

ระบบส่งน้ำจากความต้องการน้ำสูงสุด ซึ่งโอกาสที่จะทำการส่งน้ำในช่วงที่มีความต้องการน้ำสูงสุดมีเพียงไม่กี่วันตลอดฤดูกาล และมีผลทำให้การส่งน้ำในช่วงที่ต้องการน้ำน้อยทำได้ลำบากเพราะระดับน้ำปกติ (Normal Depth)ในคูส่งน้ำจะต่ำกว่าระดับน้ำใช้การ (Full Supply Level) ต้องใช้อาคารอัดน้ำเป็นช่วงๆ ซึ่งการอัดน้ำดังกล่าวอาจจะมีผลต่อปริมาณการไหลของน้ำเข้าคูส่งน้ำหรือคลอง ซึ่งยากแก่การควบคุม แต่ถ้าเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกน้อยๆ การขุดสระเก็บน้ำสำรองก็ไม่สามารถจะทำได้ เพราะทำให้เสียพื้นที่เพาะปลูก และค่าลงทุนสูงเกินไป เว้นแต่ว่าเกษตรกรจะรวมกันเป็นกลุ่มแล้วขุดสระเก็บน้ำสำรองใช้ร่วมกัน อย่างไรก็ตามถ้าไม่มีสระเก็บน้ำสำรอง การส่งน้ำแบบนี้จะทำให้การใช้น้ำไม่ค่อยมีประสิทธิภาพนัก

การส่งน้ำแบบตลอดเวลานี้เป็นวิธีการส่งน้ำที่ง่ายที่สุดใช้คนน้อย แต่โดยทั่วๆ ไปแล้วจะมีประสิทธิภาพต่ำเพราะเกิดการสูญเสียน้ำมาก และในช่วงที่การเพาะปลูกในระบบต้องการน้ำมากจะเกิดปัญหาการแก่งแย่งน้ำระหว่างเกษตรกรปริมาณน้ำที่ต้องการในระบบส่งน้ำสำหรับการส่งแบบตลอดเวลานี้จะสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = \frac{A.d}{54\,Ei} \qquad \text{.....(1.1)}$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำที่ต้องการ (ลิตร/วินาที)

A = พื้นที่ส่ง (ไร่)

d = ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (มม./วัน)

Ei = ประสิทธิภาพของการชลประทาน (เป็นทศนิยม)

ในแง่ของการออกแบบ ถ้าสมมติว่า Ei และ d มีค่าคงที่ ขนาดของคลองส่งน้ำหรือคูส่งน้ำจะแปรผันไปตามส่วนของพื้นที่ (A) ที่จะต้องส่งน้ำให้ นั่นคือขนาดของคลองหรือคูส่งน้ำจะค่อยๆ เล็กลงจากต้นคลองหรือคูส่งน้ำไปยังปลายคลองหรือคูส่งน้ำ

2.2.2 วิธีการส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำ

วิธีการส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำนี้จะปฏิบัติกันเฉพาะในประเทศได้พัฒนาทางด้านการเกษตรแล้วซึ่งเกษตรกรแต่ละรายมีพื้นที่เพาะปลูกจำนวนมาก และรู้จักการใช้น้ำชลประทานอย่างมีประสิทธิภาพประกอบกับโครงการชลประทานนั้นจะต้องมีอ่างเก็บน้ำหรือแหล่งน้ำที่สามารถจะส่งน้ำให้แก่เกษตรกรได้อย่างเพียงพอตลอดฤดูกาลเพาะปลูกเมื่อเกษตรกรต้องการน้ำชลประทานก็ต้องแจ้งความต้องการปริมาณน้ำชลประทานที่จะใช้แต่ละครั้งให้เจ้าหน้าที่ชลประทานทราบล่วงหน้าประมาณ 2–3 วัน วิธีการส่งน้ำแบบนี้จะใช้ ได้ผลก็ต่อเมื่อมีการเก็บค่าน้ำตามปริมาณที่เกษตรกรใช้ และต้องมีมาตรการป้องกันการลักขโมยน้ำอย่างมีประสิทธิภาพการออกแบบระบบชลประทานตามวิธีการส่งน้ำแบบนี้ต้องให้สามารถส่งน้ำได้เพียงพอกับความต้องการน้ำสูงสุดของฤดูกาลเพาะปลูกได้ ซึ่งจะทำให้ระบบส่งน้ำมีขนาดใหญ่และราคาแพงกว่าแบบอื่น ๆ ทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามถ้าได้มีการวางแผนการปลูกพืชที่เหมาะสมโดยพยายามให้ช่วงที่ต้องการน้ำสูงสุดของพื้นที่แต่ละแปลงเกิด

ไม่พร้อมกันก็จะช่วยให้สามารถลดขนาดของระบบลงได้มาก และถ้าเป็นโครงการไม่ใหญ่นักสามารถที่จะปรับระยะเวลาการส่งน้ำแต่ละครั้งให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่พืชต้องการได้ ก็จะช่วยลดค่าลงทุนในการก่อสร้างอาคารอัดน้ำลงได้มากเพราะสามารถที่จะส่งน้ำที่ระดับน้ำใช้การได้ตลอดเวลา เช่นถ้าสมมติว่าออกแบบคลองหรือคูส่งน้ำจากความต้องการน้ำสูงสุด 15 มม./วัน

$$Q = \frac{15A}{54Ei} \text{ ลิตร / วินาที}$$

ในกรณีที่พืชต้องการน้ำเพียง 3 มม./วัน ก็ยังสามารถส่งน้ำที่ระดับน้ำใช้การเต็มที่ได้แต่ระยะเวลาการส่งน้ำจะเหลือเพียง

$$T = \frac{1600 \text{ x} A \text{x} 3}{Ei \text{x} Q}$$

$$= \frac{1600 \text{ x} A \text{x} 3}{Ei} \text{ x} \frac{54 Ei}{15A}$$

$$= 1.7280 \text{ วินาที หรือ } 4.8 \text{ ชั่วโมง}$$

แต่อย่างไรก็ตามวิธีการส่งน้ำแบบนี้จะต้องมีอาคารควบคุมน้ำอย่างทั่วถึง เพื่อให้สามารถส่งน้ำกับพื้นที่ที่กำลังต้องการน้ำโดยเฉพาะ

2.2.3 วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียน

การส่งน้ำแบบหมุนเวียน หมายถึง วิธีการส่งน้ำให้ผู้ใช้น้ำตามจำนวนและเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเป็นช่วงๆ ด้วยวิธีการนี้ผู้ใช้น้ำชลประทานจะไม่ได้รับน้ำชลประทานพร้อมกันทั้งโครงการ แต่เจ้าหน้าที่ชลประทานจะเป็นผู้กำหนดจำนวนน้ำชลประทานและจัดระยะเวลาส่งน้ำให้โดยการแบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วกำหนดรอบเวรการส่งน้ำตามความเหมาะสมซึ่งจำนวนน้ำที่ส่งให้แต่ละครั้งจะต้องมากพอให้พืชใช้ไปจนกว่าจะถึงกำหนดการส่งน้ำครั้งต่อไป

การส่งน้ำแบบหมุนเวียนอาจแบ่งตามลักษณะของการหมุนเวียนได้ 3 ประเภทคือหมุนเวียนในคลองสายใหญ่ หมุนเวียนในคลองซอย และหมุนเวียนในคูส่งน้ำ

(1) การหมุนเวียนในคลองสายใหญ่

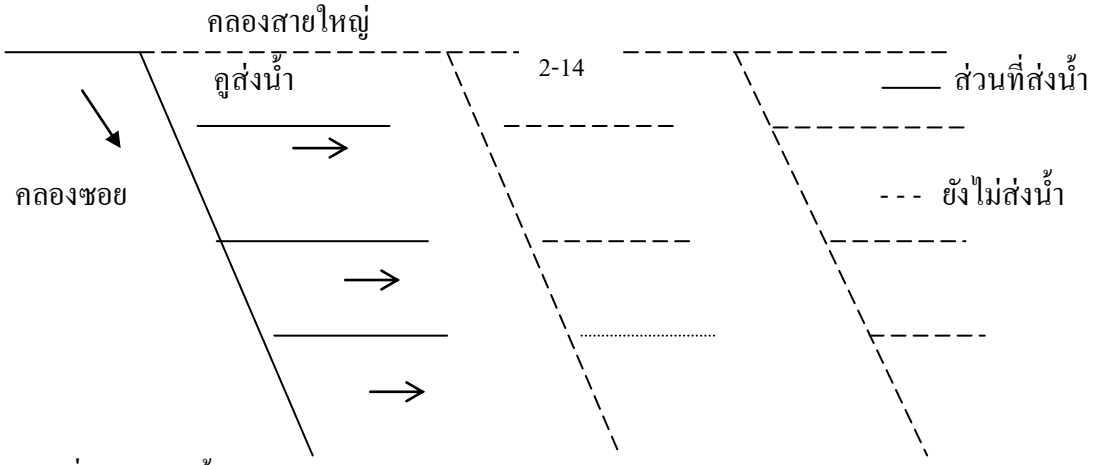
การส่งน้ำโดยวิธีนี้ น้ำจะถูกส่งไปตามคลองสายใหญ่ทีละส่วนตามที่ได้กำหนดไว้ เมื่อส่งน้ำเข้าไปในตอนใดของคลองสายใหญ่ คลองซอยและคูส่งน้ำในส่วนนั้นจะได้รับน้ำพร้อมกัน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1

(2) การหมุนเวียนในคลองซอย

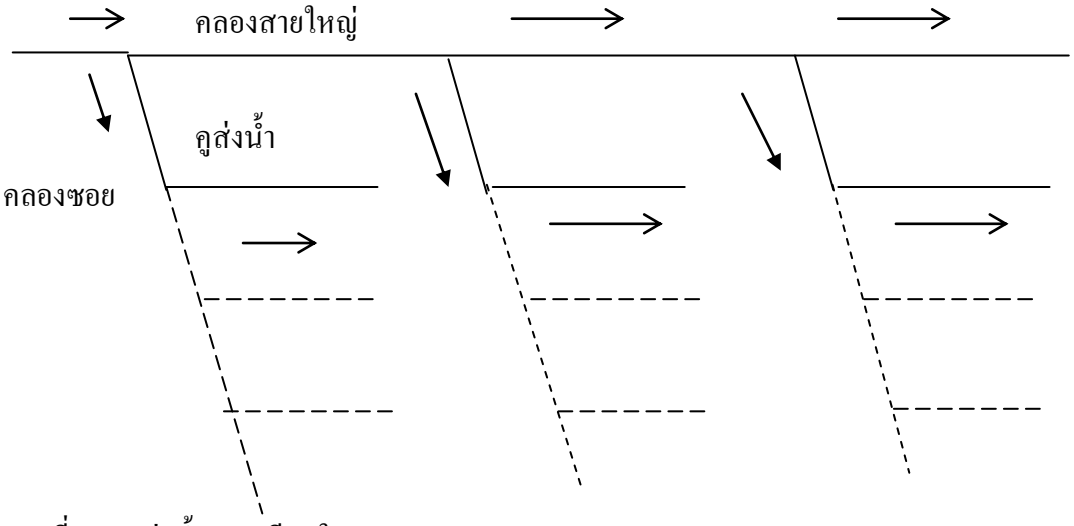
วิธีนี้น้ำจะถูกส่งเข้าคลองสายใหญ่ตลอดเวลาแต่คลองซอยสายต่างๆ จะถูกแบ่งเป็นส่วนๆ และแต่ละส่วนของคลองซอย และคูส่งน้ำที่รับน้ำจากคลองซอยจะได้รับน้ำเป็นช่วงๆ ตาม ระยะเวลาที่กำหนดไว้ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2

(3) การหมุนเวียนในคูส่งน้ำ

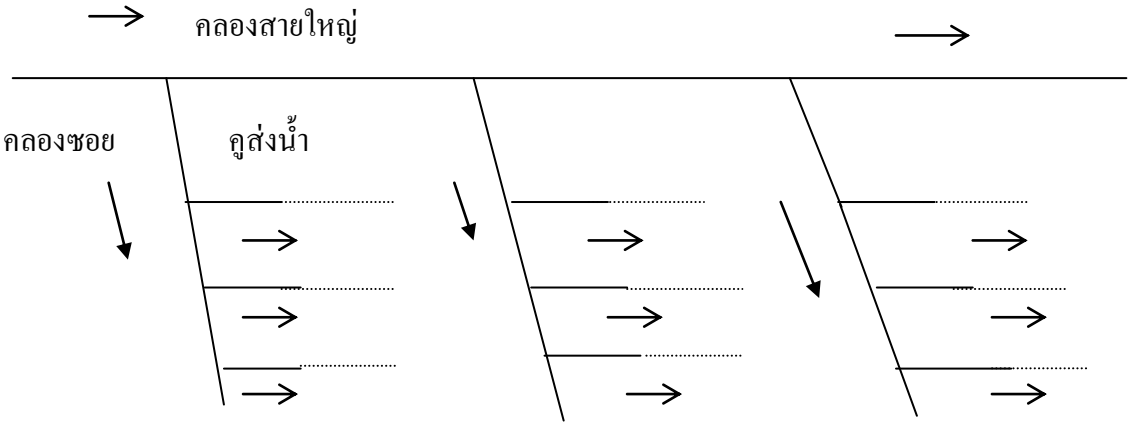
การหมุนเวียนโดยวิธีนี้ คูส่งน้ำจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ แล้วจัดการส่งน้ำให้แต่ละส่วนตามระยะเวลาที่กำหนดไว้โดยวิธีนี้จะมีน้ำในคลองสายใหญ่และคลองซอยตลอดเวลาดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 1 การส่งน้ำหมุนเวียนในคลองสายใหญ่



ภาพที่ 2 การส่งน้ำหมุนเวียนในคลองซอย



ภาพที่ 3 การส่งน้ำหมุนเวียนในคูส่งน้ำ

นอกจากนี้การส่งน้ำแบบหมุนเวียนอาจจะหมุนเวียนกันระหว่างคลองสายใหญ่ ระหว่างคลองซอย หรือระหว่างคูส่งน้ำแต่ละสายก็ได้

การออกแบบขนาดความจุของคลอง และคูส่งน้ำ ตลอดจนอาคารบังคับน้ำต่างๆ จะต้องสัมพันธ์กับวิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียนที่จะนำมาใช้ เช่น การหมุนเวียนในคลองสายใหญ่จะต้องมีขนาดของคลองสายใหญ่เท่ากันตลอดสาย ส่วนคลองซอย และคูส่งน้ำจะมีขนาดลดลงตามส่วนของพื้นที่เป็นต้น ลักษณะการหมุนเวียนทั้ง 3 ประเภทในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการส่งน้ำจะแสดงเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบการส่งน้ำแบบหมุนเวียนทั้ง 3 ประเภท

ประเภทการหมุนเวียน	ความจุของคลองและคูส่งน้ำ			ลักษณะการส่งน้ำในคลองและคูส่งน้ำ		
	สายใหญ่	สายซอย	คูส่งน้ำ	สายใหญ่	สายซอย	คูส่งน้ำ
ในคลองสายใหญ่	เท่ากันตลอดสาย	ลดลงตามส่วน	ลดลงตามส่วน	หมุนเวียน	หมุนเวียน	หมุนเวียน
ในคลองซอย	ลดลงตามส่วน	เท่ากันตลอดสาย	ลดลงตามส่วน	ตลอดเวลา	หมุนเวียน	หมุนเวียน
ในคูส่งน้ำ	ลดลงตามส่วน	ลดลงตามส่วน	เท่ากันตลอดสาย	ตลอดเวลา	ตลอดเวลา	หมุนเวียน

ในแง่ของการลงทุนถึงแม้ว่า วิธีการหมุนเวียนในคลองสายใหญ่และคลองซอยจะเสียค่าลงทุนในการก่อสร้างมากกว่าแบบที่ 3 แต่จะช่วยลดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการรั่วซึมในคลองและคูส่งน้ำได้มาก เพราะระยะเวลาและช่วงความยาวคลองและคูส่งน้ำที่มีน้ำขังน้อยกว่า และตามทฤษฎีแล้วการส่งน้ำแบบหมุนเวียนในคลองสายใหญ่จะทำการควบคุมน้ำได้สะดวกกว่าแบบอื่นๆ เพราะจำกัดพื้นที่รับน้ำแต่ละครั้งเป็นบริเวณๆ เมื่อเปรียบเทียบกับการหมุนเวียนในคูส่งน้ำซึ่งพื้นที่รับน้ำกระจายเป็นจุดๆ ออกไปทั่วพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามถ้าเป็นโครงการขนาดใหญ่ และเกษตรกรไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการส่งน้ำแบบหมุนเวียนดีพอก็จะก่อให้เกิดปัญหาในการบริหารงานส่งน้ำและบำรุงรักษาโครงการซึ่งจะทำให้การส่งน้ำ และใช้น้ำไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร เช่น ผู้ใช้น้ำบริเวณปลายคลองหรือคูส่งน้ำอาจไม่ได้รับน้ำตามจำนวนที่ต้องการ เนื่องจากการลักขโมยน้ำบริเวณต้นคลองหรือคูส่งน้ำ

สำหรับการออกแบบระบบชลประทานในแปลงไร่นา เลือกใช้วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียนในคูส่งน้ำ

2.3 **ขั้นตอนในการออกแบบ**

2.3.1 การออกแบบเบื้องต้น (Preliminar 2-16 า) หมายถึงการออกแบบระบบชลประทานในแปลงนา มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบสภาพภูมิประเทศ และข้อมูลต่างๆ ในสนาม โดยข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย

1. การเตรียมข้อมูล

1.1 ข้อมูลจากสำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม

ประกอบด้วย แบบแปลน และรูปตัดตามยาวคลองส่งน้ำ คลองระบายน้ำและแบบแสดงมิติและระดับต่าง ๆ ของอาคาร (Installation Data) อาคารท่อส่งน้ำเข้านา (Farm Turnout)

1.2 ข้อมูลจากสำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา

1.2.1 แผนที่ภูมิประเทศ และแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดินมาตราส่วน 1:4,000 ซึ่งแสดงรายละเอียดของแปลงกรรมสิทธิ์ , เส้นแสดงชั้นความสูงของดิน (Contour) ชั้นละ 0.25 เมตร แนวคลองส่งน้ำ , แนวคลองระบายน้ำ , ลำน้ำธรรมชาติ , ถนน , หมู่บ้าน ฯลฯ พร้อมบัญชีรายชื่อเจ้าของที่ดิน

1.2.2 ข้อมูลผลสำรวจรายละเอียดตำแหน่ง และระดับต่าง ๆ ของอาคารที่สร้างจริงในคลองส่งน้ำ

1.2.3 แบบหมายหมุดหลักฐาน (Description) ซึ่งแสดงรายละเอียดตำแหน่งและราคาระดับของหมุดฐาน (Bench Mark)เพื่อใช้ในการก่อสร้างคูส่งน้ำ และตรวจสอบความแตกต่างราคาหมุดฐานเดิมที่ใช้การก่อสร้างคลอง และอาคารต่างๆ กับหมุดฐานใหม่

2. การวางแนวคูส่งน้ำ หมายถึง การนำน้ำออกจากอาคารท่อส่งน้ำเข้านา (Farm Turnout) กระจายสู่แปลงเพาะปลูกโดยมีหลักการพิจารณาดังต่อไปนี้

2.1 กำหนดแฉกส่งน้ำ โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำของอาคารท่อส่งน้ำเข้านา และรายละเอียดละภูมิประเทศ

<u>ตารางที่ 3</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและขนาดของพื้นที่รับน้ำ

ปริมาณน้ำ ลิตร / วินาที	ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ไร่)
30	น้อยกว่า 130
60	131 - 260
90	261 - 390
120	391 - 520
150	521 - 650

180	651	-	780

2.2 ในกรณีพื้นที่แฉกส่งน้ำมากกว่า 780 ไร่ ควรออกแบบเป็นคูนำน้ำ (Feeder ditch)

2.3 แนวคูส่งน้ำต้องลัดเลาะตามแนวเขตแปลงกรรมสิทธิ์ให้มากที่สุดและพยายามยึดแนวสันเนินของเส้นชั้นความสูงของดิน

2.4 แนวคูส่งน้ำไม่ควรข้ามถนนโดยเฉพาะถนนลาดยางหลายๆจุดควรจะลดจำนวนที่ข้ามให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นโดยพยายามใช้ประโยชน์จากจุดข้ามแต่ละจุดให้มากที่สุดเพราะจะมีปัญหาทางด้านการก่อสร้าง , งบประมาณ และที่สำคัญ คือ ระดับน้ำที่จะสูญเสียในคูส่งน้ำ

2.5 กรณีที่สันเนินอยู่กลางแปลง และขนาดใหญ่ แนวคูส่งน้ำอาจจะวางแนวให้ผ่าแปลงได้จะไม่มีปัญหากับราษฎรที่เป็นเจ้าของแปลงมากนัก แต่ถ้าเป็นแปลงเล็กมักจะเกิดปัญหาจึงควรหลีกเลี่ยงการผ่าแปลง และการวางแนวผ่าแปลงนั้นควรจะได้พิจารณาว่าไม่มีปัญหากับเจ้าของแปลงคือไม่ให้เจ้าของแปลงเสียประโยชน์ และไม่เสียรูปร่างแปลงจนบางส่วนที่ถูกผ่าไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้

2.6 ความยาวคูส่งน้ำไม่ควรเกิน 1.5 กิโลเมตร

2.7 กำหนดอาคารใส่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ โดยคร่าว ๆ ตามแนวที่คูส่งน้ำผ่าน เช่น ผ่านถนนใส่อาคารท่อลอดถนนผ่านร่องน้ำก็ใส่อาคาร Drain culvert และถ้ามีคูแยกก็ใส่อาคารปากคูซอยเป็นต้น

2.8 การเรียกชื่อคูส่งน้ำปัจจุบันยึดหลักการให้ชื่อดังนี้ คูส่งน้ำที่ออกทางซ้ายของคลองให้เรียกเป็นเลขคี่ ถ้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ ใช้เลข 3 ตำแหน่ง เช่น 001 , 003 เป็นต้นแต่ถ้าเป็นคลองซอยใช้ 2 ตำแหน่ง เช่น 01 , 03 เป็นต้น ส่วนคูส่งน้ำที่ออกทางขวาของคลองให้เรียกเป็นเลขคู่ เช่น 002 , 004 สำหรับคลอง สายใหญ่ 02 ,04 สำหรับคลองซอยในคูแยกซอยก็ถือหลักเดียวกัน เช่น 01-1 , 01-2 เป็นต้น

3. ตรวจสอบสภาพภูมิประเทศ หมายถึง การนำแผนที่การวางแนวคูส่งน้ำไปตรวจสอบกับสภาพภูมิประเทศ ซึ่งมีข้อมูลที่ต้องตรวจสอบดังนี้

3.1 แหล่งน้ำ ระบบส่งน้ำ ระบบระบายน้ำและอาคารประกอบต่าง ๆ

3.2 ตรวจสอบบริเวณที่มีปัญหาในระหว่างการวางแนวคูส่งน้ำเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับแก้ให้เหมาะสมตามสภาพภูมิประเทศที่เป็นจริง

4. สำรวจเพื่อออกแบบในการออกแบบขั้นรายละเอียดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และตรงกับสภาพภูมิประเทศมากที่สุดจำเป็นต้องส่งแบบการวางแนวคูส่งน้ำเบื้องต้นให้โครงการปฏิบัติการคันคูน้ำต่างๆ ไปดำเนินการดังนี้

4.1 ขอความเห็นชอบแนวคูส่งน้ำกับราษฎรเจ้าของที่ดิน

4.2 สำรวจระดับต่างๆ ของท่อส่งน้ำเข้านา และระดับดินธรรมชาติตามแนวศูนย์กลางคูส่งน้ำ

4.3 สำรวจรายละเอียดตามแนวคูส่งน้ำ เช่น

4.3.1 เมื่อแนวคูส่งน้ำตัดผ่าน ถนน ร่องน้ำธรรมชาติ ต้องสำรวจรูปตัดตามขวาง

4.3.2 ตำแหน่งและความ 2-18 เทางข้ามที่คูส่งน้ำตัดผ่าน โดยพิจารณาตามความเหมาะสมหรือราษฎรต้องการ

4.3.3 รายละเอียดอื่น ๆ

2.3.2 การออกแบบขั้นรายละเอียด (Detail Design) ประกอบด้วย

1. แบบแปลนคูส่งน้ำ

1.1 โดยปกติไขเขียนแบบขนาด A1 น้ำหนัก 145 – 155 กรัม/ตารางเมตร

1.2 แผนที่แสดงภูมิประเทศ และแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน มาตราส่วน 1:4.000 ซึ่งกำหนดขอบเขตของแฉกส่งน้ำและแนวคูส่งน้ำ พร้อมทั้งตำแหน่งของอาคารประกอบต่าง ๆ

1.3 ตารางแสดงพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ส่งน้ำของแต่ละแฉกส่งน้ำ

1.4 ตารางแสดง ชนิด หมายเลขแบบ และจำนวนของอาคารประกอบในแต่ละ แฉกส่งน้ำ

2. แบบรูปตัดตามยาว คูส่งน้ำ

2.1 โดยปกติไขเขียนแบบขนาด A1 น้ำหนัก 145 - 155 กรัม/ตารางเมตร

2.2 แสดงรายละเอียดรูปตัดตามยาว ตามแนวศูนย์กลางคูส่งน้ำ มาตราส่วนทางตั้ง 1:50 ทางราบ 1:4,000 ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับดินธรรมชาติ เส้นและระดับของก้นคู ระดับน้ำ ระดับหลังคันคู และตำแหน่งของอาคารประกอบ

2.3 ตารางแสดงรายละเอียดทางด้านชลศาสตร์ ของคูส่งน้ำ

2.4 เกณฑ์การออกแบบคูส่งน้ำ

2.4.1 กม. 0 + 000 ของคูส่งน้ำสายหลักให้นับเริ่มจากศูนย์กลางคลองส่งน้ำ

2.4.2 ปริมาณน้ำในคูส่งน้ำ คำนวณได้จาก ค่าชลภาระคูณกับพื้นที่ส่งน้ำของแต่ละแฉก และต้องเป็นค่าทวีคูณของ 30 ลิตร / วินาที เช่น 30 , 60 , 90 .....ลิตร / วินาที

2.4.3 เนื่องจากเกณฑ์การออกแบบระบบชลประทานในแปลงไร่นาเลือกใช้วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียนในคูส่งน้ำของแต่ละแฉกดังนั้นปริมาณน้ำของคูส่งน้ำสายหลัก สายซอยและสายแยกซอยต้องกำหนดให้เท่ากัน ยกเว้นกรณีที่สายซอย และสายแยกซอยส่งน้ำให้แปลงเดียวและพื้นที่ส่งน้ำไม่เกิน 15 ไร่ ให้ใช้ปริมาณน้ำ 30 ลิตร / วินาที

2.4.4 ระดับ F.S.L. ของคูส่งน้ำได้จากระดับน้ำท้ายอาคารบังคับน้ำปากคูส่งน้ำ (Farm Turnout)

2.4.5 ระดับF.S.L.ของคูส่งน้ำควรสูงกว่าระดับดินเฉลี่ยในแปลงไร่นาประมาณ 25

ซม.

2.4.6 กำหนดความลาดเทของระดับ F.S.L. ในคูส่งน้ำให้สอดคล้องกับระดับดินธรรมชาติ โดยใช้ความลาดเทระหว่าง 1:500 ถึง 1:10,000 ในกรณีที่ระดับดินธรรมชาติมีความลาดชันมากให้ใช้คูส่งน้ำชนิดลาดชันซึ่งมีความลาดเทระหว่าง 1:10 ถึง 1:400

3. แบบตารางแสดงมิติและระดับต่างๆของอาคาร

3.1 โดยปกติใช้กระดาษไขเขียนแบบขนาด A1 น้ำหนัก 145 - 155 กรัม/ตารางเมตร

3.2 อาคารมาตรฐานที่ต้องมีแบบตารางแสดงมิติและระดับต่างๆของอาคาร ได้แก่

3.2.1 ท่อส่งน้ำเข้านา (FARM TURNOUT) ที่เพิ่มเติม

3.2.2 อาคารสะพานน้ำ (FLUME)

3.2.3 อาคารท่อลอดทางหลวง

3.2.4 อาคารท่อลอดทดน้ำ แบบที่ 2

การออกแบบอาคารมาตรฐาน

3.1 การคำนวณทางด้านชลศาสตร์

1. สูตรของการไหล (ปฏิภาณ อมาตยกุล)

- รางเปิด (open channel) โดยปกติใช้ Manning's Formula

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

n = สัมประสิทธิ์ของความขรุขระของวัสดุที่น้ำไหล

= 0.030 สำหรับคูดิน

= 0.016 สำหรับคูดาดคอนกรีต

A = พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ (ตารางเมตร)

S = ความลาดของ Energy Gradient

= ความลาดของผิวน้ำที่ไหลในคลอง

= ความลาดของก้นคูส่งน้ำกรณีที่น้ำไหลแบบ Uniform Flow

R = รัศมีอุทกศาสตร์ (เมตร)

= A/P

P = ความยาวของเส้นขอบเปียก (เมตร)

- การไหลในท่อภายใต้แรงดันใช้สูตรของ Hazen William (คู่มือการออกแบบและการใช้งานงานผลิตภัณฑ์ท่อ พีวีซี "ตราช้าง")

- กรณีที่การไหลเต็มท่อ $Q = 0.278\ C\ d^{2.63}\ I^{0.54}$

เมื่อ Q = อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)

C = สัมประสิทธิ์การเคลื่อนตัวของน้ำ

d = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ (เมตร)

I = Hydraulic Gradient (การสูญเสียของความดันคิดเป็นความสูงของการไหลต่อความยาวของท่อ)

ค่า C ของ Hagen &William สำหรับท่อชนิดต่างๆ จะเลือกใช้ได้ดังนี้

C = 150 สำหรับท่อ PVC.

C = 140 สำหรับท่อแอสเบสตอสซีเมนต์

C = 130 สำหรับท่อคอนกรีต และท่อเหล็กหล่อในสภาพยังใหม่

C = 120 สำหรับท่อไม้ (Wood Stave) และท่อเหล็กเหนียวเชื่อมเข้าด้วยกัน (Welded Steel)

C = 110 สำหรับท่อ[illegible] และท่อเหล็กเหนียวที่เย็บติดด้วยหมุด (Riveted Steel)

C = 100 สำหรับท่อเหล็กหล่อที่ใช้หลายปีแล้ว

C = 95 สำหรับท่อเหล็กเหนียวที่เย็บติดด้วยหมุดที่ใช้หลายปีแล้ว

C = 60 ถึง 80 สำหรับท่อเก่าที่สภาพแย่

1. การสูญเสีย Head

- น้ำไหลผ่านท่อ

$dh_f = (V^2_P n^2 L) / (0.25\ D)^{4/3}$

dh_f = Loss เนื่องจากความฝืดทั้งหมด (เมตร)

V_P = ความเร็วของน้ำในท่อ (เมตร/วินาที)

n = สัมประสิทธิ์ความฝืดของท่อ

= 0.012 สำหรับท่อ AC.

= 0.013 สำหรับท่อ คอนกรีตเสริมเหล็ก

= 0.014 สำหรับท่อเหล็ก

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ (เมตร)

L = ความยาวของท่อ (เมตร)

Loss เนื่องจากการลดและการขยายของท่อ

$$dh_1 = (1+k_1)\frac{\left(V_a^2 - V_1^2\right)}{2g}$$

$$dh_2 = (k_2-1)\frac{\left(V_a^2 - V_2^2\right)}{2g}$$

dh_1 = Loss เนื่องจากการขยายขนาดของท่อ (เมตร)

dh_2 = Loss เนื่องจากการลดขนาดของท่อ (เมตร)

V_1 = ความเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลองด้านเหนือน้ำของอาคาร (เมตร/วินาที)

V_a = ความเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลองด้านท้ายอาคาร (เมตร/วินาที)

K_1 = สัมประสิทธิ์ของ Loss ของท่อที่ลดขนาดทางเข้า

K_2 = สัมประสิทธิ์ของ Loss ของท่อที่ขยายขนาดทางออก

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 เมตร/วินาที^{2})

ค่าของ K_1 และ K_2 ขึ้นอยู่กับรูปร่างของทางน้ำไหลเข้าและทางไหลออกใช้

K_1 = 0.5

K_2 = 1 สำหรับงานคันคูน้ำ

ถ้า V_1 มีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ V_a ค่า Loss เนื่องจากการลดขนาดจะเป็น

$$dh_V = dh_1 = (1+0.5)\frac{V_a^2}{2g} = \frac{1.5V_a^2}{2g}$$

หรือ $$dh_V = 1.5\frac{V_p^2}{2g}$$

เมื่อ V_P = ความเร็วของน้ำในท่อ (เมตร/วินาที)

- น้ำผ่านฝาย

$Q = cwh_1^{3/2}$ เมื่อ $dh_1 \geq \frac{1}{3}h_1$

Q = ปริมาณน้ำผ่านฝาย (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

c = สัมประสิทธิ์ตามลักษณะสันฝาย

w = ความกว้างของสันฝาย (เมตร)

h_1 = ความสูงของน้ำเหนือสันฝายด้านเหนือน้ำ (เมตร)

dh_1 = ความต่างระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ

เมื่อ $W > 2\ h_1$, c = 1.5 : broad – crested weir

$0.6\ h_1 < L \leq 2\ h_1$, c = 1.7 : Shorted - crested weir

$W \leq 0.6\ h_1$, c = 1.9 : Sharp - crested weir

ถ้า $dh_1 \geq 1/3\ h_1$ ระดับท้ายน้ำจะไม่ทำให้ปริมาณการไหลของน้ำเปลี่ยนแปลง

- น้ำไหลผ่าน Orifices

เมื่อระดับท้ายน้ำสูงกว่าทางออก (Submerged)

$Q = c\ A\ \sqrt{2gdh_1}$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำไหลผ่าน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

c = สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำ

A = พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตารางเมตร)

dh_1 = ความแตกต่างของระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (9.81 เมตร/วินาที ^{2})

- น้ำไหลผ่านอาคารน้ำตก (Drops) มี 2 ประเภท คือ Vertical Drops และ Culvert Drops

Vertical Drops เป็นอาคารลดระดับน้ำที่ไหลลงจากระดับบนลงสู่ระดับล่างที่ต้องการในแนวดิ่งโดยมี Basin รองรับด้านล่าง

L_P = $c\sqrt{2h_c}$

c = $2.5 + 1.1\frac{h_c}{Z} + 0.7\frac{(h_c)^3}{Z}$

L_P = ความยาวข3-3 n (เมตร)

h_c = Critical depth (เมตร)

Z = ระยะความสูงของ Drop (เมตร)

h_c = $\sqrt[3]{\frac{Q^2}{w^2 g}}$

Q = ปริมาณน้ำไหลผ่าน (ลูกบาลเมตร/วินาที)

w = ความกว้างของ Drop (เมตร)

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (9.81 เมตร/วินาที ^{2})

- อาคารลดระดับด้วยท่อ (Culvert Drop)

dh_v (Culvert) = $1.5\frac{V_p^2}{2g}$

V_P = ความเร็วเฉลี่ยของน้ำในท่อ (เมตร/วินาที)

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (9.81 เมตร/วินาที ^{2})

2. Freeboard สำหรับงานออกแบบระบบชลประทานในแปลงไร่นา ใช้ค่า Freeboard ไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร

3.2 การคำนวณทางด้านโยธา (จรูญ กมลรัตน์ และ คณะ 2538)

1. น้ำหนักบรรทุก (Load)

- น้ำหนักคงที่ (Dead Load) ประกอบด้วย น้ำหนักของสิ่งก่อสร้างและน้ำหนักอื่นที่อยู่อย่างถาวรต่อสิ่งก่อสร้าง

ตารางที่ 6 แสดงน้ำหนักของวัสดุต่อหน่วย

ปริมาตรวัสดุ	กก./ม.^{3}
น้ำ	1,000
ดินแห้ง	1,700
ดินเปียก	2,000
ทรายแห้ง	1,600
ทรายเปียก	1,800
กรวด	1,650
หินทิ้ง	1,500
ปูนทราย (Mortar)	2,150
คอนกรีตล้วน	2,200
คอนกรีตเสริมเหล็ก	2,400
อิฐก่อ	1,700
หินก่อ	2,200
ไม้เนื้ออ่อน	800
ไม้เนื้อแข็ง	1,000
เหล็กหล่อ	7,250
เหล็กเหนียว	7,850
อลูมิเนียมผสม	2,800
หินแกรนิต	2,700
หิน (Sandstone)	2,600
ดินถมอัดแน่นแห้ง	1,900
ดินถมอัดแน่นเปียก	2,200
พื้นถนนชนิดราดยาง	2,300

การเรียกดินและทรายตามตารางข้างบนว่า เปียกและแห้งนั้นเพื่อให้สะดวกในการจำแนกว่าอยู่เหนือหรือใต้ระดับน้ำใต้ดิน

- น้ำหนักจร (Live Load) คือ น้ำหนักที่ไม่ได้เกิดอย่างถาวรต่อสิ่งก่อสร้าง

2. การกระจายน้ำหนัก (Distribute Load)

ก. กรณีที่ล้อถ่ายน้ำหนักสู่พื้นโดยตรง

ช่วงความยาวน้อยกว่า 3.50 เมตร

$$E = 0.175\,S + 1.0$$ 3-5

เมื่อ E = ความกว้างของพินทีแต่ละล้อกระจายน้ำหนักลง

S = ช่วงความยาว

2. ช่วงความยาวเกิน 3.50 เมตร

$$E = (10\,N + W) / 4\,W$$

เมื่อ N = จำนวนทั้งหมดของช่องทางวิ่ง

W = ความกว้างของทาง

ข. กรณีที่ล้อถ่ายน้ำหนักผ่านดินถม

1. เมื่อความลึกของการถมไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร จะต้องพิจารณาน้ำหนักที่ลงเป็นจุดว่าเป็นการลงอย่างแผ่กระจาย ลงสู่สี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีแต่ละด้านเป็น 1.75 เท่าของความลึกของการถม เมื่อมีน้ำหนักที่ลงเป็นจุดเช่นนี้หลายจุดจะทำให้พื้นที่ของการแผ่กระจายน้ำหนักซ้อนทับกัน การคิดน้ำหนักทั้งหมดจะต้องพิจารณาเป็นน้ำหนักแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ ลงสู่พื้นที่ซึ่งถูกกำหนดขอบเขตโดยขอบนอกของพื้นที่ย่อย

2. สำหรับพื้นที่ช่วงเดียวผลของน้ำหนักจรอาจไม่นำมาคิด เมื่อความลึกของการถมเกิน 2.50 เมตร และเกินความยาวของช่วงพื้น สำหรับหลายช่วงจะไม่นำมาคิดเมื่อความลึกของการถมเกินกว่าระยะทางระหว่างจุดรับน้ำหนักด้านปลายหรือตอม่อ

3. การแผ่กระจายของน้ำหนักจรที่คิดตามวิธีข้างบนจะต้องไม่เกินกว่าเมื่อคิดว่าล้อถ่ายน้ำหนักลงสู่อาคารโดยตรง

ค. ความกว้างรวมของการกระจายน้ำหนักจะต้องไม่เกินความกว้างรวมของช่วงพื้น

แรงกระแทก

สำหรับการถม 0 เมตร - 0.30 เมตร แรงกระแทก = 30 %

สำหรับการถม 0.31 เมตร - 0.60 เมตร แรงกระแทก = 20 %

แรงเค้นใช้งานของเหล็ก (Tensile Stress) เท่ากับ 1,200 กก. / ซม.^{2}

คอนกรีตต้องรับแรงกดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 140 กก./ซม.^{2} โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก ∅ 15 x 30 ซม. เมื่ออายุครบ 28 วัน

มาตรฐานรายละเอียดเหล็กเสริมให้ดูจากหนังสือมาตรฐานรายละเอียดการเสริมเหล็กในอาคารคอนกรีตของกรมชลประทาน มีนาคม 2535

ตัวอย่างวิธีการส่งน้ำระบบชลประทานในแปลงไร่นา

วิธีการจัดตารางส่งน้ำแบบที่ใช้ในงานออกแบบระบบชลประทานในแปลงไร่นา

1) นำแผนที่แฉกส่งน้ำที่จัดตารางการส่งน้ำมาลงหมายเลขแปลง แล้วแบ่งส่วนของคูน้ำ โดยใช้อาคารอัดน้ำ หรืออาคารกลางคู เช่น ท่อลอดที่สามารถอัดน้ำได้ โดยคิดระยะทางน้ำเดินทางจากปากคูถึงอาคารต่างๆว่ามีระยะทางเท่าไร แล้วกำหนดเป็นส่วนเพื่อคิดเวลาการรับน้ำ

2) ทำบัญชีแสดงพื้นที่ว่าแปลงหมายเลขใดมีพื้นที่เท่าไร อยู่ในส่วนไหนของคูส่งน้ำ

3) จากบัญชีข้อ 2 เปิดตารางที่ 8 ว่าแปลงใดต้องการ เวลารับน้ำเท่าใด

4) เมื่อเสร็จข้อ 3 นำมาจัดเวลาวันส่งน้ำของแต่ละแปลงต่อไปซึ่งมีวิธีการพอสังเขปดังนี้

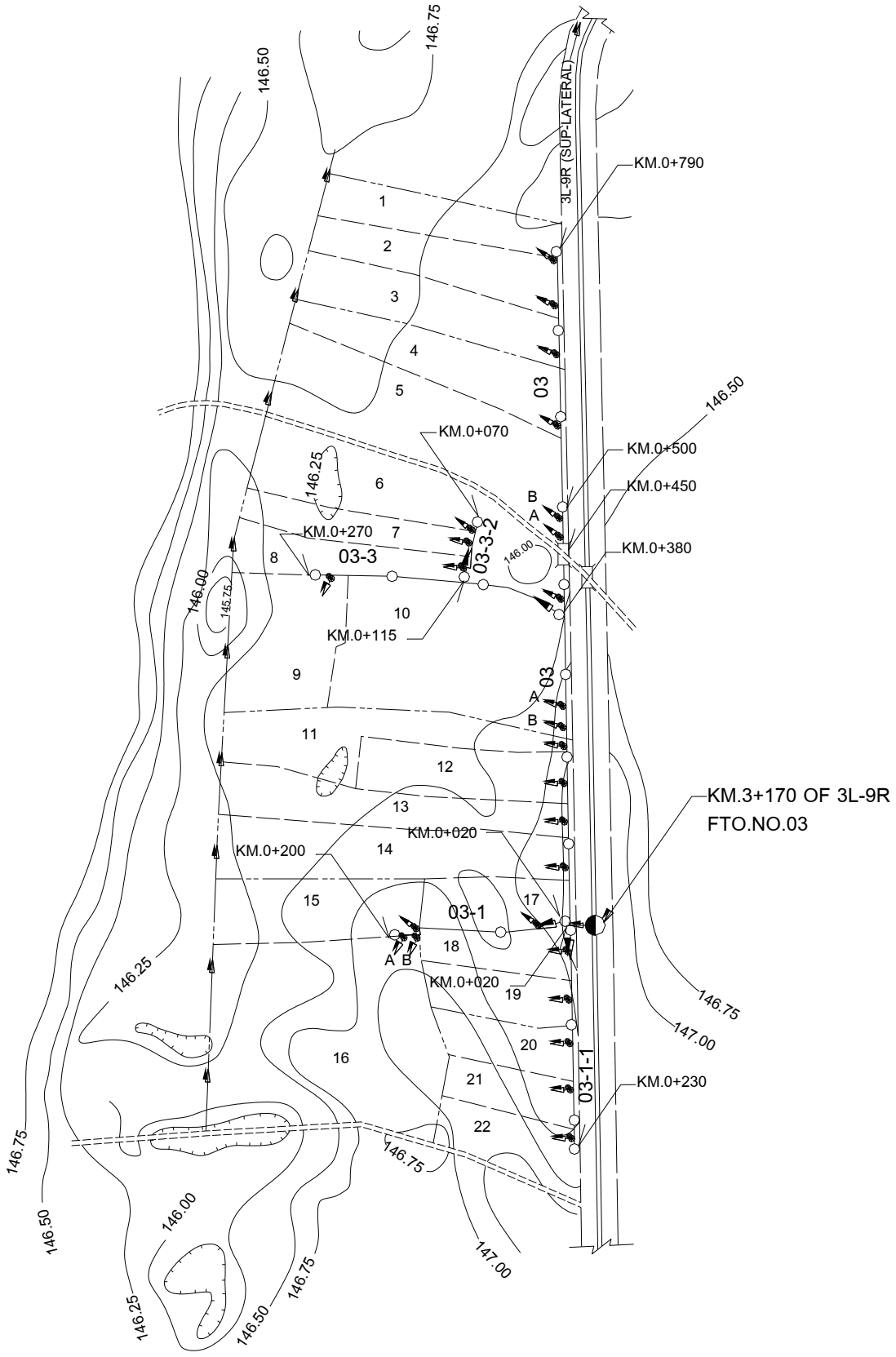
4.1 พยายามส่งน้ำให้เสร็จในแต่ละช่วงการส่งน้ำ หรือระหว่างอาคารกลางคู 2 ตัว ติดต่อกันไป

4.2 พยายามให้มีการเปลี่ยนการปิด-เปิดบานในเวลากลางวันให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ไม่สามารถทำได้ทุกUnit)

4.3 การจัดเวลาควรแยกกลุ่มไว้ดังนี้ ถ้ารับน้ำน้อยชั่วโมง เช่น ต่ำกว่า 12 ชม. รับน้ำกลางวัน ถ้าเกินควรจัดเป็นกลุ่ม รับน้ำกลางคืน

4.4 ถ้าจัดการส่งน้ำในช่วงระหว่างอาคารอัดน้ำ 2 ตัวให้เสร็จรวดเดียวไม่ได้ก็ให้พิจารณาแบ่งไป ส่วนที่ใกล้ที่สุดในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วกลับมาส่งช่วงเดิมต่อไป

4.5 การกำหนดปริมาณน้ำในคูส่งน้ำ ควรมีเกินไว้บ้าง เพื่อเพิ่มเติมบางแปลงที่อาจได้รับน้ำน้อยกว่าปกติ



ภาพที่4 แสดงแฉกส่งน้ำที่ต้องการส่งน้ำแบบหมุนเวียน

<u>ตารางที่ 7</u> แสดงตัวอย่างการจัดตารางส่งน้ำ

คูสาย	แปลง หมายเลข	พื้นที่ ไร่	อยู่ในส่วน ของคู	ต้องการเวลา รับน้ำ - ชม.
03-1-2	17	5.6	1	6.0
(มีระยะห่างจากปากคูสาย	18	4.9	1	5.5
ใหญ่ 230 เมตร)	19	5.1	1	5.5
	20	5.1	1	
	21	5.1	1	5.5
	22	7.2	1	7.5
	รวม	33.0		35.5
03-1	15	12.1	1	13.0
(มีระยะห่างจากปากคูสาย	16	34.4	1	47.0
ใหญ่ 200 เมตร)	รวม	46.5		60.0
03	14	15.4	2	17.5
ช่วงแรก	13	10.2	2	11.5
(จากปากคูสายใหญ่ 380	12	7.7	2	9.0
เมตร)	11	12.7	2	14.5
	10	24.1	2	27.0
	รวม	70.1		79.5
03-3 และ 03-3-2	9	11.7	3	14.0
(มีระยะห่างจากปากคูสายใหญ่	8	6.7	3	8.0
650-575 เมตร)	7	5.6	3	7.0
	รวม	24.0		29.0
03	6	17.8	4	23.0
ช่วงท้าย	5	2.0	4	26.0
(มีระยะห่างจากปากคูสายใหญ่	4	11.0	4	14.5
790 เมตร)	3	9.5	4	12.5
	2	9.3	4	12.0
	1	7.4	4	9.5
	รวม	57.0		97.5
รวมทั้งหมด		230.6		301.5

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาส่งน้ำและพื้นที่ Conveyance Efficiency ต่าง ๆ

เวลา (ชม.)	พื้นที่รับน้ำ-ไร่							
	Ce = 1	ส่วนที่ 1 Ce = 0.98	ส่วนที่ 2 Ce = 0.92	ส่วนที่ 3 Ce = 0.86	ส่วนที่ 4 Ce = 0.80	ส่วนที่ 5 Ce = 0.74	ส่วนที่ 6 Ce = 0.67	ส่วนที่ 7 Ce = 0.60
0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
1.0	0.964285714	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6
1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9
2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2
2.5	2.4	2.4	2.2	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4
3.0	2.9	2.8	2.7	2.5	2.3	2.1	1.9	1.7
3.5	3.4	3.3	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.0
4.0	3.9	3.8	3.5	3.3	3.1	2.9	2.6	2.3
4.5	4.3	4.3	4.0	3.7	3.5	3.2	2.9	2.6
5.0	4.8	4.7	4.4	4.1	3.9	3.6	3.2	2.9
5.5	5.3	5.2	4.9	4.6	4.2	3.9	3.6	3.2
6.0	5.8	5.7	5.3	5.0	4.6	4.3	3.9	3.5
6.5	6.3	6.1	5.8	5.4	5.0	4.6	4.2	3.8
7.0	6.7	6.6	6.2	5.8	5.4	5.0	4.5	4.0
7.5	7.2	7.1	6.7	6.2	5.8	5.4	4.8	4.3
8.0	7.7	7.6	7.1	6.6	6.2	5.7	5.2	4.6
8.5	8.2	8.0	7.5	7.0	6.6	6.1	5.5	4.9
9.0	8.7	8.5	8.0	7.5	6.9	6.4	5.8	5.2
9.5	9.2	9.0	8.4	7.9	7.3	6.8	6.1	5.5
10.0	9.6	9.4	8.9	8.3	7.7	7.1	6.5	5.8
10.5	10.1	9.9	9.3	8.7	8.1	7.5	6.8	6.1
11.0	10.6	10.4	9.8	9.1	8.5	7.8	7.1	6.4
11.5	11.1	10.9	10.2	9.5	8.9	8.2	7.4	6.7
12.0	11.6	11.3	10.6	10.0	9.3	8.6	7.8	6.9
12.5	12.1	11.8	11.1	10.4	9.6	8.9	8.1	7.2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

เวลา (ชม.)	พื้นที่รับน้ำ-ไร่							
	Ce = 1	ส่วนที่ 1 Ce = 0.98	ส่วนที่ 2 Ce = 0.92	ส่วนที่ 3 Ce = 0.86	ส่วนที่ 4 Ce = 0.80	ส่วนที่ 5 Ce = 0.74	ส่วนที่ 6 Ce = 0.67	ส่วนที่ 7 Ce = 0.60
13.0	12.5	12.3	11.5	10.8	10.0	9.3	8.4	7.5
13.5	13.0	12.8	12.0	11.2	10.4	9.6	8.7	7.8
14.0	13.5	13.2	12.4	11.6	10.8	10.0	9.0	8.1
14.5	14.0	13.7	12.9	12.0	11.2	10.3	9.4	8.4
15.0	14.5	14.2	13.3	12.4	11.6	10.7	9.7	8.7
15.5	14.9	14.6	13.8	12.9	12.0	11.1	10.0	9.0
16.0	15.4	15.1	14.2	13.3	12.3	11.4	10.3	9.3
16.5	15.9	15.6	14.6	13.7	12.7	11.8	10.7	9.5
17.0	16.4	16.1	15.1	14.1	13.1	12.1	11.0	9.8
17.5	16.9	16.5	15.5	14.5	13.5	12.5	11.3	10.1
18.0	17.4	17.0	16.0	14.9	13.9	12.8	11.6	10.4
18.5	17.8	17.5	16.4	15.3	14.3	13.2	12.0	10.7
19.0	18.3	18.0	16.9	15.8	14.7	13.6	12.3	11.0
19.5	18.8	18.4	17.3	16.2	15.0	13.9	12.6	11.3
20.0	19.3	18.9	17.7	16.6	15.4	14.3	12.9	11.6
20.5	19.8	19.4	18.2	17.0	15.8	14.6	13.2	11.9
21.0	20.2	19.8	18.6	17.4	16.2	15.0	13.6	12.1
21.5	20.7	20.3	19.1	17.8	16.6	15.3	13.9	12.4
22.0	21.2	20.8	19.5	18.2	17.0	15.7	14.2	12.7
22.5	21.7	21.3	20.0	18.7	17.4	16.1	14.5	13.0
23.0	22.2	21.7	20.4	19.1	17.7	16.4	14.9	13.3
23.5	22.7	22.2	20.8	19.5	18.1	16.8	15.2	13.6
24.0	23.1	22.7	21.3	19.9	18.5	17.1	15.5	13.9
24.5	23.6	23.2	21.7	20.3	18.9	17.5	15.8	14.2
25.6	24.7	24.2	22.7	21.2	19.7	18.3	16.5	14.8

ตารางที่ 7 (ต่อ)

เวลา (ชม.)	พื้นที่รับน้ำ-ไร่							
	Ce = 1	ส่วนที่ 1 Ce = 0.98	ส่วนที่ 2 Ce = 0.92	ส่วนที่ 3 Ce = 0.86	ส่วนที่ 4 Ce = 0.80	ส่วนที่ 5 Ce = 0.74	ส่วนที่ 6 Ce = 0.67	ส่วนที่ 7 Ce = 0.60
25.5	24.6	24.1	22.6	21.1	19.7	18.2	16.5	14.
26.0	25.5	24.6	23.1	21.6	20.1	18.6	16.8	15.0
26.5	25.6	25.0	23.5	22.0	20.4	18.9	17.1	15.3
27.0	26.0	25.5	24.0	22.4	20.8	19.3	17.4	15.6
27.5	26.5	26.0	24.4	22.8	21.2	19.6	17.8	15.9
28.0	27.0	26.5	24.8	23.2	21.6	20.0	18.1	16.2
28.5	27.5	26.9	25.3	23.6	22.0	20.3	18.4	16.5
29.0	28.0	27.4	25.7	24.0	22.4	20.7	18.7	16.8
29.5	28.4	27.9	26.2	24.5	22.8	21.1	19.1	17.1
30.0	28.9	28.3	26.6	24.9	23.1	21.4	19.4	17.4
30.5	29.4	28.8	27.1	25.3	23.5	21.8	19.7	17.6
31.0	29.9	29.3	27.5	25.7	23.9	22.1	20.0	17.9
31.5	30.4	29.8	27.9	26.1	24.3	22.5	20.4	18.2
32.0	30.9	30.2	28.4	26.5	24.7	22.8	20.7	18.5
32.5	31.3	30.7	28.8	27.0	25.1	23.2	21.0	18.8

จากพื้นที่รวมที่ได้นี้หา ปริมารน้ำของคูส่งน้ำได้โดยคูณด้วยชลภาระที่หาได้

จะได้ Q = 230.6 x 0.00023

= 0.053 ลูกบาลเมตร / วินาที

ใช้ Q = 0.06 ลูกบาลเมตร / วินาที หรือ 60 ลิตร / วินาที

ดังนั้นคูส่งน้ำจะสามารถส่งน้ำพร้อม ๆ กันได้ 2 Farm Inlets (ท่อรับน้ำเข้าแปลงไร่นา)

และเวลารวมของแต่ละส่วนคูส่งน้ำซึ่งเป็นเวลาจริง = เวลารวม ÷ 2

ดังนั้นเวลาส่งน้ำของช่วงคูแต่ละตอนจึงเป็นดังนี้

คูส่งน้ำ	**เวลาส่งน้ำรวมแต่ละแปลง, ชม.**	**เวลาส่งน้ำจริง, ชม.**
03-1-1	35.5	17.75 ใช้ 18
03-1	60	30
03 ช่วงแรก	79.5	39.75 ใช้ 40
03-3 และ 03-3-2	29	14.5
03 ช่วงท้าย	97.5	48.75 ใช้ 49

จากนี้นำเวลารวมมากำหนด วันเวลาคร่าว ๆ ก่อน ดังนี้

คู 03-1-1 ต้องการ 18 ชม. ถ้าเริ่ม 7.00 น. จะเสร็จเวลา 01.00 น. ของวันใหม่ ซึ่งไม่เหมาะจึงควรเริ่มใหม่ โดยหมุนเวียนร่วมกับคู 03-1

คู 03-1 เวลา = 18 + 30 = 48 ชม. ถ้าเริ่ม 7.00 น. จะเสร็จ เวลา 07.00 น. พอดี และเป็นเวลา 2 วัน ต่อจากนี้นำช่วงคู 03 มาติดต่อ

คู 03 ช่วงแรก ต้องการ 40 ชม. เริ่ม 7.00 น. จะเสร็จเวลา 23.00 น. ซึ่งเป็นเวลากลางดึก จึงไม่เหมาะ ต้องพิจารณาร่วมกับ คู 03-3 และ 03-3-2

คู 03-3 และ 03-3-2 จะเป็นเวลารวม = 40 + 14.5 = 54.5 ชม. ถ้าเริ่มจาก 7.00 น. จะเสร็จเวลา 13.30 น.

คู 03 ช่วงท้าย ต้องการเวลา 49 ชม. เริ่ม 13.30 น. จะเสร็จเวลา 14.30 น.

หมายเหตุ

16.0 - 14.5

ช่วงเวลา 7 7 เติมน้ำเข้าบางท่อที่คิดว่าได้น้ำน้อยในช่วงท้ายของคู 03

14.5 - 7.0

หลัง 7 7 นำน้ำส่วนเกินไปเติมที่ใดก็ได้หรือปิดเสียเลย

เวลาใช้หลังทศนิยมเท่ากับ = 5 หมายถึง 1/2 ชม. หรือ 30 นาที แต่เพื่อความสะดวกในการใช้เครื่องคิดเลขจึงใช้เป็นทศนิยมดังกล่าว ส่วนตัวเลขใต้เวลาเป็นวันต่อไปเป็นการกำหนดหน้าที่ของแต่ละเจ้าของนาว่าจะต้องทำอะไรบ้าง

เมื่อเจ้าหน้าที่ชลประทานเปิดประตูปากคู หรือท่อส่งน้ำเข้านา แล้วยกให้การควบคุมบังคับน้ำในคูเป็นของชาวนาควบคุมบังคับน้ำกันเอง ซึ่งตามตัวอย่างจะแยกหน้าที่กันทำได้ ดังนี้

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 18

1) ปิดบาน อาคารทดน้ำ ของคู 03 ทางด้านคู 03 และ 03-1 แล้วเปิดทางด้านคู 03-1-1 เพื่อให้น้ำเข้าคู 03-1-1 ด้านเดียว

2) เปิดบาน Farm Inlet ของตน (หมายเลข 18) ในทุกวัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 7.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 19

1) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 19 และตรวจดูว่าบานของ Farm Inlet หมายเลข 17, 20, 21 ปิดหมดแล้ว

2) เปิดบานในทุกวัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 7.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 20

1) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 20 และปิดบานหมายเลข 18

2) เปิดบานในทุก ๆ วัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 12.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 21

1) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 21 และปิดบานหมายเลข 19

2) เปิดบานในทุก ๆ วัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 12.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 15

1) ไปที่ อาคารทดน้ำ กม. 0+020 ของคู 03-1 เปิดบานทางด้านคูสาย 03-1 และปิดบานด้านคู 03-1-1

2) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 15 ในทุก ๆ วัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 18.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 16

1) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 16 A (เนื่องจากพื้นที่ใหญ่มี Farm Inlet ให้ 2 ตัว) ในวัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 18.00 น.

เปิดบาน อาคารทดน้ำ ทางด้านคู 03-1 และปิดบานทางด้านคู 03-1-1 แล้วเปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 16 B (16 A เปิดไว้แล้วและยังเปิดต่อ 4-10 วัน 2 หรือ อังคารถัดไป

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 17

1) เปิดบาน อาคารทดน้ำ กม. 0+020 ของคู 03-1 ทางด้านคู 03-1-1 ปิดบานทางด้าน คู 03-1

2) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 17 ในทุก ๆ วัน 2 หรือวันอังคารเวลา 7.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 22

เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 22 แล้วเปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 20 และ 21 ทุก ๆ วัน 2 หรือ วันอังคาร เวลา 7.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 13

1) เปิดบาน อาคารทดน้ำ ด้านคู 03 ปิดทางด้านคู 03-1

2) เปิดบาน Farm Inlet ของตน ทุก ๆ วัน 3 หรือวันพุธ เวลา 7.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 12

เปิดบาน Farm Inlet ของตนทุก ๆ วัน 3 หรือ วันพุธ เวลา 7.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 11

เปิดบาน Farm Inlet ของตนและเปิดบาน Farm Inlet 13 ทุกวัน 3 หรือ วันพุธ เวลา 19.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 14

เปิดบาน Farm Inlet ของตนและเปิดบาน Farm Inlet 12 ทุกวัน 3 หรือ วันพุธ เวลา 16.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 8

1) เปิดบาน อาคารทดน้ำ กม. 0+380 ของคู 03ทางด้านคู 03-3 และเปิดบาน Division Box ทางด้านคู 03-3-2 ให้น้ำเข้าคู 03-3-2 ทุก ๆ วัน 4 หรือ วันพฤหัสบดี เวลา 10.00 น.

2) เปิดบาน Farm Inlet ของตนไว้ตลอด

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 7

เปิดบาน Farm Inlet ของตนไว้ตลอด และคอยเปลี่ยนกับเจ้าของแปลงหมายเลข 8 สลับกัน

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 9

เปิดบาน อาคารทดน้ำ กม. 0+115 ทางด้านคู 03-3 และปิดทางด้านคู 03-3-2 และเปิดบาน Farm Inlet ของตนทิ้งไว้ตลอด ในวัน 4 หรือวันพฤหัสบดี เวลา 18.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 10

1) เปิดบานFarm Inlet ของตนครั้งแรกหมายเลข 10Aในวัน 4 หรือวันพฤหัสบดีเวลา18.00 น. ปิดบาน Division Box กม. 0+380 ทางด้านคู 03-3 และเปิดบาน Farm Inlet 10 B ในวัน 5 หรือวันศุกร์ เวลา 8.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 6

1) เปิดบาน อาคารทดน้ำ กม. 0+38 4-11 03 ทางด้านคู 03 แล้วปิดบานทางด้านคู 03-3

2) เปิดบาน Farm Inlet ทุก ๆ วัน 5 หรือวันศุกร์ เวลา 14.30 น.

3) เปิดบาน Farm Inlet วัน 7 หรือวันอาทิตย์ เวลา 8.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 5

1) เปิดบาน Farm Inlet ของตนในวัน 5 หรือวันศุกร์ เวลา 14.30 น.

2) เปิดบาน Farm Inlet ของตนในวัน 7 หรือวันอาทิตย์ เวลา 6.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 2

เปิดบาน Farm Inlet ของตนและเปิดบานเลขที่ 6 ในวัน 6 หรือวันเสาร์ เวลา 6.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 1

เปิดบาน Farm Inlet ของตนและเปิดบานหมายเลข 5 ในวัน 6 หรือวันเสาร์ เวลา 8.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 4

เปิดบาน Farm Inlet ของตนแล้วเปิดบานหมายเลข 2 ในวัน 6 หรือวันเสาร์ เวลา 18.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 3

เปิดบาน Farm Inlet ของตนแล้วเปิดบานหมายเลข 1 ในวัน 6 หรือวันเสาร์ เวลา 18.00 น.

จากรายละเอียดการกำหนดหน้าที่ของแต่ละเจ้าของ อาจนำมาวิเคราะห์ได้ว่า และคนทำหน้าที่มากน้อยกว่ากันเท่าใด ซึ่งปกติหน้าที่รับน้ำนี้จะต้องทำประมาณ 16-20 ครั้งต่อ 1 ฤดูกาลเพาะปลูกเท่านั้น การกำหนดหน้าที่จึงพยายามให้ปฏิบัติงานเท่า ๆ กันให้มากที่สุดที่จะทำได้ แต่เมื่อมีความจำเป็นก็ต้องให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันได้บ้างเล็กน้อย ตามตัวอย่างจะพบว่าแต่ละกลุ่มจะปฏิบัติงานด้านการส่งน้ำมากน้อยกว่ากัน ดังนี้

1. กลุ่มที่ทำหน้าที่เพียงเปิดบาน Farm Inlet ของตน และปิดบาน Farm Inlet ของผู้อื่นที่ใช้น้ำอยู่ก่อน

ในกลุ่มนี้ได้เปรียบ เสียเปรียบกันบ้าง เกี่ยวกับระยะทางที่จะเปิด Farm Inlet ของตน และปิดของผู้อื่น ในช่วงเวลา เช้า เย็น หรือ ตอนค่ำ

2) กลุ่มที่ทำหน้าที่เหมือนกลุ่ม 1 แต่ต้องเปิดปิดบานอาคารอัดน้ำต่าง ๆ ด้วย ซึ่งก็จะต่างกันทางด้านระยะเดินทางบ้างเหมือนกัน

3) กลุ่มที่ต้องรับน้ำ 2 ครั้งใน 1 สัปดาห์ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเจ้าของพื้นที่ใหญ่ ๆ

ข้อได้เปรียบเสียเปรียบเหล่านี้ คิดว่าไม่เป็นปัญหามากนัก เพราะในฤดูการเพาะปลูกครั้งหนึ่งจะต้องทำหน้าที่ดังกล่าวเพียงประมาณ 20 ครั้งเท่านั้น

ก่อนเริ่มทำการส่งน้ำควรมีการประชุมผู้ทำนาทุก ๆ แปลง เพื่อชี้แจงหน้าที่ของแต่ละคน มอบตารางการส่งน้ำและหน้าที่ของทุก ๆ คนให้แต่ละคนได้ทราบ รวมทั้งการทดลองซักซ้อมความเข้าใจว่าใครจะต้องทำอะไรบ้างในสนาม

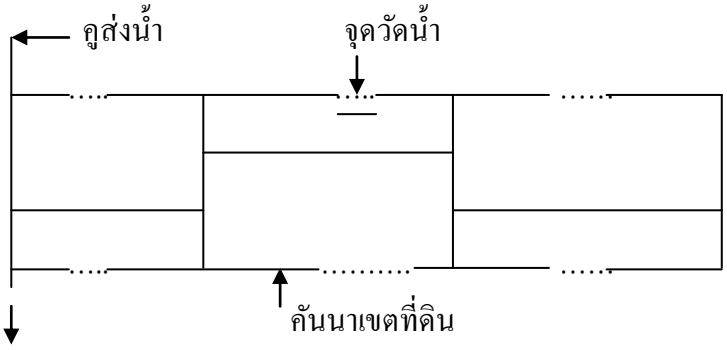
เนื่องจาก วิธีการส่งน้ำดังกล่าวนี้เป็นวิธีการแบบลูกทุ่งซึ่งไม่ได้มีเกณฑ์กำหนดที่แน่นอนพอเชื่อถือได้มาก่อน จึงต้องทำการส่งน้ำไปหาข้อมูลไป เพื่อหาความเหมาะสมในแต่ละท้องที่ โดยมีค่าสมมุติอยู่ 2 ค่าที่ต้องการตรวจสอบในสนามต่อไปอีก ดังนี้คือ

1. ความต้องการน้ำสูงสุด ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำเพื่อการระเหย (Evaporation) การคายน้ำของข้าว การรั่วซึมลึกลงไปในดิน (Deep percolation) เป็นมิลลิเมตรต่อวัน และการรั่วซึมจากแปลงนาสู่ทางระบายน้ำ เป็นต้น

2. โดยที่จริงแล้วค่าต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ จะมีวิธีการคำนวณออกมาได้หรือทำการทดลองหา แต่ก็เป็นวิธีการซับซ้อนยุ่งยากพอสมควรและที่สำคัญที่สุดคือ อาจได้ค่าจากการทดลองของที่หนึ่งแล้วนำไปใช้ในอีกที่หนึ่งเป็นส่วนใหญ่ตัวเลขที่ได้อาจเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมแก่พื้นที่ที่ทำการส่งน้ำอยู่ก็ได้

ดังนั้นเมื่อทำการส่งน้ำจนปักดำเสร็จเรียบร้อยแล้วเราอาจหาตัวเลขความต้องการน้ำชลประทานได้ โดยเริ่มจากวิธีง่ายๆ โดยไม่หวังผลแน่นอนเพื่อประโยชน์ทางวิชาการนัก แต่ใช้สำหรับการส่งน้ำเฉพาะแห่งเท่านั้น

วิธีดังกล่าวอาจทำได้โดยการหา แผ่นอิฐ หรือ คอนกรีตบล๊อค วางกดลงในพื้นนาจนผิวบนอยู่ในระดับเดียวกันกับพื้นนาบริเวณที่วางแผ่นอิฐหรือคอนกรีตบล๊อค คือริมคันนาส่วนที่อยู่ประมาณกลางแปลงทางริมใดริมหนึ่ง (ดังภาพ) ทำจุดวัดเช่นนี้ไว้ทุก ๆ เจ้าของนาเพื่อว่าต่อไปอาจขอร้องชาวนาทำการวัดให้ก็ได้



การจัดจะเริ่มวัดโดยใช้ไม้บรรทัดพลาสติกธรรมดาที่มี Scale มิลลิเมตร โดยเริ่มวัดระดับน้ำภายหลังที่ชาวนาแบ่งน้ำเข้าแปลงย่อยเสร็จแล้ว ซึ่งควรเป็นหลังจากวันรับน้ำ 1วัน ครั้งหนึ่ง และอีกครั้งหนึ่งก่อนรับน้ำ 1 วัน ซึ่งเวลาจะห่างกันประมาณ 5 วัน แล้วนำผลต่างของการวัดปริมาณน้ำทั้ง 2 ครั้ง มาหารด้วยจำนวนวัน เราก็สามารถรู้ได้คร่าว ๆ ว่า มีการสูญเสียน้ำในนาไปวันละเท่าใดในช่วงนั้น โดยนำค่าที่วัดได้อย่างหยาบ ๆ นี้ทุก ๆ แปลงมาหาส่วนเฉลี่ย ถ้าทำได้เช่นนี้ไปทุกสัปดาห์ จนตลอดช่วงเวลาการส่งน้ำ เราจะสามารถนำมาพิจารณาถึงมาตรการประหยัดน้ำในปีต่อไปได้

2. ค่า Conveyance loss การหาค่าการสูญเสียน้ำระหว่างทางนี้ ยังไม่มีวิธีการที่จะหาค่าดังกล่าวได้ง่าย ๆ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการวัดน้ำผ่านอาคารอัดน้ำต่าง ๆ ทุก ๆแห่ง เพื่อนำมาตรวจสอบว่าค่าสมมุติที่ตั้งไว้นั้น จะต้องแก้ไขอย่างไร เพื่อจะได้แก้ไขตารางส่งน้ำให้เหมาะสม ที่สุดต่อไป

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (Drainage modulus) โครงการชลประทานต่าง ๆ (มงคล. 2524)

Projects	Sources of Discussion	Methodology	Drainage Modulus at Farm Level For area 0-2,000 rai in L. / sec /rai	Drainage Modulus foe Main Drain in L./ sec /rai							
				For drainage area (1,000 rai)							
				2 to 5	5 to 10	10 to 20	20 to 50	50 to 100	100 to 200	200 to 500	500 to 1,000
Chao Phaya	Ilaco - nedeco	64 mm. / 24 hours	.85	0.77							
Stage 1											
Phitsanulok	ELC-NK-SEATEC	Economic Optimization	.65	.61	.57	.56	.54 - .53	.51	.48	.46 - .45	.44 - .43
		Technique									
		Criteria and Assumption		(95)*	(90)	(87)	(85-78)	(80 – 78)	(74)	(74)	(68 – 66)
		Ponding depth in the field 100 mm.									
		max. 5-days consecutive rainfall									
		6 and 17 years return period for									
Phitsanulok		Lower area and upper area									
(Feasibility)	U.S.B.R.	Criteria and Assumption	.57	.53	.50	.47	.44	.44	.38	.35	.32
report)		No. ponding depth		(90)	(85)	(80)	(.75)	(70)	(65)	(60)	(55)
		Max. 5 – days consecutive rainfall									
Uttaradit		10 years return period									
	U.S.B.R.	Criteria and Assumption	.67	.60	.57	0.54	.50	.47	.44	.40	.37
		No. ponding depth		(90)	(85)	(80)	(75)	(75)	(70)	(65)	(55)
		Max. 7 days consecutive rainfall									
		10-years return period									

* Figures in parenthesis are reduction factor of Drainage Modulus

ตารางที่ 1 (ต่อ)

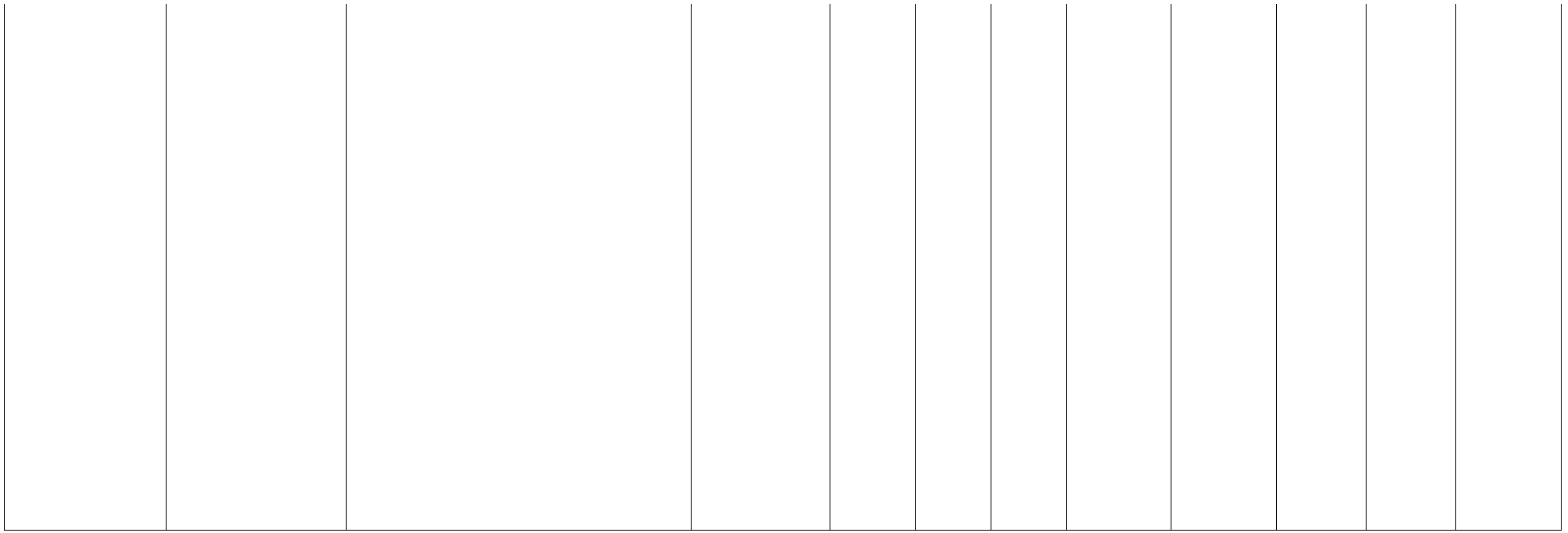
Projects	Sources of Discussion	Methodology	Drainage Modulus at Farm Level For area 0-2,000 rai in L. / sec /rai	Drainage Modulus foe Main Drain in L./ sec /rai							
				For drainage area (1,000 rai)							
				2 to 5	5 To 10	10 to 20	20 to 50	50 to 100	100 to 200	200 to 500	500 to 1,000
Mae Klong (Feasibility)	Ilaco	Criteria and Assumption 1. No. ponding depth 2. max. 5-days consecutive rainfall 3. 10 year return period 4. 75 % of raintion is taken into account	.42	-	-	-	-	-	-	-	-
Mae Klong (Feasibility)	JICA	Criteria and Assumption 1. Ponding depth = 100 mm. 2. max. daily rainfall 3. No. mention of drainage area	0.80	-	-	-	-	-	-	-	-
Lamtakong (Feasibility)	TAHAL	Criteria and Assumption 1. Initial (pre-rain) water depth in paddies = 75 mm. 2. Drainage modulus $= \frac{\text{3-days consecutive rainfall}}{\text{'s return period}}$	0.64 (Q=0.004A, Q=cms, A=ha)	For area > 1,000 ha ; $Q = 35\ m^{5/6}$ (Cypress Creek Formula) Q = cfs m = area in sq. miles							

ตารางที่ 1 (ต่อ)

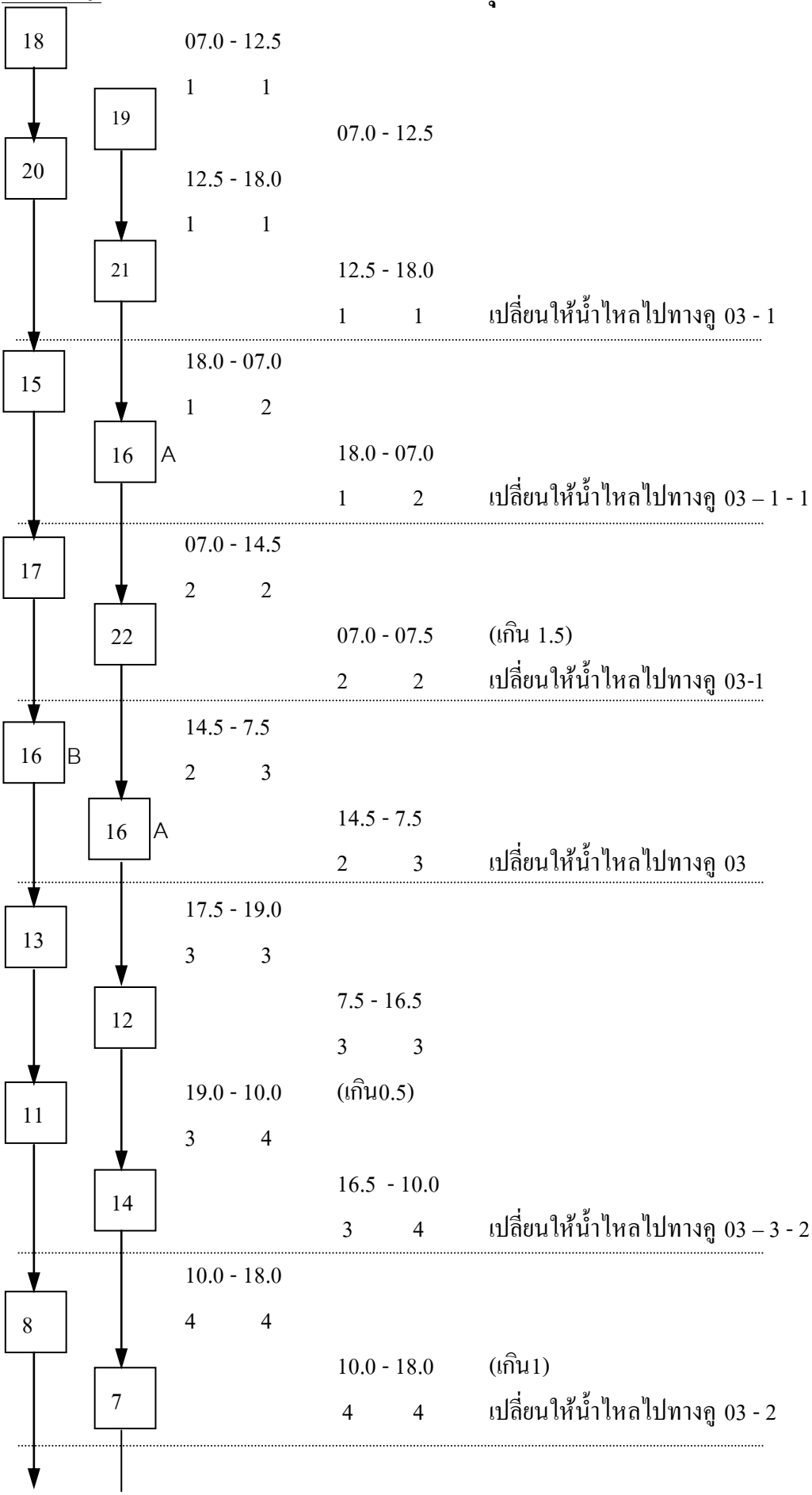
Projects	Sources of Discussion	Methodology	Drainage Modulus at Farm Level For area 0-2,000 rai in L. / sec /rai	Drainage Modulus foe Main Drain in L./ sec /rai							
				For drainage area (1,000 rai)							
				2 to 5	5 to 10	10 to 20	20 to 50	50 to 100	100 to 200	200 to 500	500 to 1,000
Lam Pao (Feasibility)	TAHAL	Criteria and Assumption 1. ponding depth 38 mm. 2. max. 3-days consecutive rainfall 3. 5 - year return period	0.64			For area > 1,000 ha; $Q = 35\ m^{5/6}$					
Nampong Stage II	TAHAL	Criteria and Assumption The same as Lam Pao Project Rational formula	0.59 (Q=0.0037 A) 1.00	.90 (90)	.85 (85)	For area > 1,000 ha; $Q = 35\ m^{5/6}$ .80 (80)	.75 (75)	.70 (70)	.65 (65)	-	-
Nong Wai Pioneer Agriculture	SUNYU	Criteria and Assumption 1. ponding depth 300 mm. For 1/3 – 1/4 of the total area 2. 5-days consecutive rainfall 3. 10 year return period Rational Formula Q = 0.002778 f.r.A. Q = cms. Q = runoff coefficient Q = rainfall intensity (mm./hr.) $= \frac{R}{24}\frac{(24)^{2/3}}{T}$	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

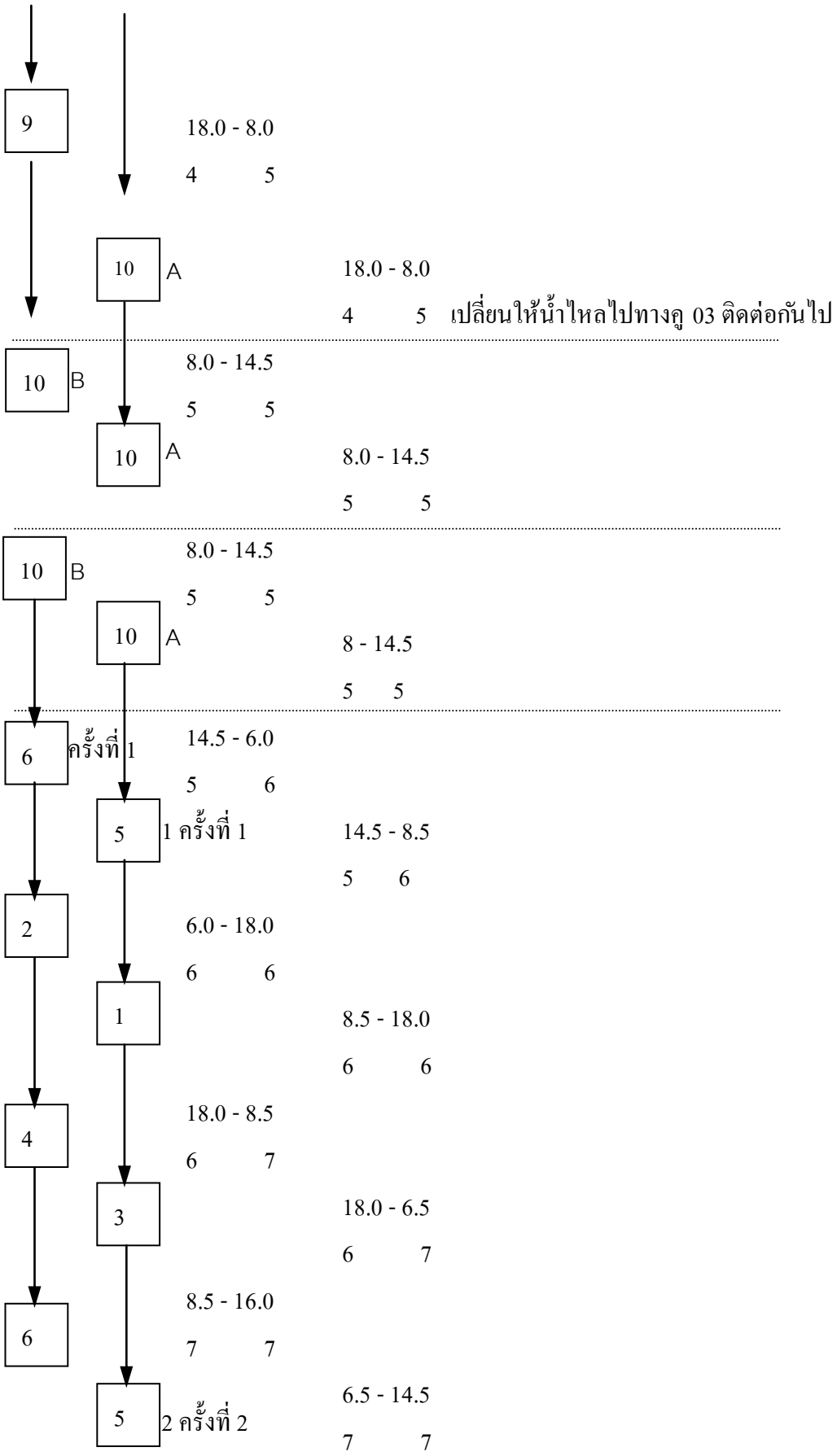
Projects	Sources of Discussion	Methodology	Drainage Modulus at Farm Level For area 0-2,000 rai in L. / sec /rai	Drainage Modulus foe Main Drain in L./ sec /rai							
				For drainage area (1,000 rai)							
				2 to 5	5 to 10	10 to 20	20 to 50	50 to 100	100 to 200	200 to 500	500 to 1,000
		R = proposed daily < rainfall (mm.) T = drainage time (hr.) A = drainage area (ha.) $Q = A_1 \text{ xq} = 0.0013 A_L$ (inside L.C) $Q = 0.0013 A_L + 0.0016 A_O$ A_L = Land Consolidation (L.C) Area (rai) A_O = Area outside L.C (rai)									



<u>ตารางที่ 9</u> แสดงตัวอย่างการจัดเวลาส่งน้ำแบบหมุนเวียน



ตารางที่ 9 (ต่อ)


9
18.0 - 8.0
4 5
10 A
18.0 - 8.0
4 5 เปลี่ยนให้น้ำไหลไปทางคู 03 ติดต่อกันไป
10 B
8.0 - 14.5
5 5
10 A
8.0 - 14.5
5 5
10 B
8.0 - 14.5
5 5
10 A
8 - 14.5
5 5
6 ครั้งที่ 1
14.5 - 6.0
5 6
5 1 ครั้งที่ 1
14.5 - 8.5
5 6
2
6.0 - 18.0
6 6
1
8.5 - 18.0
6 6
4
18.0 - 8.5
6 7
3
18.0 - 6.5
6 7
6
8.5 - 16.0
7 7
5 2 ครั้งที่ 2
6.5 - 14.5
7 7